



Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

OMINEA - 14^{ème} édition

Mai 2017



Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

OMINEA - 14^{ème} édition

Mai 2017

| <i>Rédaction</i> | |
|-------------------------------|--|
| <i>Contributeur(s)</i> | Jean-Marc ANDRE, Damien BOUCHARD, Ariane DRUART, Anaïs DURAND, Antoine GAVEL, Céline GUEGUEN, Coralie JEANNOT, Etienne MATHIAS, Laetitia NICCO, Romain Bort, Colas ROBERT Laëtitia SERVEAU, Nadia TAIEB, Johany RINGUET, Thamara VIEIRA DA ROCHA |

| <i>Coordination, Vérification et Approbation finale</i> | | |
|--|---|------------|
| <i>Coordination et Vérification</i> | Jean-Pierre CHANG, Julien VINCENT (responsables des départements) | 24/05/2017 |
| <i>Approbation finale</i> | Jérôme BOUTANG, directeur général Nadine ALLEMAND, directrice adjointe | 24/05/2017 |

Pour citer ce document :

CITEPA, 2017. Rapport OMINEA – 14^{ème} édition

© CITEPA 2017

Ce Rapport a été réalisé avec la participation financière du Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM).

Cette édition annule et remplace toutes les éditions antérieures relatives au même format d'inventaire.

Rapport n°1402omi/ 2017 | OMINEA.docm

Ce rapport national d'inventaire est disponible sur le site Internet du CITEPA, à la page suivante :

<http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ominea>

Pour obtenir une version papier ou des éléments contenus dans ce rapport :

Centre Interprofessionnel Technique d'Étude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA)
42, rue de Paradis – 75010 PARIS – Tel. 01 44 83 68 83 – Fax 01 40 22 04 83

www.citepa.org | contact@citepa.org



I/G

SOMMAIRE

| | |
|---|-----|
| Sommaire | 5 |
| Généralités | 9 |
| Organisation administrative et principe general du systeme national d'inventaire | 10 |
| Administrative organisation and general principles of the national inventory system | 19 |
| Programme d'assurance et controle de la qualite | 28 |
| Quality assurance and quality control programme | 39 |
| Preparation des inventaires, collecte des donnees, traitements et archivage | 47 |
| Inventory preparation, data collection, processing and storage | 56 |
| Evaluation des incertitudes | 64 |
| Assessing uncertainties | 67 |
| Justification rationnelle des methodes d'estimation | 69 |
| Rationale for estimation methods | 72 |
| Energie (section commune)..... | 74 |
| Caractéristiques des combustibles | 75 |
| Facteurs d'émission | 80 |
| Production d'énergie | 99 |
| Chauffage urbain | 100 |
| Production centralisée d'électricité | 105 |
| Raffinage du pétrole | 110 |
| Raffinage du gaz | 116 |
| Transformation de combustibles minéraux solides | 120 |
| Incinération de déchets non dangereux | 127 |
| Combustion dans l'industrie | 132 |
| Industrie manufacturière (combustion)..... | 133 |
| Fonderies de fonte grise..... | 142 |
| Sidérurgie : production de fonte et d'acier..... | 146 |
| Production de cuivre | 157 |
| Production de magnésium..... | 161 |
| Plomb et zinc de première fusion | 164 |
| Production d'aluminium de seconde fusion..... | 168 |
| Plomb et zinc de seconde fusion..... | 173 |
| Production de produits de fourrage vert déshydraté (combustion) | 180 |
| Production de ciment (combustion) | 186 |
| Production d'émail (combustion) | 193 |
| Production de verre (combustion) | 197 |
| Production de chaux (combustion) | 210 |
| Production de plâtre (combustion) | 216 |
| Production de céramiques fines..... | 221 |
| Production de tuiles et briques | 227 |
| Production d'enrobés routiers..... | 234 |
| Autres fours..... | 238 |
| Industrie manufacturière (combustion) - Sources mobiles | 242 |
| Transports | 247 |
| Transport aérien | 248 |

| | |
|--|------------|
| Transport routier | 255 |
| Transport ferroviaire..... | 270 |
| Transport fluvial | 275 |
| Transport maritime..... | 281 |
| Stations de compression du réseau de transport et de distribution du gaz | 289 |
| Autres secteurs de la combustion | 292 |
| Secteurs tertiaire / institutionnel / commercial | 293 |
| Secteurs résidentiel | 298 |
| Agriculture / sylviculture / activités halieutiques (combustion) | 306 |
| Emissions fugitives | 315 |
| Extraction du charbon | 316 |
| Transformation des combustibles minéraux solides | 319 |
| Extraction et exploration des combustibles fossiles liquides | 323 |
| Transport et distribution des produits pétroliers | 327 |
| Raffinage du pétrole | 331 |
| Extraction et traitement du gaz naturel | 336 |
| Transport, stockage et distribution du gaz naturel..... | 338 |
| Torchères dans l'extraction de gaz et de pétrole | 344 |
| Raffinage du pétrole | 348 |
| Industries minérales (procédés)..... | 352 |
| Production de ciment (décarbonatation)..... | 353 |
| Production de chaux (décarbonatation) | 360 |
| Production de verre (décarbonatation)..... | 365 |
| Autres procédés avec décarbonatation | 368 |
| Production de céramiques fines..... | 376 |
| Production de tuiles et briques | 379 |
| Utilisation du carbonate de sodium et du bicarbonate de sodium..... | 382 |
| Chantiers et BTP | 384 |
| Exploitation des carrières | 386 |
| Industries chimiques (procédés) | 388 |
| Ammoniac | 389 |
| Acide nitrique | 392 |
| Production d'acide adipique..... | 395 |
| Production d'acide glyoxylique | 397 |
| Carbure de calcium..... | 399 |
| Production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium | 402 |
| Noir de carbone | 405 |
| Autres productions de la chimie organique | 408 |
| Production de HFC, PFC et SF ₆ | 414 |
| Torchères dans l'industrie chimique | 416 |
| Production d'éthylène et propylène | 418 |
| Autres procédés de la chimie inorganique | 422 |
| Industries métallurgiques (procédés) | 428 |
| Sidérurgie : production de coke, de fonte et d'acier | 429 |
| Ferro-alliages..... | 441 |
| Aluminium de première fusion | 444 |
| Broyage de batteries | 451 |
| Production de zinc..... | 453 |
| Décarbonatation dans les fonderies de fonte..... | 455 |
| Production de magnésium..... | 457 |
| Production de nickel | 459 |
| Production de silicium | 462 |

Autres usages et productions (Solvants, gaz fluorés, etc.)464

| | |
|--|-----|
| Utilisation de lubrifiants | 465 |
| Utilisation de paraffines et cires..... | 468 |
| Utilisation d'urée | 470 |
| Recouvrement des routes par l'asphalte | 474 |
| Matériaux asphaltés pour toiture | 476 |
| Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques..... | 478 |
| Dégraissage et nettoyage à sec | 482 |
| Oxydateur de COVNM | 485 |
| Application de peinture | 487 |
| Fabrication des semi-conducteurs et panneaux photovoltaïques | 491 |

Consommation de gaz fluorés493

| | |
|--|-----|
| Réfrigération et climatisation | 494 |
| Agents d'expansion des mousses..... | 498 |
| Extincteurs d'incendie | 502 |
| Aérosols..... | 504 |
| Solvants..... | 507 |
| Equipements électriques | 509 |
| Autres utilisations de HFC, PFC et SF ₆ | 512 |
| Anesthésie | 518 |
| Autres utilisations de produits (hors solvant)..... | 520 |
| Autres utilisations de solvants..... | 525 |
| Industrie du bois | 529 |
| Papeteries (décarbonatation) | 531 |
| Industries agro-alimentaires | 533 |
| Fabrication d'accumulateurs | 537 |
| Equipement de réfrigération | 539 |

Agriculture541

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Agriculture | 542 |
| Fermentation entérique | 557 |
| Gestion des déjections animales..... | 569 |
| Rizières | 591 |
| Sols agricoles | 593 |
| Brûlage des résidus de cultures | 611 |
| Epannage d'amendements basiques..... | 614 |
| Application d'urée..... | 616 |

Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF)618

| | |
|--|-----|
| Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) | 619 |
| Forêts : | 642 |
| Cultures | 672 |
| Prairies | 680 |
| Terres humides..... | 687 |
| Zones urbanisées..... | 691 |
| Autres terres..... | 695 |
| Produits ligneux récoltés | 698 |
| Barrage de Petit-Saut (Guyane) | 703 |

Déchets705

| | |
|---|-----|
| Traitement des déchets | 706 |
| Stockage de déchets solides | 707 |
| Traitements biologiques des déchets | 713 |

| | |
|---|------------|
| Incinération de déchets dangereux | 715 |
| Crémation | 720 |
| Incinération de déchets hospitaliers | 723 |
| Incinération des boues d'assainissement | 727 |
| Brûlage de plastiques agricoles | 731 |
| Feux de véhicules..... | 733 |
| Feux ouverts de déchets verts | 736 |
| Incinération de déchets | 739 |
| Traitements et rejets des eaux usées..... | 741 |
| Sources biotiques..... | 749 |
| Emissions de COV biotiques par la végétation (Forêts, prairies, cultures, etc.) | 750 |
| Volcans | 754 |
| Foudre | 756 |
| Annexes | 758 |
| Références | 759 |
| Annexe 1 : Nomenclature d'activités émettrices SNAP 97c..... | 788 |
| Annexe 2 : Nomenclature de combustibles NAPFUE NAPFUE 94c (NAPFUE 94 [17] étendue par le CITEPA) | 811 |
| Annexe 3 : Correspondances entre les nomenclatures CRF / NFR et SNAP | 814 |
| Annexe 4 : Catégories du PLAN CLIMAT..... | 815 |
| Annexe 5 : Territoires constitutifs de la France - Nomenclatures des unités territoriales statistiques et administratives | 818 |
| Annexe 6 : Correspondance entre la nomenclature TERUTI et la nomenclature GIEC | 836 |

GENERALITES

ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET PRINCIPE GENERAL DU SYSTEME NATIONAL D'INVENTAIRE

(English translation available after the French text)

1 - Système national d'inventaire

Cette section décrit les principales composantes et caractéristiques organisationnelles du système national d'inventaires des émissions de polluants dans l'atmosphère conformément aux dispositions mises en place par le **Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM)**, en particulier, l'arrêté du 24 août 2011 relatif au système national d'inventaires d'émissions et de bilans dans l'atmosphère (SNIEBA).

2 - Disposition institutionnelle, législatives et procédurale

Les pouvoirs publics s'attachent à disposer de données relatives aux émissions de polluants dans l'atmosphère qui correspondent quantitativement et qualitativement aux différents besoins nationaux et internationaux du fait de l'importance de ces données pour identifier les sources concernées, définir les programmes appropriés d'actions de prévention et de réduction des émissions, informer les nombreux acteurs intervenant à divers titres et sur divers thèmes en rapport avec la pollution atmosphérique.

La responsabilité de la définition et de la maîtrise d'ouvrage du **système national d'inventaire des émissions de polluants et de gaz à effet de serre dans l'atmosphère** appartient au **Ministère en charge de l'environnement (MEEM)**.

Le MEEM prend en coordination avec les autres ministères concernés les décisions utiles à la mise en place et au fonctionnement du SNIEBA, en particulier les dispositions institutionnelles, juridiques ou de procédure. A ce titre, il définit et répartit les responsabilités attribuées aux différents organismes impliqués. Il met en œuvre les dispositions qui assurent la mise en place des processus relatifs à la détermination des méthodes d'estimation, à la collecte des données, au traitement des données, à l'archivage, au contrôle et à l'assurance de la qualité, la diffusion des inventaires tant au plan national qu'international ainsi que les dispositions relatives au suivi de la bonne exécution.

La multiplicité des besoins conduisant à l'élaboration d'inventaires d'émission de polluants et de gaz à effet de serre dans l'atmosphère portant souvent sur des substances et des sources similaires justifie dans un souci de cohérence, de qualité et d'efficacité de retenir le **principe d'unicité du système d'inventaire**. Cette stratégie correspond aux recommandations des instances internationales telles que la Commission européenne et les Nations unies.

Les inventaires d'émission doivent garantir diverses qualités de cohérence, comparabilité, transparence, exactitude, ponctualité, exhaustivité qui conditionnent l'organisation du système tant au plan administratif que technique.

L'organisation du système actuel a fait l'objet de l'**arrêté interministériel (SNIEBA) du 24 août 2011 qui annule et remplace l'arrêté du 29 décembre 2006** relatif au **système national d'inventaires des émissions de polluants dans l'atmosphère (SNIEPA)**.

Cette organisation est compatible avec le cadre directeur des systèmes nationaux prévu au paragraphe 1 de l'article 5 du protocole de Kyoto (décision CMP.1 annexée à la décision 20/CP.7 de la CCNUCC) et aux articles 3 et 4 de la décision 280/2004/CE du Parlement européen et du Conseil relative à un mécanisme pour surveiller les émissions de gaz à effet de serre dans la Communauté et mettre en œuvre le protocole de Kyoto.

Répartition des responsabilités

Les responsabilités sont réparties comme suit :

- La **maîtrise d'ouvrage de la réalisation des inventaires et la coordination d'ensemble du système** sont assurées par le **MEEM**.
- **D'autres ministères et organismes publics** contribuent aux inventaires d'émissions par la mise à disposition de **données et statistiques** utilisées pour l'élaboration des inventaires.
- L'**élaboration des inventaires d'émission** en ce qui concerne les **méthodes** et la préparation de leurs **évolutions, la collecte et le traitement des données, l'archivage, la réalisation des rapports et divers supports**, la gestion du **contrôle** et de la **qualité**, est confiée au **CITEPA** (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) par le MEEM. Le CITEPA assiste le MEEM dans la coordination d'ensemble du système national d'inventaire des émissions de polluants dans l'atmosphère. A ce titre, il convient de mentionner tout particulièrement la coordination qui doit être assurée entre les inventaires d'émissions et les registres d'émetteurs tels que l'E-PRTR et le registre des quotas d'émissions de gaz à effet de serre dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission (SEQUE), sans oublier d'autres aspects (guides publiés par le MEEM, système de déclaration annuelle des rejets de polluants, etc.) pour lesquels il est important de veiller à la cohérence des informations.
- Le MEEM met à disposition du CITEPA toutes les informations dont il dispose dans le cadre de la réglementation existante, comme les déclarations annuelles de rejets de polluants des Installations Classées, ainsi que les résultats des différentes études permettant un enrichissement des connaissances sur les émissions qu'il a initiées tant au sein de ses services que d'autres organismes publics comme l'INERIS. Par ailleurs, le MEEM établit dans l'arrêté SNIEBA du 24 août 2011 une liste des statistiques et données émanant d'organismes publics ou ayant une mission de service public, utilisées pour les inventaires d'émission (cf. tableau suivant relatif à l'annexe II de l'arrêté SNIEBA).

ANNEXE II

LISTE INDICATIVE DES STATISTIQUES ET DONNÉES ÉMANANT D'ORGANISMES PUBLICS
OU AYANT UNE MISSION DE SERVICE PUBLIC UTILISÉES POUR LES INVENTAIRES D'ÉMISSION

| SECTEUR | TYPE DE DONNÉES | ORGANISME ÉMETTEUR des données |
|---|---|--|
| Energie | Bilan de l'énergie. Consommation d'énergie en France. Consommation et ventilation des produits pétroliers à usage non énergétique. Consommations d'énergie dans l'industrie. Consommations d'énergie dans le résidentiel et le tertiaire. Consommations d'énergies renouvelables dans l'industrie et le résidentiel/tertiaire. Bilan de la pétrochimie. | Ministère chargé de l'industrie |
| | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Consommations d'énergie dans les industries agricoles et alimentaires (IAA). | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Comptes des transports de la nation. Statistiques du transport maritime. Statistiques du transport aérien. | Ministère chargé des transports |
| Procédés industriels | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Production des IAA. Enquêtes de branches. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Statistiques industrielles. | INSEE |
| | Inventaires de fluides frigorigènes. | ADEME |
| Utilisation de solvants et autres produits | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Production, imports et exports, consommation de peinture/encre/colla. | INSEE et ministère chargé du commerce extérieur |
| Agriculture | Statistiques agricoles. Caractérisation des modes d'élevage (mode de gestion des déjections, bâtiments). Caractérisation des pratiques culturales. Facteurs d'émission. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche INRA |
| UTCf (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) | Statistiques forestières. Utilisation du territoire. Récolte de bois et production de sciages. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Accroissement et stocks forestiers en métropole. | IFN |
| | Température/rayonnement solaire global. | Réseau RenEcofor/ONF |
| Déchets | Inventaire des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés. Statistiques déchets de soins à risques. Statistiques déchets industriels. | ADEME et ministère en charge de l'écologie |
| | Déclarations de rejets polluants. Surveillance dioxines/métaux lourds des usines d'incinération. | Ministère chargé de l'écologie |
| Tous secteurs | Tout ou partie des éléments ci-dessus selon les secteurs, pour les inventaires territoriaux. | Voir ci-dessus, et AASQA, CITEPA, services des collectivités |

- Le MEEM pilote le **Groupe de concertation et d'information sur les inventaires d'émission (GCIIE)** qui a notamment pour mission de :
 - o **donner un avis sur les résultats** des estimations produites dans les inventaires,
 - o **donner un avis sur les changements** apportés dans les **méthodologies** d'estimation,
 - o **donner un avis sur le plan d'action d'amélioration** des inventaires pour les échéances futures,
 - o **émettre des recommandations** relativement à tout sujet en rapport direct ou indirect avec les inventaires d'émission afin d'assurer la cohérence et le bon déroulement des actions, favoriser leurs synergies, etc.,
 - o **recommander des actions d'amélioration** des estimations des émissions vers les **programmes de recherche**,

Le GCIIE est composé à ce jour de représentants :

- o du **Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, et de la forêt (MAAF)**, notamment le Service de la statistique et de la prospective (SSP) et la Direction générale des politiques agricole, agroalimentaire et des territoires (DGPAAT),
- o des **Ministères de l'Economie et de l'Industrie numérique (MEIN) et des Finances et des Comptes Publics (MFCP)**, notamment de la Direction générale de l'INSEE et de la Direction générale du Trésor (DGT)
- o du **Ministère de l'Environnement, de l'Energie et de la Mer (MEEM)**, au travers de la Direction générale de l'énergie et du climat (DGEC), la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), la Direction générale de l'aménagement, du logement et de la nature (DGALN), de la Direction générale des infrastructures, des transports et de la mer (DGITM), de la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) et des services statistiques du MEEM notamment le SOeS,
- o du **Ministère en charge de la Recherche**,
- o de l'**Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)**,
- o de l'**Institut National de l'Environnement industriel et des risques (INERIS)**.
- La **diffusion des inventaires d'émission** est partagée entre plusieurs services du MEEM qui reçoivent les inventaires approuvés transmis par la DGEC :
 - o La **DGEC** assure la diffusion des **inventaires d'émissions** qui doivent être transmis à la **Commission européenne** en application des directives, notamment l'**inventaire des Grandes Installations de Combustion (GIC)** au titre de la directive 2001/80/CE ainsi que les inventaires au titre de la directive 2001/81/CE relative aux **Plafonds d'Emission Nationaux**. Elle assure également la diffusion des **inventaires** relatifs à la **Convention de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies relative à la Pollution Atmosphérique Transfrontière à Longue Distance (CEE-NU - CPATLD)**. Hormis les responsabilités attribuées spécifiquement au Service de l'Observation et des Statistiques (CGDD / SOeS) décrites ci-dessous, la **DGEC** assure la diffusion de tous les inventaires d'émissions à **tous les publics** et en particulier aux Directions Régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (**DREAL**).
 - o La DGEC assure également la diffusion de l'**inventaire des émissions de gaz à effet de serre** établi au titre de la **Décision communautaire sur le mécanisme de suivi des gaz à effet de serre auprès de la Commission européenne** ainsi que la diffusion de cet inventaire au titre de la **Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC)** et en particulier relativement au Protocole de Kyoto auprès du **Secrétariat de la Convention**.
 - o A la demande du MEEM, le **CITEPA** assure la diffusion de tous les inventaires qu'il réalise par, notamment, la **mise en accès public libre des rapports** correspondants à l'adresse Internet <http://www.citepa.org/fr/le-citepa/publications/rapports-d-inventaires>. Certains de ces rapports sont parfois également présents sur d'autres sites ou diffusés sous différentes formes par d'autres organismes. Le CITEPA est également chargé de diffuser des informations techniques relatives aux méthodes d'estimation et est notamment désigné comme **correspondant technique des institutions internationales** citées ci-dessus. A ce

titre, le CITEPA est le **Point Focal National** désigné par le MEEM dans le cadre de l'évaluation de la modélisation intégrée pour ce qui concerne les émissions. Le CITEPA assure conjointement avec le MEEM la diffusion de l'inventaire d'émission dit « SECTEN » qui présente d'une manière générale des séries longues et des analyses spécifiques des sources émettrices en France.

3 - Aperçu de la planification, préparation et gestion des inventaires

Les différentes étapes du processus sont explicitées ci-après et représentées par le schéma ci-après.

A partir de l'expression des différents besoins et des exigences qui s'y attachent, les termes de référence sont établis.

Les méthodologies à appliquer sont choisies et mises au point en tenant compte des connaissances et des données disponibles, notamment les éléments contenus dans certaines lignes directrices définies par les Nations unies ou la Commission européenne.

Les données nécessaires et les sources susceptibles de les produire sont identifiées.

Les données sont collectées, validées, traitées selon les processus établis, y compris en tenant compte des critères liés à la confidentialité.

Les données obtenues sont stockées dans des bases de données pour exploitation ultérieure.

Les principaux éléments utiles à l'approbation des inventaires (résultats d'ensemble, principales analyses, changements majeurs notamment liés à des évolutions méthodologiques) sont produits pour transmission au Groupe de coordination.

Le **Groupe de coordination et d'information sur les inventaires d'émission fait part de son avis** sur les inventaires et les **ajustements nécessaires**. Il **émet des recommandations et propose un plan d'actions** visant à améliorer les inventaires tant en ce qui concerne l'exactitude ou l'exhaustivité des estimations que les aspects de forme, d'analyse, de présentation des résultats ou de tout autre point en rapport avec les inventaires.

Le Ministre en charge de l'environnement prend les décisions finales concernant les inventaires.

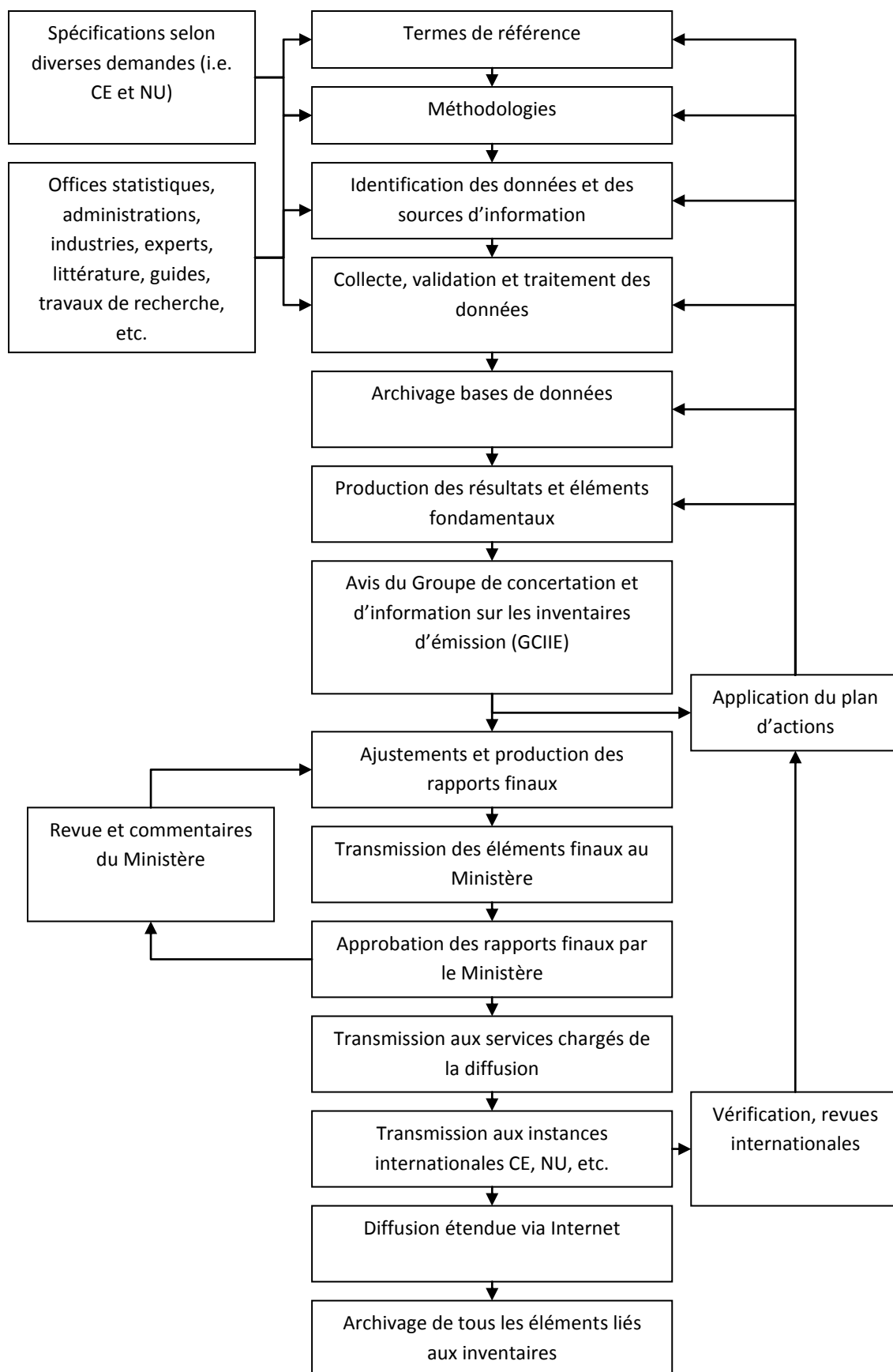
Les ajustements éventuels sont apportés à l'édition de l'inventaire en cours ou dans le cadre de l'application du plan d'amélioration des inventaires qui comporte des actions à plus long terme.

Les éléments finalisés sont remis au MEEM qui, après examen et approbation, les communique aux instances internationales après les avoir éventuellement intégrées dans les rapports nationaux (communication nationale, rapportage au titre de la décision 2005/166/CE, décision 15/CMP1 de la CCNUCC, etc.).

Une diffusion étendue des inventaires est réalisée au travers de la mise en ligne sur le site Internet du CITEPA des différents rapports. D'autres vecteurs de diffusion sont également utilisés par les différents organismes utilisateurs des rapports par l'intermédiaire de publications, communications et envois des rapports à certains organismes.

L'ensemble des éléments utilisés pour construire les inventaires est archivé pour en assurer la traçabilité.

Des vérifications sont effectuées notamment par des instances internationales. Certaines, comme les revues au moyen d'équipes d'experts dépêchées par les Nations unies dans les pays concernés, vont très en profondeur dans le détail des méthodologies et procédures de rapportage des inventaires. A cela s'ajoutent toutes les remarques effectuées par divers lecteurs et les anomalies éventuellement détectées ainsi que le résultat des actions menées au titre de l'assurance qualité (cf. section « Programme d'assurance et de contrôle de la qualité »). Tous ces éléments nourrissent le plan d'actions et sont utilisés pour améliorer les éditions suivantes des inventaires.



Les différents inventaires gérés

Le SNIEBA permet de produire des inventaires d'émission en réponse à différents besoins de données formulés et définis par divers acteurs notamment les instances internationales comme la Commission européenne dans le cadre des directives européennes et les Nations unies dans le cadre des conventions ratifiées par la France.

Le tableau ci-après regroupe l'ensemble des inventaires actuellement régulièrement produits par le SNIEBA et ceux qui s'y rattachent de manière annexe.

De nombreux besoins ponctuels en données relatives aux émissions de polluants dans l'atmosphère peuvent être satisfaits à partir des bases de données créées pour répondre aux exigences récurrentes, y compris des inventaires complets. Ces cas ne sont pas présentés dans le tableau ci-après qui se limite aux principaux inventaires indispensables vis-à-vis des engagements de la France et des inventaires les plus importants de par leur nature et leurs caractéristiques notamment la mise à disposition de séries longues et d'éclairages spécifiques.

| Cadre | Organisme demandeur | Nom de l'inventaire | Périodicité |
|--|---|---------------------|---------------------------------------|
| Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques | Nations unies (secrétariat de la convention) et Commission européenne | CCNUCC et CCNUCC-K | Annuelle |
| Convention de la Commission Economique pour l'Europe des Nations unies sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance | Nations unies - Commission Economique pour l'Europe (secrétariat de la convention) et Commission européenne | CEE-NU | Annuelle |
| Convention de la Commission Economique pour l'Europe des Nations unies sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance | Nations unies - Commission Economique pour l'Europe (secrétariat de la convention) | EMEP | Quinquennale |
| Directives européennes relatives aux Grandes Installations de Combustion | Commission européenne | GIC | Tri-annuelle, annuelle sur demande CE |
| Directive européenne sur les Plafonds d'émissions nationaux | Commission européenne | NEC | Annuelle |
| Règlement européen 691/2011 relatif aux comptes économiques environnementaux | EUROSTAT | NAMEA | Annuelle |
| Statistiques Environnement | EUROSTAT et OCDE | Joint Questionnaire | Périodique |
| Programme National de Lutte contre les Changements Climatiques | MEEM / DLCES | Plan Climat | Annuelle |
| Données nationales sur les émissions | Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique et MEEM | SECTEN | Annuelle |

Les différents inventaires supportés par le SNIEBA actuellement sont :

- les inventaires dits au **format "CEE-NU"/NFR & NEC** portent sur les substances liées à l'acidification, l'eutrophisation et la pollution photochimique, les métaux lourds, les produits organiques persistants et les poussières (totales et fines), soit au total 24 polluants couverts par la Convention sur la Pollution Atmosphérique Transfrontière à Longue Distance et la directive « NEC » sur les plafonds d'émissions nationaux. La couverture géographique est la France métropolitaine. Les séries annuelles de données d'émission sont produites depuis les années 1980 (SO₂, NO_x, CO), 1988 (COVNM), et 1990 (autres substances). Depuis la révision du protocole de Göteborg, le carbone suie ou *black carbon* (BC) a été ajouté à la liste des polluants inventoriés à titre volontaires.
- les inventaires dits au **format "CCNUCC"** portent sur les gaz à effet de serre directs (CO₂, CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆) retenus dans le protocole de Kyoto auxquels s'ajoutent le pouvoir de réchauffement global (PRG) et les quatre gaz à effet de serre indirect (SO₂, NO_x, COVNM, CO) qui doivent être rapportés dans le cadre de la Convention sur les changements climatiques. La couverture géographique comprend la métropole et l'outre-mer y compris les Pays et Territoires d'Outre-mer (PTOM, cf. annexe 12). Quatre substances sont communes avec l'inventaire précédent. Le format de rapport est compatible avec celui de la CEE-NU mais il subsiste une différence de couverture géographique dans le cas de la France. Série annuelle depuis 1990. Cet inventaire fait l'objet d'une déclinaison spécifique relative au protocole de Kyoto (**format "CCNUCC-K"**) qui se différencie du précédent par le périmètre géographique (l'outre-mer est considéré à l'exclusion des PTOM) conformément aux conditions de ratification du protocole par la France). Une autre déclinaison correspond au **format "Plan Climat"** utilisée dans le cadre éponyme. Ce format, similaire à celui de la CCNUCC est une redistribution des items de ce dernier à un niveau agrégé.
- les inventaires dits au **format "GIC"** portent sur le SO₂, les NO_x et les poussières totales des grandes installations de combustion. La couverture géographique inclut la métropole et l'outre-mer à l'exclusion des PTOM (cf. annexe 12). Les séries annuelles de données d'émission sont produites depuis l'année 1990 (SO₂ et NO_x). A compter de l'exercice relatif aux émissions de 2004, les poussières totales sont ajoutées, ainsi qu'une extension du périmètre des équipements couverts avec l'inclusion des turbines à gaz en application de la directive 2001/80/CE.
- l'inventaire dit au **format "SECTEN"** (sectorisation économique et énergétique) reprend l'ensemble des polluants et gaz à effet de serre étudiés dans le SNIEBA et propose des analyses par secteurs et sous-secteurs conventionnels reflétant les différents acteurs économiques usuels. D'autres analyses sectorielles (notamment sur les émissions liées à l'énergie, aux transports, etc.) et divers indicateurs sont également fournis. Des séries chronologiques annuelles s'étendent depuis 1960 (SO₂, NO_x, CO, CO₂), 1980 (NH₃), 1988 (COVNM) et 1990 (autres substances) ainsi qu'une pré estimation de l'année écoulée (en principe écoulée depuis moins de 3 mois). La couverture géographique se limite à la métropole mais l'outre-mer fait ponctuellement l'objet d'information pour un champ plus limité quant aux substances (cf. section "CCNUCC") et à la chronologie (depuis 1990). La couverture des sources est identique à celle de la CEE-NU et de la CCNUCC.
- l'inventaire dit au **format "EMEP"** est la composante spatialisée du format "CEE-NU/NFR & NEC". Sa production était quinquennale avant 2017 et tous les 4 ans à partir de 2017. Il fournit une cartographie des émissions selon la grille EMEP (50 x 50 km avant 2017 et 0.1°x0.1° à partir de 2017) et différencie les plus gros émetteurs (Grandes Sources Ponctuelles) ainsi que la hauteur des rejets. La couverture géographique se limite à la métropole car les territoires situés outre-mer, quel que soit leur statut au regard de la République française ou de l'Union européenne, se situent hors de la zone EMEP.
- la déclinaison des inventaires selon une approche économique (sur la base de secteurs d'activités économiques) correspond au **format "NAMEA"** répond au règlement 691/2011 (EUROSTAT). Actuellement, la couverture géographique se limite à la métropole et hors PTOM. Les séries de données sont disponibles pour : SO₂, NO_x, CO, NH₃, CO₂, COVNM (totaux et spéciation), CH₄, N₂O, HFC, PFC, SF₆, métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) depuis 1980 pour les cinq premiers cités, 1988 (COVNM) et 1990 (autres substances) et les particules

(TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{1.0}). Ces caractéristiques sont susceptibles d'évoluer avec la mise en œuvre du règlement précité.

- l'inventaire dit au **format "JQ"** demandé par l'OCDE et EUROSTAT est rempli par le Service de l'Observation des Statistiques (CGDD / SOeS) à partir de données et correspondances fournies par le CITEPA dérivant de l'inventaire CEE-NU.

Les inventaires produits par le SNIEBA le sont aux échéances indiquées ci-après, N étant la dernière année écoulée pour laquelle les émissions doivent être rapportées.

| Inventaire | Elément de l'inventaire | Echéance requise | Echéance effective |
|------------------|--|--|---|
| CCNUCC | Tableaux de données CRF | 15 janvier N+2 pour CE, 15 avril N+2 pour NU | 15 janvier N+2 |
| CCNUCC-K | Tableaux de données CRF au périmètre Kyoto | 15 janvier N+2 pour CE | 15 janvier N+2 |
| CCNUCC | Rapport y compris méthodologie | 15 mars N+2 pour CE, 15 avril N+2 pour NU | 15 mars N+2 |
| CEE-NU/NFR & NEC | Tableaux de données NFR | 15 février N+2 pour CE et NU | 15 février N+2 |
| CEE-NU/NFR & NEC | Rapport y compris méthodologie | 15 mars N+2 pour CE et NU | 15 mars N+2 |
| CEE-NU / EMEP | Rapport et tableaux de données | 1 ^{er} mai N+2 (tous les 4 ans à partir de 2017) | Selon disponibilité |
| GIC | Rapport et tableaux de données | 31 décembre N+1/2/3 (données)(a) | 31 décembre N+1/2/3 (données), 15 février N+2 (rapport)(a) |
| SECTEN | Tableaux de données | Aucune | Produit en avril N+2 après les inventaires CCNUCC et CEE-NU |
| JQ | Tableaux de données | Non déterminé | A la demande |
| NAMEA | Rapport et tableaux de données | Juillet N+2 | Juillet N+2 |
| Plan Climat | Tableaux de données | Aucune | Inclus dans les tableaux SECTEN |
| Autres | A la demande | Non déterminé | A la demande selon faisabilité |

- (a) les inventaires sont établis annuellement mais ne sont transmis que tous les trois ans à la Commission européenne sauf demande de celle-ci (le dernier inventaire GIC relatif aux émissions de 2010, 2011 et 2012 a été transmis en décembre 2013).

ADMINISTRATIVE ORGANISATION AND GENERAL PRINCIPLES OF THE NATIONAL INVENTORY SYSTEM

In case of discrepancies between English and French versions, the French one has to be considered as the official relevant version.

1 - National inventory system

This section describes the main components and administrative arrangements of the National Air Pollutant Emissions Inventory System, as defined by the **French Ministry of Environment, of Energy and of Maritime Affairs (MEEM)**, especially through the Ministerial Order of 24 August 2011 on "Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère" (SNIEBA).

2 - Institutional, legal and procedural arrangements

The authorities are keen to have at their disposal data on air pollutant emissions that correspond quantitatively and qualitatively to the different national and international needs. This is because these data are important to identify the sources concerned, to define appropriate action programmes for emission prevention and control, to inform the large number of stakeholders involved, in different capacities, in the various issues linked to air pollution.

Responsibility for defining and overseeing the **National Air Pollutant Emissions Inventory System** (known by its acronym SNIEBA) falls to the **French Ministry in charge of Environment (MEEM)**.

In liaison with the other Ministries involved, the MEEM makes the decisions for establishing and operating the SNIEBA, particularly the institutional, legal and procedural arrangements. Thus, the MEEM defines and allocates responsibilities to the different bodies involved. It implements the arrangements that establish the processes for determining estimation methods, collecting, processing and storing data, as well as for quality control and assurance, disseminating the inventories both at national and international levels, and for monitoring implementation.

Given the multiple needs for the preparation of air pollutant emissions inventories which often cover similar substances and sources, it is justified, for the sake of consistency, quality and efficiency, to **base the inventory system on a single core**. This strategy is in line with recommendations made by international organisations, such as the European Commission and the United Nations.

The emission inventories must guarantee various qualities: consistency, comparability, transparency, accurateness, punctuality, exhaustiveness. The organisation of the system depends on these qualities, both in administrative and technical terms.

In order to take into account the aspects included in the beginning of this section, the emission inventories present emissions occurring in past years, as well as emissions projected for future dates, for applications as and when it is necessary.

This chapter describes the organisation of the current system which is the subject of the Ministerial Order of 24 August 2011 which repeals and supersedes the Ministerial Order of 29 December 2006 concerning the **National Air Pollutant Emissions Inventory System (SNIEPA)**.

This organisation is compatible with the guiding framework of national systems as provided for under paragraph 1 of Article 5 of the Kyoto Protocol (decision CMP.1 annexed to UNFCCC decision 20/CP.7) and with Articles 3 and 4 of Decision 280/2004/EC of the European Parliament and the Council concerning a mechanism for monitoring Community greenhouse gas emissions and for implementing the Kyoto Protocol.

Distribution of responsibilities

Responsibilities are distributed as follows:

- The **MEEM** is in charge of overseeing production of the inventories and overall coordination of the system.

- **Other ministries and public bodies** contribute to the emission inventories by providing **data and statistics** used in the preparation of the inventories.
- The MEEM has entrusted **CITEPA** (Interprofessional Technical Centre for Studies on Air Pollution or Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) with the following tasks: **preparing the emission inventories with regard to methods** and preparing their **updating, data collection and processing, data storage, production of the reports** and various means of disseminating the information, **control and quality** management. CITEPA assists the MEEM in overall coordination of the National Air Pollutant Emissions Inventory System. Mention should be specifically made of the coordination that must be ensured between the emission inventories and emitter registers such as the E-PRTR and the greenhouse gas emission allowance register in the frame of the ETS directive, not forgetting other aspects (guides published by the MEEM, the annual pollutant emission reporting system, etc.). It is important to see to it that the information for these aspects is also consistent.
- The MEEM provides CITEPA with all information it has at its disposal under existing legislation and regulations, such as the annual notifications made by Classified Installations under the pollutant emission reporting system, as well as the results of different studies providing greater knowledge on emissions that it commissioned either internally (ie within its departments) or from other bodies, such as the National Institute for Industry, Environment and Risks (INERIS). Furthermore, the MEEM set within the SNIEBA Ministerial Order of 24 August 2011, a list of statistics and data from public organisms or organisms having a mission of public utility, that are used for the emission inventories (cf. following table relating to the annex II of the SNIEBA Ministerial Order).
- The MEEM steers the **Emissions Inventories Consultation and Information Group (GCIE)** whose tasks are include to:
 - **giving its opinion on the results of estimates** produced in the inventories,
 - **giving its opinion on the changes** made to the **methodology for estimating emissions**,
 - **giving its opinion on the action plan for improving** inventories for the future,
 - **issuing recommendations** on all subjects directly or indirectly linked to emission inventories in order to ensure consistency and smooth running of actions, and encourage synergies, etc.,
 - **recommending actions for improving** the estimation of emissions in the context of **research programmes**,

ANNEXE II

LISTE INDICATIVE DES STATISTIQUES ET DONNÉES ÉMANANT D'ORGANISMES PUBLICS
OU AYANT UNE MISSION DE SERVICE PUBLIC UTILISÉES POUR LES INVENTAIRES D'ÉMISSION

| SECTEUR | TYPE DE DONNÉES | ORGANISME ÉMETTEUR des données |
|---|---|--|
| Energie | Bilan de l'énergie. Consommation d'énergie en France. Consommation et ventilation des produits pétroliers à usage non énergétique. Consommations d'énergie dans l'industrie. Consommations d'énergie dans le résidentiel et le tertiaire. Consommations d'énergies renouvelables dans l'industrie et le résidentiel/tertiaire. Bilan de la pétrochimie. | Ministère chargé de l'industrie |
| | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Consommations d'énergie dans les industries agricoles et alimentaires (IAA). | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Comptes des transports de la nation. Statistiques du transport maritime. Statistiques du transport aérien. | Ministère chargé des transports |
| Procédés industriels | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Production des IAA. Enquêtes de branches. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Statistiques industrielles. | INSEE |
| | Inventaires de fluides frigorigènes. | ADEME |
| Utilisation de solvants et autres produits | Déclarations annuelles des rejets polluants de certaines installations classées. | Ministère chargé de l'écologie |
| | Production, imports et exports, consommation de peinture/encre/colle. | INSEE et ministère chargé du commerce extérieur |
| Agriculture | Statistiques agricoles. Caractérisation des modes d'élevage (mode de gestion des déjections, bâtiments). Caractérisation des pratiques culturales. Facteurs d'émission. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche INRA |
| UTCf (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) | Statistiques forestières. Utilisation du territoire. Récolte de bois et production de sciages. | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche |
| | Accroissement et stocks forestiers en métropole. | IFN |
| | Température/rayonnement solaire global. | Réseau RenEcofor/ONF |
| Déchets | Inventaire des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés. Statistiques déchets de soins à risques. Statistiques déchets industriels. | ADEME et ministère en charge de l'écologie |
| | Déclarations de rejets polluants. Surveillance dioxines/métaux lourds des usines d'incinération. | Ministère chargé de l'écologie |
| Tous secteurs | Tout ou partie des éléments ci-dessus selon les secteurs, pour les inventaires territoriaux. | Voir ci-dessus, et AASQA, CITEPA, services des collectivités |

Today, the GCIIE is made up of representatives from:

- o the **Ministry of Food, Agriculture, and Forest (MAAF)**, particularly the Statistics and Forward Studies Department (SSP) and the General Directorate for Agricultural, Agri-food and Land Policies (DGPAAT),
 - o the **Ministries of Economy and numeric Industry (MEIN), and Finance and Public accounting (MFCP)**, specifically the General Directorate of the National Institute of Statistics and Economic Studies (INSEE), and the General Directorate of the Treasury (DGT),
 - o the **Ministry of Environment, Energy and Maritime Affairs (MEEM)**, through different Directorates:
 - the **General Directorate for Energy and Climate (DGEC)**, the **General Directorate for Risk Prevention (DGPR)**, the **General Directorate for Spatial Planning, Housing and Nature (DGALN)**, ,
 - the **General Sustainable Development Commission (CGDD)**, particularly the Observation and Statistics Department,
 - the **General Directorate for Infrastructure, Transport and Maritime Affairs (DGITM)**, and the **General Directorate for Civil Aviation (DGAC)** and the **Survey and Statistics Department of the MEEM** especially the **SOeS**,
 - o the **Ministry of Research**,
 - o the **French Agency for Environment and Energy Management (ADEME)**,
 - o the **National Institute of Industrial Environment and Risks (INERIS)**.
- **The task of disseminating emissions inventories** is shared between several departments within the MEEM that receive the inventories approved by the DGEC:
- o The **DGEC** is in charge of disseminating the emission inventories which are to be submitted to the **European Commission** under EU Directives, particularly **the inventory on Large Combustion Plants (LCPs)** under Directive 2001/80/EC as well as the inventories under Directive 2001/81/EC on **National Emission Ceilings**. The DGEC is also in charge of disseminating the inventories under the **Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRAP)** adopted under the aegis of the **United Nations Economic Commission for Europe (UNECE)**. Other than the responsibilities specifically granted to the Observation and Statistics Department (SOeS) within the General Sustainable Development Commission (CGDD), described below, the **DGEC** is in charge of disseminating all the emission inventories to the public, and particularly to the **Regional Offices for Environment, Planning and Housing (DREAL)**.
 - o The DGEC is also in charge of submitting the inventory of greenhouse gas emissions to the **European Commission**, prepared under the **EU Decision on a Greenhouse Gas Emissions Monitoring Mechanism**, and submitting this inventory to the **Secretariat of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)** and in particular, concerning the **Kyoto Protocol**.
 - o On the MEEM's request, **CITEPA** is in charge of disseminating all the inventories that it produces, in particular by ensuring free, public access of the corresponding reports at the following Internet address: <http://www.citepa.org/fr/le-citepa/publications/rapports-d-inventaires>. Some of these reports are also available on other Internet sites or disseminated in other forms by other bodies. CITEPA is also in charge of disseminating technical information on methods used for estimating emissions and has been appointed **technical correspondent of the above-mentioned international institutions**. Thus, CITEPA is the **National Focal Point** appointed by the MEEM for **integrated modelling assessment of emissions**. Along with the MEEM, CITEPA is jointly in charge of disseminating the emissions inventory known as "SECTEN". This inventory provides a general overview of long time series and sector-specific analysis of emissions in France.

3 - Overview of inventory planning, preparation and management

The different stages in the process are explained and illustrated in the chart below.

Based on the different needs, and the underlying requirements, the terms of reference are defined.

The methodologies to be applied are selected and developed, taking into account available knowledge and data and, in particular, aspects included in guidelines issued by the United Nations or the European Commission.

The necessary data and the sources likely to produce them are identified.

The data are collected, validated, processed in accordance with established processes, taking into account confidentiality-related criteria.

The data obtained are stored in data bases for subsequent processing.

The main elements useful for approving the inventories (overview results, main analyses, major changes, in particular linked to methodological developments) are produced for submission to the GCIE.

The GCIE **issues its opinion** on the inventories and, if need be, on the necessary **adjustments to be made**. It **issues recommendations and proposes an action plan** aimed at improving the inventories, with regard to accuracy or exhaustiveness of the estimations and aspects concerning form, analysis, presentation of the results or any other relevant point.

The Environment Ministry takes final decisions as regards inventories.

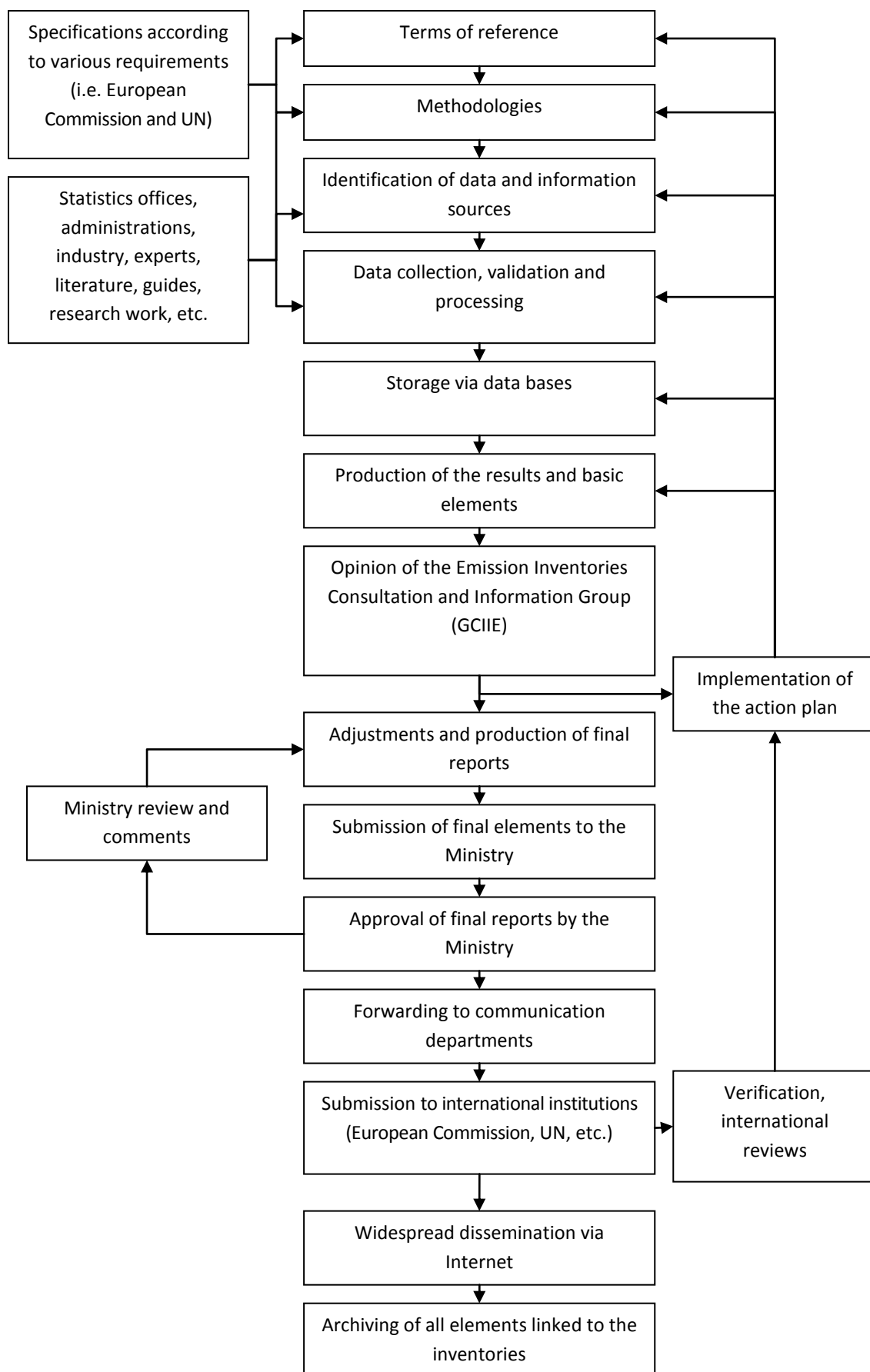
Any adjustments are made to the latest edition of the inventory or as part of the implementation of the inventories' action plan which sets longer-term actions.

The finalised elements are submitted to MEEM which, after examining and approving them, forwards them to the international institutions after being possibly being incorporated within national reports (national communication, reporting under Decision 2005/166/EC, reporting under UNFCCC decision 15/CMP1, etc.).

Putting the inventories online on CITEPA's Internet site ensures that they are widely disseminated. Other means of dissemination are also used by the different bodies that use the reports (publications, communications and sending the reports to other bodies).

All the elements used to compile the inventories are archived to ensure traceability.

Verifications are made, in particular by international institutions. Some, such as the reviews by expert teams sent by the United Nations to the countries concerned, involve in-depth examinations of the methodologies and procedures involved in reporting the inventories. Added to this, are all the remarks made by various readers and anomalies identified, as well as the result of actions implemented as part of quality assurance (cf. section "Quality Assurance and Control Programme"). All these elements feed into the action plan and are used to improve future editions of the inventories.



The different inventories managed

The SNIEPA enables emissions inventories to be produced in response to different data needs expressed and defined by various stakeholders, specifically the European Commission under EU Directives and the United Nations under Conventions ratified by France.

The table below provides an overview of all the inventories currently produced regularly by the SNIEPA and those associated with it.

In many cases, the need for data on pollutant emissions to air may be met using data bases established to comply with recurring requirements, including complete inventories. These cases are not presented in the table below which is limited to the main inventories which are essential under France's commitments and the most important inventories owing to their nature and their features, particularly the availability of long time-series and specific explanations.

| Framework | Commissioning body | Inventory name | Frequency |
|--|---|---------------------|------------------------------------|
| United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) | United Nations (UNFCCC Secretariat) and European Commission | UNFCCC and UNFCCC-K | Annual |
| Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRAP)/United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) | United Nations - Economic Commission for Europe (CLRAP Secretariat) and European Commission | UNECE | Annual |
| Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (CLRAP)/United Nations Economic Commission for Europe (UNECE) | United Nations - Economic Commission for Europe (CLRAP Secretariat) | EMEP | Every five years |
| EU Directives on Large Combustion Plants | European Commission | LCP | Every 3 yers, annual on EC request |
| EU Directive on National Emission Ceilings | European Commission | NEC | Annual |
| Regulation 691/2011 on economic environmental accounts | EUROSTAT | NAMEA | Annual |
| Environmental statistics | EUROSTAT and OECD | Joint Questionnaire | Periodically |
| National Climate Change Programme | MEEM / DLCES | Climate Plan | Annual |
| National emission data | CITEPA and MEEM | SECTEN | Annual |

The different inventories currently carried out under the SNIEPA are:

- the inventories in the so-called **"UNECE"/NFR & NEC format** cover substances causing acidification, eutrophication and photochemical pollution, heavy metals, persistent organic pollutants and (total and fine) particulate matter, i.e. in all, 24 pollutants covered by the Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and the "NEC" Directive on National Emission Ceilings. Mainland France is the geographical area covered. Annual time series since 1980 (SO₂, NO_x, CO), 1988 (NMVOCs), 1990 (other substances).
- the inventories in the so-called **"UNFCCC format** cover the direct greenhouse gases (CO₂, CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆) in the Kyoto Protocol basket, added to which are the global warming potential (GWP) and the four indirect greenhouse gases (SO₂, NO_x, NMVOCs, CO) which are to be reported under requirements established in the Climate Convention. The geographical areas covered are mainland France and the overseas territories including PTOM (cf. Annex 12). There are four substances in common with the preceding inventory. The report format is compatible with that of the UNECE but there is a difference in geographical coverage in the case of France. Annual time-series since 1990. From this inventory, a specific sub-inventory concerning the Kyoto Protocol is prepared (**"UNFCCC-K" format**) which differs from the preceding one by the geographical area covered (the overseas territories are excluding PTOM) in accordance with the conditions in which France ratified the Kyoto Protocol). A second sub-inventory is also produced, known as the **"Climate Plan" format** used in the context of the French National Climate Plan. This format, similar to that of the UNFCCC, comprises a redistribution of the items included in the latter at an aggregate level.
- the inventories in the so-called **"LCP" format** cover SO₂, NO_x and total particulate matter emitted by large combustion plants. The geographical area covered is mainland France and the overseas territories excluding the PTOM (cf. annex 12). Annual time series since 1990 (SO₂ and NO_x). Since the reporting year 2004, emissions of total particulate matter have been added, and the scope has been extended to cover gas turbines, as required under Directive 2001/80/EC.
- the inventory in the so-called **"SECTEN" format** (economic and energy sector analyses) covers all the pollutants studied by the SNIEPA and presents analyses by traditional sector and sub-sector, reflecting the different economic stakeholders. Other analyses, particularly on energy-related and transport-related emissions and various indicators are also provided. Annual time-series are available dating back to 1960 (SO₂, NO_x, CO, CO₂), 1980 (NH₃), 1988 (NMVOCs) and 1990 (other substances), as well as a preliminary estimate of the previous year (which, in principle, ended three months earlier). The geographical area covered is limited to mainland France but from time to time information is provided for overseas areas for a more restricted scope in terms of substances (cf. "UNFCCC" section) and time-series (since 1990). Source coverage is identical to that of the UNECE and the UNFCCC.
- the inventory in the so-called **"EMEP" format** is the spatialised component of the "UNECE/NFR & NEC" format. This inventory was produced every five years before 2017, and every four years since 2017. It provides maps of emissions according to the EMEP scale (50 x 50 km before 2017 and 0.1°x0.1° since 2017) and highlights the largest emitters (large point sources) as well as the height at which the substances are emitted. The geographical area covered is limited to mainland France since the overseas territories, irrespective of their status regarding France or the EU, are located outside the EMEP area.
- presenting the inventories following an economic approach the **"NAMEA" format** is based on the sectors of economic activities in accordance with the regulation 691/2011 (EUROSTAT). Actually, the geographical area covered is limited to mainland France and overseas excluding PTOM. Annual time series are available for SO₂, NO_x, CO, NH₃, CO₂, NMVOCs (total and speciation), CH₄, N₂O, HFCs, PFCs, SF₆, heavy metals (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn) since 1980 for the first five aforementioned substances, 1988 (NMVOCs) and 1990 (other substances), and particulate matter (TSP, PM₁₀, PM_{2.5}, PM_{1.0}). Changes in these criteria are expected when the above mentioned Reglement will enter into force.
- the inventory in the so-called **"JQ" format**, as requested by OECD and EUROSTAT is compiled by the Statistics Observation Department (CGDD/SOeS) using data and correspondences provided by CITEPA derived from the UNECE inventory.

The inventories compiled under the SNIEBA are produced at the dates indicated below, N being the latest year ended for which emissions must be reported.

| Inventory | Inventory elements | Required deadline | Effective deadline |
|-----------------|--|--|--|
| UNFCCC | CRF data tables | 15 January N+2 for the European Commission, 15 April N+2 for the UN | 15 January N+2 |
| UNFCCC-K | CRF data tables applied to the Kyoto perimeter | 15 January N+2 for the European Commission | 15 January N+2 |
| UNFCCC | Report including methodology | 15 March N+2 for the European Commission, 15 April N+2 for the UN | 15 March N+2 |
| UNECE/NFR & NEC | NFR data tables | 15 February N+2 for the European Commission and UN | 15 February N+2 |
| UNECE/NFR & NEC | Report including methodology | 15 March N+2 | 15 March N+2 |
| UNECE / EMEP | Report and data tables | 1 March N+2 (every 5 years) | 1 July N+3 (every 5 years) |
| LCP | Report and data tables | 31 December N+1/2/3 (data)(a) | 31 December N+1/2/3 (data), 15 February N+2 (report)(a) |
| NEC | Data tables (as for UNECE) | 31 December N+1 (data) | 31 December N+1 (data) |
| SECTEN | Data tables | None | Produced in April N+2 after the UNFCCC and UNECE inventories |
| JQ | Data tables | Not determined | On request |
| NAMEA | Report and data tables | July N+2 | July N+2 |
| Climate Plan | Data tables | None | Included in SECTEN tables |
| Others | On request | Not determined | On request depending on feasibility |

- a. The inventories are compiled on an annual basis but are only submitted every three years to the European Commission unless the latter requests otherwise (the last LCP inventory covering emissions in the years 2010, 2011 and 2012 was submitted in December 2013).

PROGRAMME D'ASSURANCE ET CONTROLE DE LA QUALITE

(English translation available after the French text)

L'élaboration d'un inventaire d'émission est une tâche complexe au regard :

- Du nombre important de données à manipuler,
- De la grande diversité quantitative et qualitative des sources d'information,
- Des méthodologies à mettre en œuvre pour quantifier au mieux chaque activité émettrice,
- De la nécessité de fournir des informations aussi pertinentes et exactes que possible tout en respectant les contraintes de ressources et de respect des échéances,
- De la garantie du respect de qualités fondamentales attachées aux inventaires (cohérence, exhaustivité, traçabilité, etc.).

Un dispositif de contrôle et d'assurance de la qualité est indispensable pour accomplir de manière satisfaisante cette tâche.

1 - Management de la qualité

Le système national d'inventaire d'émission est établi en intégrant les critères usuels applicables aux **Systèmes de Management de la Qualité (SMQ)**. Le CITEPA, qui a la charge de réaliser au plan technique les inventaires d'émission nationaux, a mis en place un tel système basé sur le référentiel **ISO 9001**. Cette disposition est confirmée par l'attribution d'un certificat délivré par l'AFAQ en 2004 et renouvelé en 2007, 2010 et 2013 ainsi que par les audits annuels de suivi. La réalisation des inventaires d'émission nationaux est couverte par le SMQ au travers de plusieurs processus spécifiques (voir Manuel Qualité - document interne non public).

Dans ce cadre, plusieurs processus relatifs au contrôle et à l'assurance de la qualité des inventaires sont intégrés dans les différents processus et procédures mis en œuvre, correspondant aux différentes phases et actions relatives aux points suivants :

- Fonctions générales de revue, de management des ressources, de planification, de veille et de participations à des travaux externes en rapport avec les inventaires d'émission.
- Choix, mise en œuvre et développement des méthodologies ainsi que la sélection des sources d'information et la collecte des données. Les processus de choix des méthodes sont clairement établis notamment vis-à-vis des cadres référentiels et des caractéristiques de pertinence et de pérennité attendues des sources de données. Ces choix sont généralement effectués en concertation avec les acteurs et experts des domaines concernés. Les modifications méthodologiques sont soumises à l'appréciation du Groupe de concertation et d'information sur les inventaires d'émission (GCIIE).
- Développement des procédures de calcul notamment des modèles de calcul des émissions, des bases de données, du reporting.
- Recherche d'un niveau élevé de traçabilité et de transparence.
- Mise en œuvre et enregistrement de contrôles relatifs aux étapes importantes et à risques de la réalisation de l'inventaire, à travers de multiples contrôles internes, tant sur les données d'entrée que sur les calculs, les bases de données, les rapports, l'archivage des données, le

suivi des modifications (corrections d'erreurs ou améliorations) et les non conformités. Plusieurs outils destinés à accompagner ces contrôles ont été développés.

- Validation et approbation des résultats des inventaires, suite à l'avis formulé par le Groupe de concertation et d'information sur les inventaires d'émission GCIIE).
- Validation et approbation des rapports et autres supports d'information par le ministère en charge de l'environnement.
- Archivage systématique des éléments nécessaires pour assurer la traçabilité requise.
- Diffusion des informations et produits correspondants.
- Compatibilité avec les exigences communautaires en matière de communication des données et des caractéristiques des inventaires d'émission nécessaires à la Commission Européenne. En particulier, afin de lui permettre de préparer les inventaires de l'Union Européenne sur la base des inventaires des Etats membres et contribuer notamment à l'atteinte des exigences relatives à la qualité que la Commission met en œuvre à son niveau (ie. en ce qui concerne les gaz à effet de serre dont la surveillance est soumise à des dispositions réglementaires particulières).
- Amélioration permanente de la qualité des estimations en développant les procédures pour éviter d'éventuelles erreurs systématiques, réduire les incertitudes associées, couvrir plus complètement les substances et les sources émettrices, etc. visant à satisfaire les objectifs relatifs à la qualité. Un plan d'action est défini et mis régulièrement à jour. Il intègre les améliorations requises et possibles en tenant compte des recommandations du GCIIE.
- Evaluation de la mise en œuvre des dispositions relatives au contrôle et à l'assurance de la qualité, en particulier les objectifs et le plan qualité.

2 - Objectifs qualité

L'objectif global du programme d'assurance et de contrôle de la qualité porte sur la réalisation des inventaires nationaux d'émissions et de puits, conformément aux exigences formulées dans les différents cadres nationaux et internationaux couverts par le SNIEBA. Ces exigences portent sur la définition, la mise en œuvre et l'application de procédures et de méthodes visant à satisfaire les critères de traçabilité, d'exhaustivité, de cohérence, de comparabilité et de ponctualité requis notamment par les instances internationales et européennes en application des engagements souscrits par la France.

En particulier, cet objectif global se décline en sous éléments :

- Préparation des rapports (notamment rapports nationaux d'inventaires pour certains protocoles et directives européennes) conformément aux critères de contenu et de forme éventuellement exigés (en particulier analyses de tendance, incertitudes, contrôle et assurance de la qualité, système national d'inventaire, méthodes utilisées, etc.),
- Fourniture des données sectorielles de base requises dans les formats de rapports définis (CRF, NFR, GIC, etc.) et en particulier : explications additionnelles, utilisation des codes de notes définis, modifications introduites dans le dernier exercice, ajustements rétrospectifs, données spécifiques (en particulier pour l'UTCATF en application des articles 3.3 et 3.4 du protocole de Kyoto), etc.
- Développement des procédures appropriées pour le choix des méthodes et des référentiels, la collecte, le traitement, la validation des données ainsi que leur archivage et leur sauvegarde,
- Détermination des incertitudes quantitatives attachées aux estimations,
- Recherche et élimination des incohérences,
- Développement des procédures d'assurance qualité,
- Contribution à l'amélioration continue des inventaires par :
 - La recherche et la mise en œuvre de méthodes et/ou données plus pertinentes et précises,
 - La formulation de recommandations auprès des divers organismes impliqués dans le système national d'inventaires d'émission, voire d'autres organismes y compris internationaux,
 - La participation aux travaux internationaux sur les thèmes en rapport avec les inventaires d'émissions et les puits,
 - La coopération avec d'autres pays sur ces mêmes aspects,

- Le respect des échéances communautaires et internationales de communication des inventaires d'émission,
- La recherche d'une efficacité dans les travaux réalisés (pertinence, précision, mise en œuvre des méthodes vs. moyens, etc.) visant à satisfaire les besoins de détermination des émissions et des puits.

3 - Contrôle de la qualité

Le contrôle de la qualité est intégré dans les différentes phases des processus et procédures développées par les organismes impliqués dans le système national pour ce qui concerne les éléments dont ils ont la charge afin d'atteindre les objectifs définis.

Le CITEPA, organisme responsable de la coordination technique et de la compilation des inventaires est chargé du suivi du contrôle qualité et formule des recommandations visant à améliorer, compléter, développer les processus et procédures nécessaires.

Ces procédures peuvent être automatiques ou manuelles, revêtir la forme de check-list, de tests de plausibilité, de cohérence et d'exhaustivité, d'analyses de tendances, de simulations, etc. Elles interviennent à plusieurs étapes de la réalisation de l'inventaire. Plus particulièrement certaines sont précisées ci-après :

➤ Données entrantes

- Veille relative à la collecte des données (démarches nécessaires, publication effective, relance, etc.),
- Réception effective (délivrance, captation sur Internet, données effectivement présentes au CITEPA),
- Conformité du contenu au plan quantitatif (flux complet) et qualitatif (éventuelles observations quant à l'échantillonnage, au changement de périmètre, de méthodologie pouvant entraîner une rupture statistique, etc.).
- Enregistrement et archivage des données brutes avant traitement.

➤ Traitement des données :

Il est principalement réalisé au travers de fiches de calcul dédiées chacune à une catégorie de sources émettrices (le SNIEBA en compte plus d'une centaine).

Ainsi chaque fiche de calcul sectorielle contient ses propres contrôles internes. Il s'agit notamment de tests internes visant à s'assurer des calculs (par exemple vérification de sous-totaux, affichage des tendances au niveau le plus fin des activités) et de la cohérence entre les valeurs calculées et les valeurs exportées vers le système de bases de données nationales. De même la documentation des sources et des hypothèses fait l'objet d'un soin particulier pour assurer la traçabilité.

➤ Contrôle et validation interne des résultats :

Avant d'être exportée vers ces bases de données, plusieurs étapes de contrôles complémentaires sont réalisées. Chaque fiche de calcul sectorielle est soumise par son auteur à un contrôle au moyen d'un outil spécialement développé à cette fin par le CITEPA, appelé VESUVE¹. Cet outil permet de vérifier non seulement la cohérence entre les facteurs d'émission, les activités et les émissions, mais assure l'affichage graphique des tendances des activités, des facteurs d'émissions et des émissions de tous les polluants pour l'édition précédente et celle en cours de l'inventaire. Les évolutions observées entre les deux éditions sont systématiquement analysées et commentées par l'auteur de la fiche de calcul.

Chaque fiche de calcul sectorielle est ensuite soumise, au minimum, à la vérification par une tierce personne et par une seconde hiérarchiquement plus haut placée dans le cas de modifications méthodologiques. Le contrôle effectué porte entre autres points sur la cohérence et la transparence de la méthode, le référencement des données utilisées, le traitement des

¹ VESUVE : VÉRification et SUIvi des fiches de l'inVEntaire

éventuelles non-conformités ou améliorations programmées (cf. application RISQ au paragraphe 4 ci-après) et l'enregistrement des vérifications effectuées avec VESUVE.

La représentativité des informations (définition, domaine, pertinence, exactitude, etc.), la pertinence et la conformité des méthodes, l'adéquation des outils de traitement et des formats de communication sont notamment concernés.

Une étape supplémentaire de contrôle vient s'ajouter lors de la compilation des éléments descriptifs méthodologiques au cours de laquelle un nouveau passage en revue des évolutions des méthodes et des facteurs d'émission est opéré (justification des évolutions, explicitation des méthodes, référencement des sources, etc.). Par ailleurs, la compilation finale du rapport d'inventaire permet un contrôle d'ensemble sur les résultats.

Etant donné la quantité considérable de données collectées et traitées dans les différents domaines concernés, il convient d'examiner la documentation correspondante de chacun des organismes impliqués. En particulier, il y a lieu de noter les procédures relatives aux processus de gestion de la qualité mises en place par le CITEPA à cet effet (le CITEPA a reçu la certification ISO 9001) pour la réalisation des inventaires d'émission.

En ce qui concerne la compilation des inventaires, la quasi totalité des dispositions générales (de rang 1) décrites dans les Bonnes Pratiques du GIEC sont appliquées. Les dispositions spécifiques à certaines catégories de sources (de rang 2) sont mises en œuvre au cas par cas principalement dans les secteurs « industrie », « transports » et agriculture et, dans une moindre mesure, dans les autres secteurs. En particulier, l'accès et l'utilisation de données relatives à des sources individuelles ou des sous-ensembles très fins de sources débouchent sur l'application de procédures spécifiques. Le SMQ s'attache particulièrement :

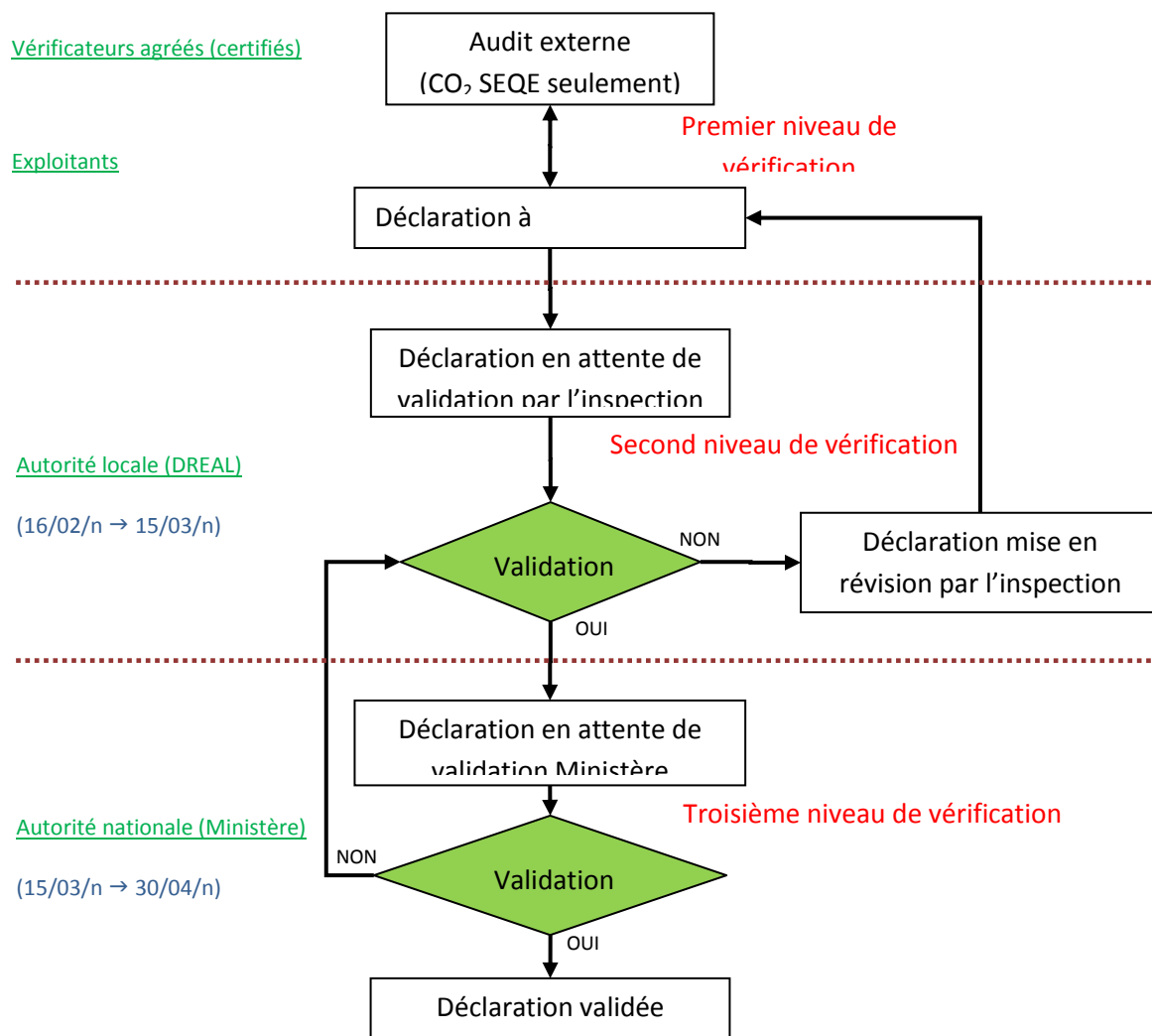
- A assurer la disponibilité de la documentation utilisée pour les inventaires d'émission,
- Au classement et à l'archivage de toutes les données et informations considérées pour chaque inventaire,
- A préserver l'éventuelle confidentialité de certaines données.

Le tableau présenté au paragraphe 5 ci-après fournit la liste des vérifications effectuées en référence aux Bonnes Pratiques du GIEC. Bien d'autres dispositions s'y ajoutent. Voir également la figure après le paragraphe 4.

4 - Assurance de la qualité

Elle est assurée au travers de plusieurs dispositions visant à soumettre les inventaires à des revues et recueillir les commentaires et évaluations de publics disposant généralement d'une expertise appropriée. Plus particulièrement, les actions suivantes dont certaines sont intégrées dans le système d'inventaire et par suite dans le SMQ, sont effectives (voir également la figure ci-après) :

- Les commentaires des membres du Groupe de coordination et d'information sur les inventaires d'émission (GCIIE) qui disposent en outre de leurs propres données de recoupement des éléments méthodologiques.
- Les évaluations des autorités locales (DREAL) pour ce qui concerne les données individuelles d'activité et/ou d'émission de polluants déclarées annuellement qui concernent plus de 10 000 installations dont la totalité des installations soumises au SEQE. A noter, que dans ce dernier cadre, le second niveau de vérification ne peut être franchi si le premier niveau de vérification n'est pas concluant.



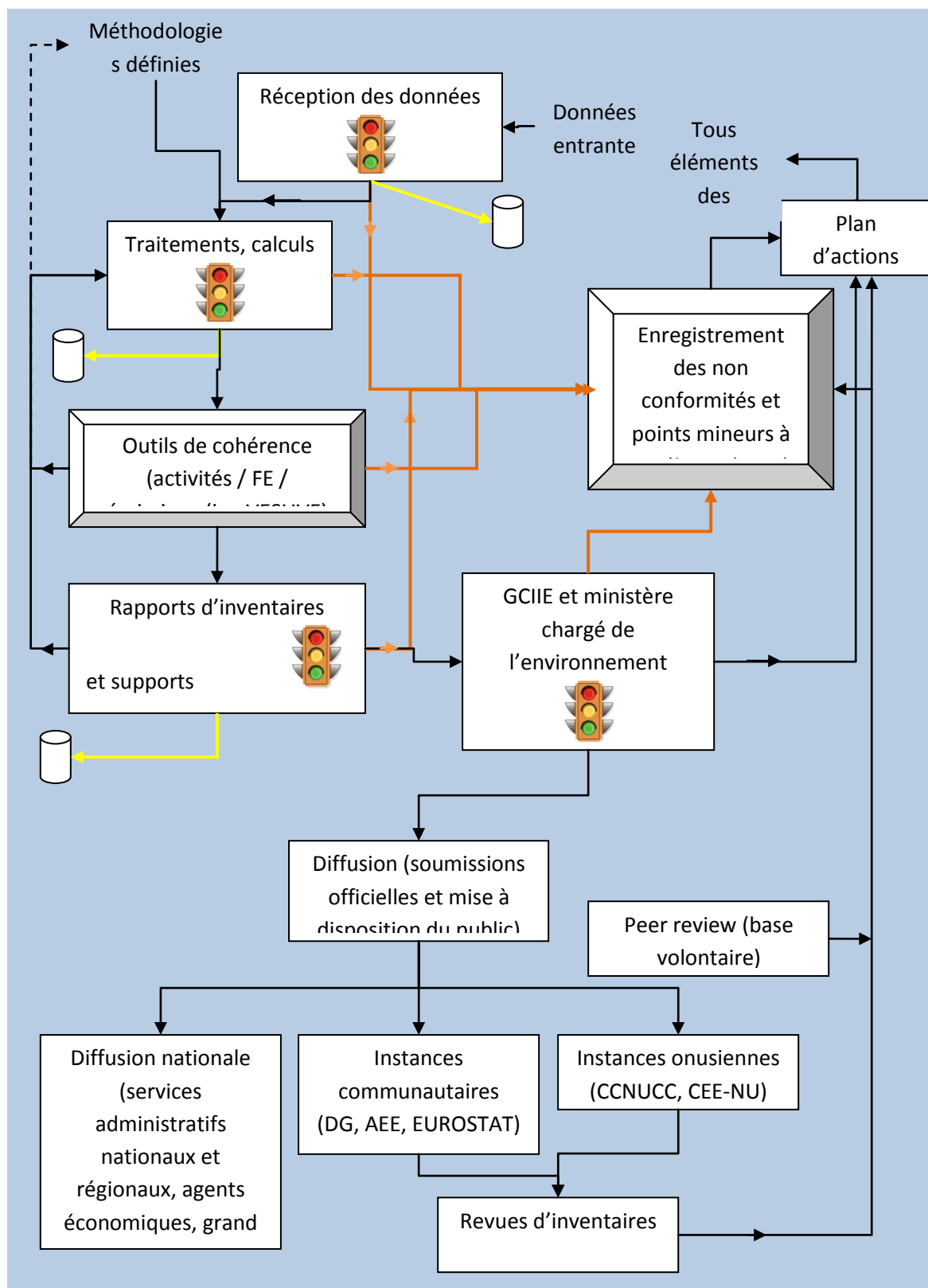
- L'assurance qualité mise en œuvre par les entités statistiques chargées d'élaborer certaines données dans le cadre des agréments reçus par l'Administration (bilan énergie, productions, etc.). Cette assurance qualité est donc intégrée en amont de l'inventaire proprement dit.
- Les revues diligentées par le Secrétariat des Nations Unies de la Convention Cadre sur les Changements Climatiques, tant en ce qui concerne les examens sur documents remis que les revues en profondeur effectuées dans les pays comme par exemple celles de janvier 2002, de mai 2007 et de septembre 2010 et 2016 dans le cas de la France. Ces revues donnent lieu à des rapports qui permettent d'introduire des améliorations. Bien que ces revues ne correspondent pas aux actions d'assurance qualité organisées par le pays, la nature et les résultats de ces revues sont totalement similaires à ce que produiraient des revues tierces organisées dans le cadre de l'assurance qualité du pays. De nombreuses améliorations introduites dans les inventaires de gaz à effet de serre proviennent de ces revues internationales.
- Les revues effectuées dans les différents cadres (CCNUCC, CEE-NU / LRTAP, CE / Mécanisme communautaire de surveillance des émissions de gaz à effet de serre, etc.) sont autant d'analyses d'experts qui participent chacune, vis-à-vis des autres cadres, à l'assurance qualité des inventaires d'émissions. A minima, ces analyses portent sur des éléments communs tels que les activités de certaines sources (e.g. l'énergie), mais aussi de divers autres aspects (organisation, incertitudes, etc.) du fait des éléments communs de rapportage et des fortes similarités entre ces exercices.
- Les examens ponctuels réalisés par diverses personnes ayant accès aux rapports d'inventaires disponibles au public ou faisant suite à des commentaires formulés par des tiers.

- Les échanges et actions bi et multi latérales conduites avec les organismes et experts étrangers chargés de réaliser des inventaires nationaux. La réalisation de revues complètes et approfondies par des tierces personnes se heurte à la double difficulté de la disponibilité des compétences et des ressources requises. Dans ce registre, des opérations bilatérales entre experts de deux pays limitées à certains secteurs et / ou polluants sont des formules qui associent intérêt et plus grande facilité de mise en œuvre. Une telle opération a été menée en juillet 2008 entre experts français et britanniques pour le secteur de l'agriculture et fin 2013/début 2014 entre experts français et allemands pour les émissions de gaz fluorés.

Les informations recueillies alimentent un outil dédié à l'enregistrement et au suivi de correction des non-conformités identifiées et des améliorations prévues, appelé RISQ². Cet outil est systématiquement consulté par tous les auteurs de fiches de calcul et de rapports lors de leur mise à jour et la réalisation des actions prévues est consignée et contrôlée par leur vérificateur.

Ces informations contribuent à améliorer les éditions suivantes des inventaires selon l'impact de la modification vis-à-vis, d'une part, de l'écart engendré dans les estimations et, d'autre part, des ressources et du temps nécessaire pour disposer des données et/ou mettre en œuvre des méthodes alternatives.

² RISQ : Réseau Intégré du Système Qualité



5 - Exemples de dispositions pratiques

Quelques exemples (non exhaustifs) d'opérations réalisées sont fournis :

- Méthodologie et traitement des données :
 - Tout développement de traitement des données inclut des tests de vérification de l'exactitude des calculs,
 - Un calcul distinct de l'ordre de grandeur du résultat est effectué,
 - Des indicateurs de bouclage sont introduits dans la mesure du possible,
 - Enregistrement de toutes les méthodes utilisées, des hypothèses associées, des modifications survenues,
 - Analyse de l'impact des méthodes nouvelles ou modifiées.
- Données d'activité et d'émissions :
 - Veille sur la méthode d'élaboration des statistiques utilisées afin de déceler les éventuels biais susceptibles d'affecter l'information utilisée (périmètre, structure, continuité de série, etc.),
 - Prise en compte de données spécifiques à certaines sources, notamment les données qui proviennent de la mise en œuvre des dispositions relatives au système d'échange de quotas de gaz à effet de serre (cf. section « methodology introduction_COM ») afin d'assurer une cohérence quasi totale,
 - Analyses de tendances, justification des écarts importants,
 - Test de présence, de plausibilité, de cohérence, etc.
- Non conformités :
 - Les non conformités décelées en interne ou signalées par des correspondants externes sont examinées (cause et effet), les procédures existantes sont corrigées, les actions correctrices (erratum) mises en place si nécessaire.
 - Les non conformités sont enregistrées pour permettre la mise en place d'actions correctives.

6 - Correspondance entre les procédures générales de niveau 1 du GIEC et celles du SMQ

Le tableau ci-après présente les relations entre les activités de contrôle qualité identifiées dans les bonnes pratiques du GIEC et les divers éléments du SMQ (processus, procédures, etc.).

| Activités de contrôle qualité | | Procédures | | Procédures (codes) | Processus impliqués (codes) | Modes opératoires (codes) | Enregistrements (codes) | Commentaires |
|-------------------------------|--|------------|--|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|---|--|
| 1 | Vérifier que les hypothèses et critères pour la sélection des données sur les activités et les facteurs d'émission sont documentés. | 1a | Comparer les descriptions des données sur les activités et les facteurs d'émission à l'information sur les catégories de source et s'assurer qu'elles sont consignées et archivées correctement. | INV-Pd-1.01 INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | |
| 2 | Vérifier l'absence d'erreur de transcription dans les entrées de données et les références. | 2a | Confirmer que les références bibliographiques sont citées correctement dans la documentation interne. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | |
| | | 2b | Vérifier par recoupement un échantillon de données d'entrée pour chaque catégorie de source (mesures ou paramètres utilisés pour le calculs) afin de rechercher des erreurs de transcription. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | bouclages, examen des tendances des séries historiques par applicatif interne |
| 3 | Vérifier que les émissions sont calculées correctement. | 3a | Reproduire un échantillon représentatif des calculs d'émissions. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | contrôle des modules de calculs par un vérificateur interne désigné |
| | | 3b | Simuler sélectivement des calculs d'un modèle complexe à l'aide de calculs abrégés pour évaluer l'exactitude relative. | INV-Pd-1.05 INV-Pd-1.02 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 INV-En-1.2.0-01 | validation du choix des méthodes par comparaison à des modèles simplifiés |
| 4 | Vérifier que les paramètres et les unités d'émission sont consignés correctement et que les facteurs de conversion appropriés sont utilisés. | 4a | Vérifier que les unités sont étiquetées correctement dans les feuilles de calculs. | INV-Pd-1.05 INV-Pd-1.01 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | cf. tables de références des unités + contrôle automatique des feuillets d'exportation des fiches méthodologiques par applicatif interne |
| | | 4b | Vérifier que les unités sont utilisées correctement du début à la fin des calculs. | INV-Pd-1.05 INV-Pd-1.01 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | applicatif interne |
| | | 4c | Vérifier que les facteurs de conversion sont corrects. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | contrôle automatique des feuillets d'exportation des fiches méthodologiques par applicatif interne |
| | | 4d | Vérifier que les facteurs d'ajustement temporel et spatial sont utilisés correctement. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | |
| 5 | Vérifier l'intégrité des fichiers de la base de données. | 5a | Confirmer que les phases de traitement des données appropriées sont représentées correctement dans la base de données. | INV-Pd-1.06 INV-Pd-1.04 | CIT-Pr-01 | INV-Mo-1.6.1 INV-Mo-1.6.2 | | |
| | | 5b | Confirmer que les relations entre les données sont représentées correctement dans la base de données. | INV-Pd-1.06 INV-Pd-1.04 | | | | |
| | | 5c | Vérifier que les champs de données sont étiquetés correctement et indiquent les spécifications de conception correctes. | INV-Pd-1.06 | | | | |
| | | 5d | Vérifier que la documentation appropriée de la base de données et la structure et le fonctionnement du modèle sont archivés. | INV-Pd-1.04 | | | | |

| Activités de contrôle qualité | | Procédures | | Procédures (codes) | Processus impliqués (codes) | Modes opératoires (codes) | Enregistrements (codes) | Commentaires |
|-------------------------------|---|------------|---|--|-----------------------------|--------------------------------|---|--|
| 6 | Vérifier la cohérence des données entre les catégories de source. | 6a | Identifier les paramètres (données sur les activités, constantes, etc.) communs à plusieurs catégories de sources et confirmer la cohérence des valeurs utilisées pour ces paramètres dans les calculs d'émissions. | INV-Pd-1.05 INV-Pd-1.01 | INV-Pr-01 | | Fi-SNAP, références des fiches méthodologiques cf. FM (INV-En-1.5.0-01/INV-En-1.5.0-02) et cartographie des liens entre les données communes des fiches méthodologiques | commentaires dans le logigramme du processus |
| 7 | Vérifier que le mouvement des données d'inventaires entre les phases de traitement est correct. | 7a | Vérifier que les données sur les émissions sont agrégées correctement, des niveaux de présentations inférieurs vers des niveaux supérieurs, lors de la préparation des récapitulatifs. | INV-Pd-1.06 | INV-Pr-01 | | | applicatifs externes et internes |
| | | 7b | Vérifier que les données sur les émissions sont transcrites correctement entre divers produits intermédiaires. | INV-Pd-1.04 | INV-Pr-01 | | CIT-En-0.2.0-02 CIT-En-0.2.0-03 | |
| | | | | INV-Pd-1.04 INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | CIT-En-0.2.0-05 CIT-En-0.2.0-06 INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | cohérence des données sources et des versions des rapports |
| 8 | Vérifier que les incertitudes des émissions et absorptions sont estimées ou calculées correctement. | 8a | Vérifier que les qualifications des personnes apportant une opinion d'experts sur l'estimation de l'incertitude sont appropriées. | CIT-Pd-7.01 | CIT-Pr-07 | | CIT-En-7.1.0-05 CIT-En-7.1.0-03 | |
| | | 8b | Vérifier que les qualifications, hypothèses et opinions d'experts sont consignées. Vérifier que les incertitudes calculées sont complètes et calculées correctement. | CIT-Pd-0.02 | | | CIT-En-0.2.0-02 | |
| | | 8c | Au besoin, dupliquer les calculs d'erreurs ou un petit échantillon des distributions de probabilité utilisés par l'analyse Monte Carlo. | Approche "Monte-Carlo" à développer et appliquer sur quelques secteurs | | | | |
| 9 | Effectuer un examen de la documentation interne. | 9a | Vérifier qu'il existe une documentation interne détaillée à la base des estimations et permettant la duplication des estimations d'émissions et d'incertitudes. | INV-Pd-1.06 | INV-Pr-01 | | | + OMINEA |
| | | 9b | Vérifier que les données d'inventaire, données justificatives et dossiers sont archivés et stockés pour faciliter un examen détaillé. | INV-Pd-1.06 + CIT-Pd-0.03 | INV-Pr-01 | INV-Mo-1.6.01 INV-Mo-1.6.02 | | |
| | | 9c | Vérifier l'intégrité de tout système d'archivage de données par des organisations externes participant à la préparation de l'inventaire. | CIT-Pd-0.03 | | | | |

| Activités de contrôle qualité | | Procédures | Procédures (codes) | Processus impliqués (codes) | Modes opératoires (codes) | Enregistrements (codes) | Commentaires |
|-------------------------------|--|------------|--|-----------------------------|---------------------------|--|--|
| 10 | Vérifier les changements méthodologiques et les changements relatifs aux données à l'origine de recalculs. | 10a | Vérifier la cohérence temporelle des données d'entrée des séries temporelles pour chaque catégorie de source. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | | contrôle base de données et enregistrement du suivi par applicatif interne |
| | | 10b | Vérifier la cohérence des algorithmes/méthodes utilisés pour le calcul pour la totalité des séries temporelles. | INV-Pd-1.02 | INV-Pr-01 | INV-En-1.2.0-01 | |
| 11 | Effectuer des vérifications de l'exhaustivité. | 11a | Confirmer que les estimations sont présentées pour toutes les catégories de source et pour toutes les années, depuis l'année de référence appropriée jusqu'à la période de l'inventaire courant. | INV-Pd-1.01 INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 | contrôle base de données par applicatif interne |
| | | 11b | Vérifier que les lacunes connues en matière de données, à l'origine d'estimations incomplètes pour des catégories de sources, sont documentées. | INV-Pd-1.05 | INV-Pr-01 | Fi-SNAP + fiches méthodologiques (INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02) | |
| 12 | Comparer les estimations à des estimations antérieures. | 12a | Pour chaque catégorie de source, comparer les estimations de l'inventaire courant à celles des inventaires antérieurs. En cas de variations importantes ou de variations par rapport à des tendances prévues, vérifier de nouveau les estimations et expliquer toute différence. | INV-Pd-1.05 INV-Pd-1.02 | INV-Pr-01 | (modification des fiches méthodologiques) INV-En-1.5.0-01 INV-En-1.5.0-02 INV-En-1.2.0-01 | +INV-Pd-1.02 pour les changements de méthode utilisation d'un applicatif interne |

Les définitions des composantes mentionnées dans le tableau précédent telles que procédures, processus, modes opératoires, etc. sont explicitées dans le tableau suivant.

| Processus | | Procédures/ modes opératoires | | Documents/ enregistrements | |
|-----------|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|----------------------------|---|
| Code | Intitulé | Code | Intitulé | Code | Intitulé |
| INV-Pr-01 | Réalisation des inventaires | INV-Pd-1.01 | Référentiels | | |
| | | INV-Pd-1.02 | PAM Méthodes | INV-En-1.2.0-01 | Améliorations GCIE |
| | | INV-Pd-1.03 | Collecte des données | | |
| | | INV-Pd-1.04 | Traitement des données | | |
| | | INV-Pd-1.05 | Fiches méthodologiques | | |
| | | INV-Pd-1.06 | Bases de données | INV-Mo-1.6.1 | NAD |
| | | | | INV-Mo-1.6.2 | GIC (Grandes Installations de Combustion) |
| | | INV-Pd-1.07 | Rapports | | |
| x | Ensemble des processus | CIT-Pd-0.0.3 | Sauvegarde informatique | | |

QUALITY ASSURANCE AND QUALITY CONTROL PROGRAMME

In case of discrepancies between English and French versions, the French one has to be considered as the official relevant version.

Preparing an emissions inventory is a complex task in terms of:

- the large amount of data to be handled,
- the wide range of information sources in quantitative and qualitative terms,
- methodologies to be applied to quantify each emitting activity in the most effective way,
- the need to supply the most relevant and accurate information possible, taking into account resource constraints and complying with deadlines,
- the guarantee of compliance with basic qualities inherent to the inventories (consistency, exhaustiveness, traceability, etc.).

It is essential to put in place a mechanism for quality assurance and quality control in order to fulfil this task satisfactorily.

1 - Quality management

The national emissions inventory system is set up, by incorporating the usual criteria applicable to **Quality Management Systems (QMS)**. CITEPA, in charge of preparing the national emissions inventories from a technical viewpoint, has put in place a system for quality assurance and quality control based on the **ISO 9001 standard**. This approach has been confirmed by the fact that CITEPA was awarded a certificate issued by the French Quality Management Body (AFAQ) in 2004. This was renewed in 2007, 2010, 2013 and follow-up audits were conducted in between. The task of preparing the national emissions inventories is covered by the QMS via several specific processes (see Quality Manual - confidential in-house document).

In this framework, several processes for quality assurance and quality control of the inventories are incorporated into the different processes and procedures implemented, corresponding to the different phases and actions on the following points:

- general functions : reviews, resource management, planning, tracking legislative, policy, scientific and technological developments, participation in work outside CITEPA linked to the emission inventories.
- choice, implementation and development of methodologies as well as the choice of information sources and data collection. The processes for choosing the methods are clearly defined, particularly with regard to the reference frameworks and characteristics of relevance and permanence expected from the data sources. These choices are generally made in consultation with the stakeholders and experts in the areas concerned. Changes in methodology are submitted for approval by the Emissions Inventory Consultation and Information Group (GCIIE).
- developing calculating methods, particularly models for calculating emissions, data bases, reporting.
- high level of traceability and transparency.
- implementing and registering controls at key and risk stages in conducting the inventories, via multiple in-house controls both on input data, calculations, data bases, reports, data storage, monitoring changes (corrections of mistakes or improvements), cases of non-compliance. Several tools designed to accompany these controls have been developed.

- validating and approving the results of the inventories, following the opinion issued by the GCIE.
- validating and approving the reports and other means of communication by the Ministry in charge of Environment.
- systematic archiving of the elements needed to ensure the required traceability.
- disseminating the corresponding information and products.
- compatibility with EU requirements in terms of disseminating data and characteristics of emission inventories that the European Commission needs. In particular, in order that the latter can prepare the EU inventories on the basis of the Member States' inventories and thereby contribute to fulfilling the quality requirements set at EU level (ie regarding greenhouse gases which are monitored under specific legislative arrangements).
- permanently improving the quality of estimations by developing procedures to avert possible systematic errors, reduce the corresponding uncertainties, extend coverage of substances and emission sources, etc. aimed at meeting quality targets. An action plan is drawn up and regularly updated. It incorporates the required and possible improvements, taking into account the GCIE's recommendations.
- assessing the implementation of quality assurance and quality control arrangements, in particular the targets and the quality plan.

2 - Quality targets

The overall objective of the quality assurance and quality control programme focuses on the production of national emissions and sinks inventories in line with requirements issued in the different national and international frameworks covered by the SNIEBA. These requirements concern the definition, implementation and application of procedures and methods aimed at meeting the criteria on traceability, exhaustiveness, consistency, comparability and punctuality required by international and EU institutions, as part of the commitments France has signed up to.

In particular, this overall objective breaks down into sub-elements:

- preparing the reports (particularly the national inventory reports for certain Protocols and EU Directives) in line with the content and presentation criteria that may be applied (analyses of trends, uncertainties, quality assurance and quality control, national inventory system, methods used, etc.),
- supplying the required basic sectoral data in the predefined report formats (CRF, NFR, LCPs, etc.) and: additional explanations, using defined note codes, changes introduced over the last year, retrospective adjustments, specific data (particularly for LULUCF under Articles 3.3 and 3.4 of the Kyoto Protocol), etc.
- developing appropriate procedures for choosing methods and reference nomenclatures, data collection, processing, validation, archiving and saving,
- ascertaining the quantitative uncertainties involved in the estimations,
- identifying and removing inconsistencies,
- developing quality assurance procedures,
- contributing to continuously improving the inventories by:
 - seeking and implementing more relevant and more accurate methods and/or data,
 - issuing recommendations to the various bodies involved in the national emissions inventory system, and other bodies, including at international level,
 - taking part in international work on issues linked to emissions inventories and sinks,
 - cooperating with other countries on these same aspects,
 - complying with EU and international deadlines for submitting emission inventories,
 - seeking to achieve efficiency in the work carried out (relevance, accuracy, implementing methods as opposed to means, etc.) aimed at meeting the needs for determining emissions and sinks.

3 - Quality control

Quality control is incorporated into the different phases of the processes and procedures developed by the bodies involved in the national system in order to achieve the objectives and targets set.

The CITEPA, the body responsible for the technical coordination and compilation of the inventories is in charge of monitoring quality control and issues recommendations aimed at improving, completing and developing the necessary processes and procedures.

These procedures can be automatic or manual, take the form of a check-list, feasibility, consistency, exhaustiveness, trend analysis and simulation tests, etc. They are implemented at several stages in the process of conducting the inventory. Some of these are presented in detail below:

➤ Input data

- Monitoring data collection (required steps, actual publication, reminders, etc.),
- Actual gathering (delivery, downloading from Internet, data actually presented to CITEPA),
- Compliance of the contents in quantitative (complete flow) and qualitative terms (possible observations regarding the sampling, change in scope, methodology which may lead to a statistical gap, etc.).
- Registering and archiving the raw data before processing.

➤ Data processing

This is mainly carried out by means of calculation sheets, each one focusing on a category of emission fiches sources (the SNIEBA comprises over 100 such sheets).

Thus each sector calculation sheet contains its own internal controls. These are in-house tests aimed at ensuring the accuracy of the calculations (for example, checking the sub-totals, displaying the trends at the most detailed activity level) and consistency with the values calculated and transferred to the system of national data bases. Similarly, sources and assumptions are particularly carefully documented in order to guarantee traceability.

➤ Control and in-house approval of the results

Before being transferred to these data bases, several stages of additional checks are conducted. Each sectoral calculation sheet is checked by its author by means of a tool specifically designed for this purpose by CITEPA. This tool is known by its French acronym VESUVE³. It not only enables the consistency between emission factors, activities and emissions of all pollutants to be checked, but it also makes it possible to graphically display trends in activities, emission factors and emissions of all the pollutants for the previous editions of the inventory and the edition under preparation. The trends observed between the two editions are systematically analysed and commented on by the author of the calculation sheet.

Each sectoral calculation sheet then undergoes at a minimum a check by a third person and by a second person ranking higher in the internal hierarchy in the case of methodological changes. In particular, the check carried out focuses on the consistency and transparency of the method, referencing the data used, treatment of possible cases of non-compliance or scheduled improvements (cf. application of RISQ in paragraph 4 below) and registering the checks conducted using VESUVE.

In particular, this concerns the representativeness of the information (definition, field, relevance, accuracy, etc.), the relevance of and compliance with the methods, the suitability of the processing tools and the formats used for forwarding and disseminating the results obtained.

An additional control stage occurs when the methodological report known by its acronym, OMINEA, is compiled, during which a new review of developments concerning methods and emission factors is carried out (justification of the developments, explanation of methods, referencing sources, etc.). Similarly, compiling the inventory report provides the opportunity to conduct an overall check of the results. These two types of report are carried out by persons not having or only partially having worked of the preceding stages of data processing.

³ VESUVE : verification and follow-up of inventory sheets (the acronym is built on the French wording)

Given the considerable amount of data collected and processed in the different areas concerned, it is important to examine the corresponding documentation from each of the bodies involved. This is particularly relevant for the procedures concerning the quality management processes put in place by the CITEPA to this end (CITEPA was awarded the ISO 9001 certification) for preparing the emission inventories.

For the compiling of the inventories, almost all of the general Tier 1 specifications set out in the IPCC Good Practice Guide are applied. Specifications pertaining to certain Tier 2 source categories are implemented on a case-by-case basis, mainly in the "industry", "transport" and agriculture sectors and, to a lesser extent, in the other sectors. In particular, access and use of data on individual sources or detailed source sub-sets lead to the application of specific procedures. The QMS is particularly concerned with:

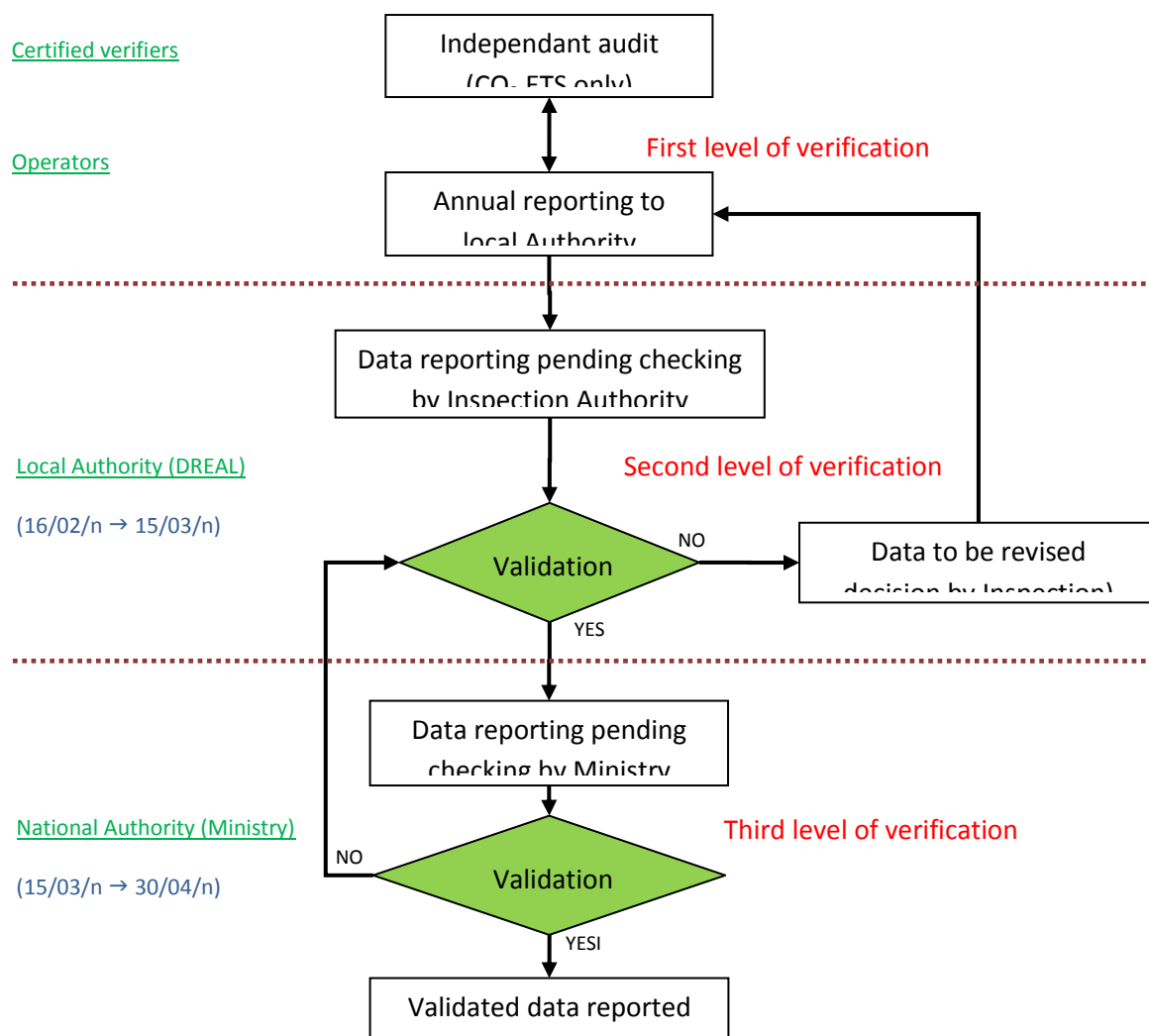
- ensuring availability of the documentation used for emissions inventories,
- filing and archiving all data and information used for each inventory,
- keeping certain data confidential if need be.

The table presented in paragraph 5 below provides the list of checks made with reference to the IPCC Good Practice Guide. Many other actions can be added to this. See also the diagram after paragraph 4.

4 - Quality assurance

Quality assurance is provided through several measures designed to subject the inventories to reviews for the purpose of obtaining comments and assessments from stakeholders, generally with expert knowledge. More specifically, the following actions are in place, some of which have been incorporated into the inventory system and subsequently into the QMS (see diagram below):

- comments from members of the Emissions Inventories Consultation and Information Group (GCIIE). These experts have their own data to cross-check methodology elements.
- assessments made by regional authorities (DREAL) on activity-specific data or pollutant emissions as reported under the annual reporting mechanism. They apply to more than 10 000 installations including all ETS plants. It should be noted that compliance with the second verification level cannot be approved unless the first level of verification is satisfactory.

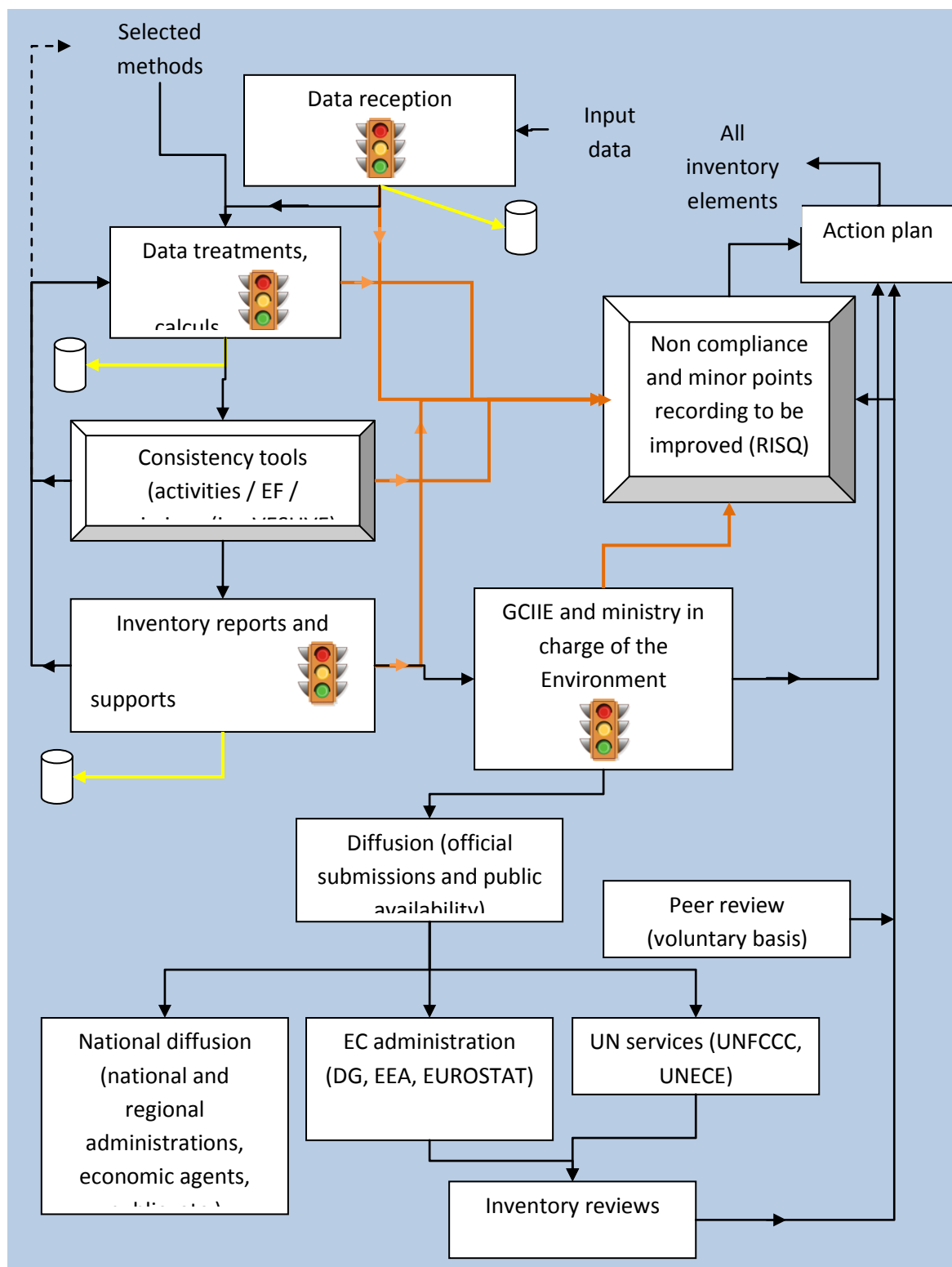


- quality assurance implemented by the statistics bodies in charge of producing certain data having been officially approved to do so by the administration (energy balances, production, etc.). This quality assurance is thus incorporated ahead of the work of preparing the inventory.
- reviews conducted by the UNFCCC Secretariat, both focusing on the documents submitted and the in-depth country reviews such as those conducted in January 2002, May 2007, September 2010 and 2016 in France. These reviews result in reports which make it possible to introduce improvements. Although these reviews do not relate to quality assurance actions managed by the country, the nature and the results of these reviews are totally similar to what third-party reviews in the frame of national quality assurance actions would yield. Several improvements introduced in the greenhouse gas emissions inventory are a result of these international reviews.
- The reviews conducted in the different frameworks (UNFCCC, UNECE / LRTAP, European Commission / EU Greenhouse Gas Emissions Monitoring Mechanism, etc.) are expert analyses, each of which contributes to quality assurance of the emissions inventories. At the least, these analyses focus on common elements, such as activities of certain sources (e.g. energy), but also various other aspects (organisation, uncertainties, etc.) as a result of the common reporting aspects and strong similarities between these exercises.
- Periodical examinations conducted by various experts with access to the publicly available emissions inventories or following comments made by third parties.

- Exchanges and bi- and multilateral actions carried out with foreign bodies and experts in charge of conducting national inventories. The task of conducting complete and in-depth reviews by third parties comes up against the double difficulty of whether the required skills and resources are available. In this context, bilateral operations between experts of two countries restricted to certain sectors and/or pollutants are an interesting option and are easy to put into practice. Such an operation was conducted in July 2008 between French and British experts for the agriculture sector and in late 2013 / early 2014 between French and German experts for fluorinated gases emissions.

The information gathered feeds into a tool for registering and monitoring the correction of the cases of non-compliance identified and the improvements planned. This tool, which is known by its French acronym RISQ, is systematically consulted by the authors of calculation sheets and reports when they are updated. Implementing the action planned is consigned and checked by their verifier.

The information helps to improve the subsequent editions of the inventories, depending on the impact of the changes with regard to the resulting difference in the estimations and to the resources and time needed to obtain the data and/or implement alternative methods.



5 - Examples of practical actions

A few (non-exhaustive) examples of operations carried out are given:

- Methodology and data processing:
 - All data processing developments include tests to check the accuracy of the calculations,
 - A further calculation is made which is separate from the order of magnitude of the result obtained,
 - Indicators to check overall consistency in the calculations are introduced as far as possible,
 - Records are kept of all the methods used, associated assumptions, and changes made,
 - The impact of new or amended methods is analysed.
- Activity and emissions data:
 - A close watch is kept on the method to produce the statistics CITEPA uses in order to detect possible biases which could affect the information used (scope, structure, series continuity, etc.),
 - Data specific to certain sources are taken into account, particularly data resulting from the implementation of the requirements under the EU Emissions Trading Scheme (cf. section B.1.1) in order to ensure almost total consistency,
 - Trend analyses, justification of significant differences,
 - Exhaustiveness, feasibility and consistency tests, etc.
- Cases of non-compliance:
 - Cases of non-compliance detected internally or notified by outside correspondents are examined (cause and effect), the existing procedures are corrected, the remedial measures are implemented if need be.
 - Cases of non-compliance are recorded to enable remedial measures to be implemented.

6 - Links between the general procedures at Level 1 of IPCC and those of the QMS

The tables below presents:

- The links between the quality control activities identified in the IPCC guidelines and the various elements of the QMS (processes, procedures, etc.),
- The definitions of the components mentioned such as procedures, processes, operating modes, etc.

The tables are not translated in English, see corresponding section in the French text.

PREPARATION DES INVENTAIRES, COLLECTE DES DONNEES, TRAITEMENTS ET ARCHIVAGE

(English translation available after the French text)

Cette section décrit les principales composantes et caractéristiques techniques du système national d'inventaires des émissions de polluants et de bilans dans l'atmosphère (SNIEBA).

1 - Principe et champ général

Le système national d'inventaire des émissions de polluants et de gaz à effet de serre dans l'atmosphère est conçu sur le principe de l'unicité du système répondant à la multiplicité des demandes. Toutefois, le SNIEBA ne prétend pas répondre à l'avance à tous les besoins qui pourraient être formulés dans le domaine très étendu des inventaires d'émissions. Il vise à pouvoir s'adapter pour répondre à ceux qui ont reçu l'agrément des pouvoirs publics et qui justifient de par leurs caractéristiques et leur intérêt d'être couverts par le système national.

De fait, le SNIEBA est conçu pour répondre à des demandes récurrentes et dont le contenu est bien spécifié afin de justifier le développement des processus et des outils mis en œuvre. Des besoins ponctuels peuvent éventuellement être satisfaits par le système au moyen de procédures connexes développées à cet effet. Une condition technique impérieuse porte sur la compatibilité de la demande en termes de concept, de couverture et de résolution des substances, des catégories de sources, des caractéristiques spatio-temporelles, etc. avec les caractéristiques actuelles du SNIEBA.

Le SNIEBA fait l'objet d'une actualisation régulière pour assurer dans toute la mesure du possible le respect des spécifications définies au plan international par la Commission européenne et les Nations unies.

Le SNIEBA offre également un intérêt important au plan national en produisant de nombreuses données et analyses mais aussi comme base de cadrage pour des études à l'échelle régionale ou locale en particulier en ce qui concerne les aspects méthodologiques, les référentiels, etc. De nombreuses données élaborées au cours du processus et disponibles dans le SNIEBA sont également géoréférencées et utilisables pour des applications à l'échelle régionale ou locale. Ces données sont également utilisables par des applications connexes utilisées pour la détermination des rejets dans des cadres déclaratifs (tels que E-PRTR, SEQE, etc.).

2 - Caractéristiques requises pour les inventaires d'émissions

Les inventaires d'émissions doivent généralement présenter les caractéristiques décrites ci-après afin d'être effectivement utilisables. Ces caractéristiques sont des exigences formelles dans le cas des inventaires réalisés dans le cadre des Conventions internationales (CCNUCC, CEE-NU / CLRTAP) et des directives de l'Union européenne. La conception et le développement du SNIEBA sont effectués afin d'être compatibles avec ces caractéristiques qui sont :

- **exhaustivité** : toutes les sources entrant dans le périmètre défini par le ou les inventaires doivent être traitées.
- **cohérence** : les séries doivent être homogènes au fil des années.
- **exactitude / incertitude** : les estimations doivent être aussi exactes que possible compte tenu des connaissances du moment. Ces estimations ne pouvant souvent être très précises compte tenu de la complexité des phénomènes mis en jeu et des difficultés à les mesurer ou les modéliser, elles doivent être accompagnées des incertitudes associées.
- **transparence** : les méthodes et les données utilisées doivent être clairement explicitées pour pouvoir être évaluées dans le cadre de la validation et de la vérification. En conséquence, la traçabilité des données est indispensable. Les données doivent être enregistrées et accessibles. Cette caractéristique est également très utile pour la mise à jour ou la comparaison des

inventaires. Cependant, elle peut être limitée dans quelques cas par le respect de la confidentialité.

- **comparabilité** : les inventaires doivent autant que possible pouvoir être comparés. Cette comparaison peut porter sur les aspects géographiques et temporels aussi bien que sur les sources prises en compte (mêmes sources, mêmes méthodologies dans le même espace-temps). Cette qualité requiert généralement une adéquation avec les autres qualités citées ci-dessus et l'utilisation de référentiels identiques ou au moins compatibles.
- **confidentialité** : le respect de certaines règles légales ou contractuelles limite l'accès à certaines informations. Les données communiquées dans les inventaires doivent respecter les règles de confidentialité qui sont éventuellement définies.
- **ponctualité** : le dispositif d'élaboration des inventaires doit permettre de produire ceux-ci dans les délais requis.

3 - Dispositions opérationnelles relatives à l'élaboration et au rapport des émissions

Les inventaires d'émission comportent deux phases types (voir schéma page suivante) :

- une **phase d'élaboration des émissions** des différentes sources émettrices prises en compte en fonction des spécifications de chaque inventaire. Le système d'inventaire doit, au titre de cette phase, considérer des entités suffisamment fines quant au type de source émettrice pour que l'estimation des rejets soit tout à la fois aussi exacte que possible, et qu'elle se conforme autant que possible aux critères définissant l'appartenance aux différentes catégories visées dans la phase de rapport des émissions. L'application de cette clause à l'ensemble des demandes que le système doit satisfaire, conduit à décomposer les types de source en éléments assez fins en fonction :
 - o du secteur, de la branche ou de l'activité économique,
 - o du type de procédé,
 - o de la nature des équipements utilisés,
 - o de la présence et du type d'équipements de prévention ou de réduction des émissions,
 - o de la capacité de production ou de fonctionnement de l'installation,
 - o de l'âge de l'installation ou de l'ancienneté de certains équipements,
 - o de divers paramètres liés aux conditions opératoires, etc.

Cette phase d'élaboration se décompose en deux étapes :

- o une étape préalable de mise en place des termes de référence, du choix des méthodologies, d'identification des données (source, disponibilité, confidentialité, etc.), des procédures de calcul, etc. Ces éléments sont ajustés suite aux retours des exercices précédents, des revues nationales et internationales, etc.
- o une étape d'application des dispositions définies précédemment relative à la collecte et au traitement des données qui englobe validation, archivage, calculs, mise en œuvre de modèles, consolidation, etc.
- une **phase de rapport des émissions** des différentes sources émettrices prises en compte en fonction des catégories définies dans les formats spécifiques de rapportage. Ces derniers font partie des spécifications requises de la part des instances internationales comme les Nations unies et la Commission européenne.

Le tableau ci-dessous dresse la liste des principaux formats produits par le SNIEBA.

| Inventaire | Nom du format opérationnel |
|---------------------|--|
| CCNUCC et CCNUCC-KP | Common Reporting Format (CRF) |
| CEE-NU et NEC | Nomenclature For Reporting (NFR) |
| CEE-NU (EMEP) | EMEP (NFR limité en résolution mais grille 50 x 50 km) |
| GIC | GIC (partie sur une base individuelle et partie agrégée) |
| SECTEN | SECTEN niveaux 1 et 2 |

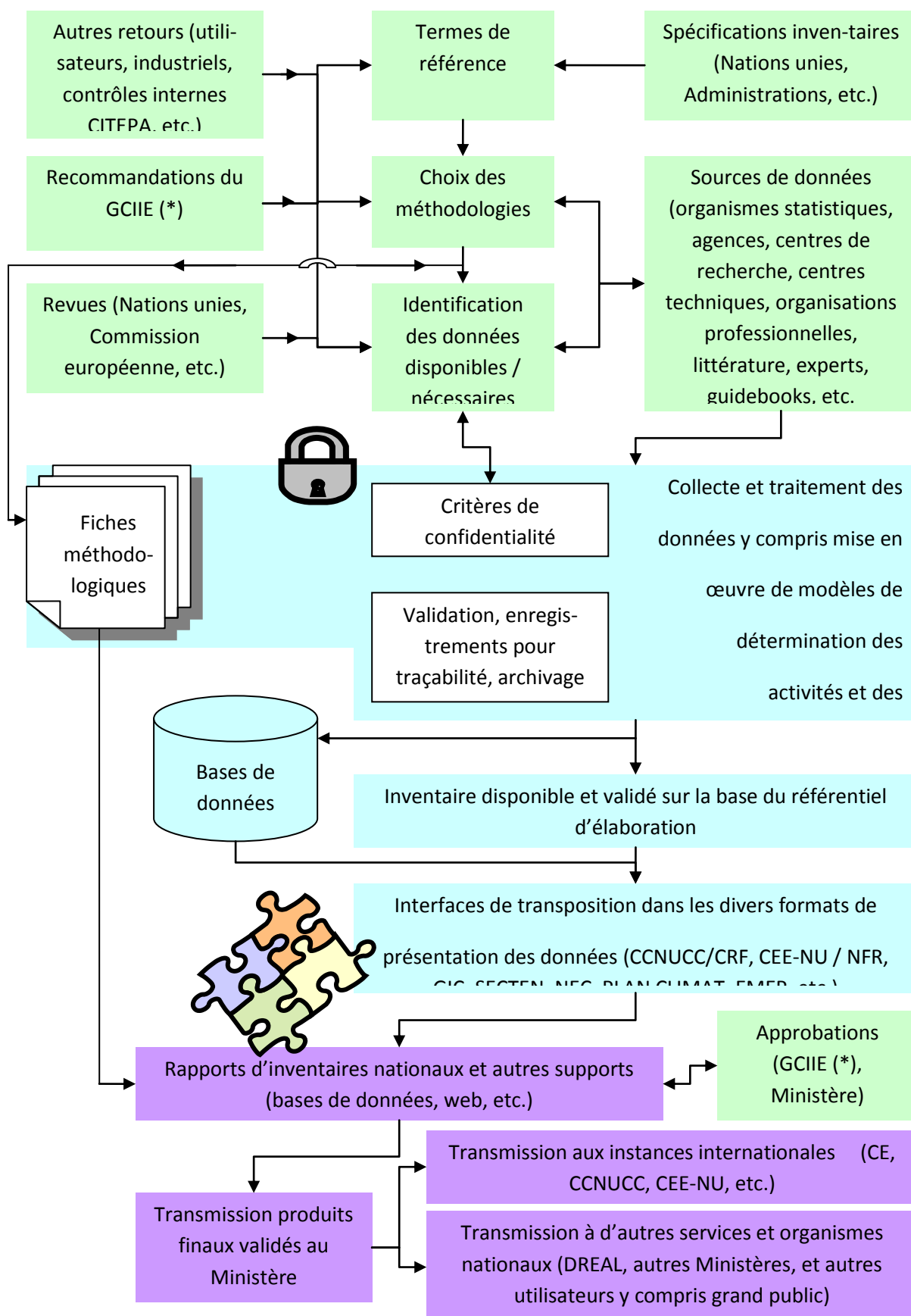
| NAMEA | NAMEA |
|-------------|--|
| PLAN CLIMAT | PLAN CLIMAT (CRF avec arrangements de certains items visant à reconstituer pour partie des secteurs économiques traditionnels) |

Les différences passées ou à venir entre les formats des inventaires s'inscrivant dans le cadre des conventions des Nations unies et les directives européennes sont explicitées en annexe 5.

Le format pour le protocole de Kyoto comporte des éléments additionnels spécifiques relatifs à l'UTCATF et en particulier à l'application des articles 3.3 et 3.4 du protocole.

A noter également que la transmission des inventaires CEE-NU et CCNUCC / CCNUCC-KP à la Commission européenne comporte des états complémentaires spécifiques à leur intégration dans l'inventaire d'ensemble de l'Union européenne.

Schéma opérationnel simplifié du système d'inventaire



(*) Groupe de concertation et d'information sur les inventaires d'émission

4 - Référentiels

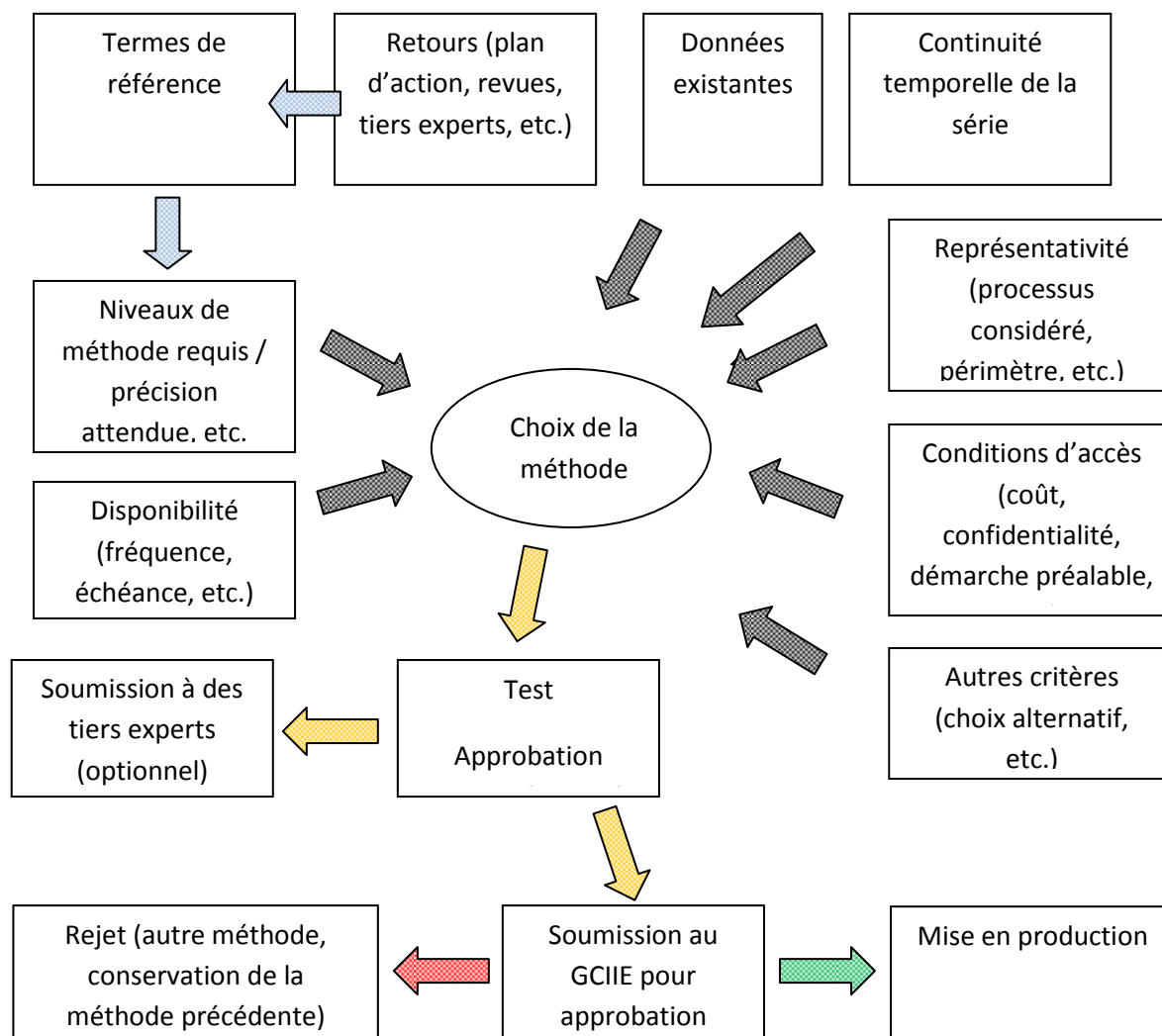
Les différents éléments constitutifs des inventaires d'émission doivent être définis avec soin et de façon transparente. Les référentiels utilisés doivent également assurer la compatibilité avec les exigences internationales et les différentes applications supportées par le SNIEBA. Les éléments faisant appel à des référentiels sont :

- les substances et les formes physico-chimiques à considérer (par exemple les oxydes d'azote en équivalent NO₂, le dioxyde de carbone sous forme de CO₂ et non de C, etc.),
- les types de sources émettrices pour l'élaboration,
- les combustibles,
- les catégories de sources pour le rapport des émissions,
- la relation entre sources émettrices et catégories de sources pour le rapport des émissions,
- la nature des sources (grandes sources ponctuelles, grandes sources linéaires, grandes installations de combustion, sources mobiles, sources fixes, etc.),
- la couverture et le découpage du territoire (inclusion ou non des territoires situés outre-mer, découpage administratif ou maillé, etc.),
- les méthodes d'estimation,
- les divers paramètres utiles dans le système.

| Elément | Nom du référentiel | Source | Commentaire |
|---|--|--|---------------|
| Activité émettrice (niveau élaboration) | Selected Nomenclature for Air Pollution (SNAP) | EMEP / CORINAIR (SNAP 97) adaptée par le CITEPA (SNAP 97c) | Voir annexe 1 |
| Combustible (niveau élaboration) | Nomenclature for Air Pollution of FUEls (NAPFUE) | EMEP / CORINAIR (NAPFUE 94) complétée par le CITEPA (NAPFUE 94c) | Voir annexe 2 |
| Catégories de sources pour CCNUCC | Common Reporting Format (CRF) | CCNUCC / GIEC | Voir annexe 3 |
| Catégories de sources pour CEE-NU / LRTAP | Nomenclature For Reporting (NFR) | CEE-NU | Voir annexe 3 |
| Catégories de rapport Plan Climat | Catégories Plan Climat | Ministère / DGEC | Voir annexe 4 |
| Entités géographiques | Nomenclature des Unités Territoriales Statistiques (NUTS), Administratives | EUROSTAT et INSEE | Voir annexe 5 |

5 - Choix des méthodologies

S'agissant de la conception des éléments de l'inventaire, le choix des méthodes d'estimation prend en compte divers aspects et passe par une étape de test et d'approbation du GCIE comme illustré dans la figure ci-après. L'approche rationnelle de ces choix est développée dans la section « rationale_COM » du présent rapport.



6 - Nature des données collectées

Les données sont de natures très diverses et en quantités assez considérables. Les informations utilisées sont décrites précisément dans chaque section du présent rapport relativement aux différents types de sources et de polluants.

La liste ci-dessous relative à la nature des données ne saurait prétendre à l'exhaustivité mais regroupe l'essentiel des cas rencontrés :

- statistiques publiques ou non produites par les organismes spécialisés de l'Administration ou dûment mandatés par elle. A ce titre s'attachent la plupart des principaux flux de données utilisés dans l'inventaire concernant la détermination du paramètre « activité » (consommations d'énergie, productions industrielles, recensement agricole, inventaire forestier, données socio-économiques, etc.). Le tableau suivant issu de l'arrêté du 24 août 2011 comporte nombre de postes appartenant au présent item. Au premier rang figure le bilan énergétique national désormais sous la responsabilité du ministère chargé de l'environnement. S'y ajoutent les statistiques produites par l'INSEE, des données de trafic aérien de la DGAC, etc.

| Secteur | Type de données | Organisme actuel émetteur des données |
|--|--|--|
| Energie | Bilan de l'énergie | |
| | Consommations d'énergie en France | |
| | Consommation et ventilation des produits pétroliers à usage non énergétique | Ministère chargé de l'environnement (CGDD) |
| | Consommations d'énergie dans l'industrie. | |
| | Consommations d'énergie dans le résidentiel et le tertiaire | et Ministère chargé de l'industrie (INSEE) |
| | Consommation d'énergies renouvelables dans l'industrie et le résidentiel/tertiaire | |
| | Bilan de la pétrochimie | |
| | Déclaration annuelles des rejets polluants de certaines installations classées | Ministère chargé de l'environnement (DGPR) |
| | Consommations d'énergie dans les industries agricoles et alimentaires (IAA) | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche (SSP) |
| | Comptes des transports de la nation | Ministère chargé des transports (CGDD, DGITM, DGAC) |
| Procédés industriels | Statistiques du transport maritime | |
| | Statistiques du transport aérien | |
| | Déclarations des rejets polluants de certaines installations classées | Ministère chargé de l'environnement (DGPR) |
| | Production des IAA. - Enquêtes de branches | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche (SSP) |
| | Statistiques industrielles | Ministère chargé de l'industrie (INSEE) |
| Utilisation de solvants et autres | Inventaire des fluides frigorigènes | ADEME / Mines ParisTech |
| | Déclarations des rejets polluants de certaines installations classées | Ministère chargé de l'environnement (DGPR) |

| | | |
|---|---|--|
| produits | Production, imports et exports, consommation de peinture/encre/colle | Ministère chargé de l'industrie (INSEE) |
| Agriculture | Statistiques agricoles | |
| | Caractérisation des modes d'élevage (mode de gestion des déjections, bâtiments), caractérisation des pratiques culturales | Ministère chargé de l'agriculture et de la pêche (SSP), INRA |
| | Facteurs d'émission | |
| UTCATF (utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie) | Statistiques forestières | |
| | Utilisation du territoire | Ministère chargé de l'agriculture (SSP) |
| | Récolte de bois et production de sciages | |
| | Accroissement et stocks forestiers en métropole | IFN |
| | Température/rayonnement solaire global | Réseau RenEcofor/ONF |
| Déchets | Inventaire des installations de traitement des déchets ménagers et assimilés | ADEME et Ministère chargé de l'Ecologie (DGPR) |
| | Statistiques déchets de soins à risques | |
| | Statistiques déchets industriels | |
| | Déclarations des rejets polluants | Ministère chargé de l'environnement (DGPR) |
| | Surveillance dioxines/métaux lourds des usines d'incinération | |

- statistiques professionnelles provenant d'organismes représentatifs d'un secteur d'activité (syndicats, fédérations, etc.). Ces organismes sont dans nombre de cas producteurs de statistiques officielles et mandatées par des organismes statistiques publics. Ils disposent aussi de données accessibles mais généralement diffusées dans des cercles plus restreints. C'est le cas pour de nombreux secteurs industriels (chimie, sidérurgie, chauffage urbain, etc.). Il convient de citer particulièrement les publications du CPDP et notamment la parution annuelle de « Pétrole » qui produit un grand nombre de données utilisées dans les inventaires.
- données administratives qui résultent :
 - d'une part, de la mise en œuvre de dispositions réglementaires. Le flux le plus notable s'inscrivant dans cet item est la déclaration annuelle des rejets des installations classées soumises à autorisation qui conduit plus de 10 000 exploitants de l'industrie et de l'agriculture principalement à remplir des déclarations par voie électronique chaque année concernant leurs rejets dans l'air, dans l'eau, dans les déchets et les transferts. Ce dispositif est conçu pour répondre à plusieurs usages dont l'alimentation des inventaires d'émission dans l'air, le rapportage à l'E-PRTR, le rapportage au SEQUE, ce qui permet d'obtenir par construction, des données homogènes et spécifiques des différents procédés et de leurs conditions de fonctionnement au sein d'une même activité. De nombreuses informations sont collectées concernant la définition des installations et sous-installations, leurs activités, les caractéristiques des produits et des combustibles, des méthodes d'estimation des émissions, etc. Ces données ne sont pas publiques (à l'exception des

émissions proprement dites), mais le Ministère chargé de l'Ecologie les met à disposition du CITEPA, organisme chargé de réaliser les inventaires d'émission.

- d'autre part, d'enquêtes réalisées pour le compte et/ou par les Administrations ou les Agences publiques (i.e. ADEME) ainsi que de Commissions. Dans ce cadre, figurent, par exemple, l'enquête ITOMA relative aux installations de traitement des déchets, les travaux réalisés par Mines-ParisTech concernant les gaz fluorés, le rapport de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN), etc.
- avis d'experts qui regroupent des personnes du secteur public ou du secteur privé. Ces avis portent aussi bien sur des points de détail précis que sur des éléments plus globaux. Certains de ses avis peuvent être recueillis à titre confidentiel. Lorsqu'il est recouru à de tels avis, ce fait est mentionné (cf. sections spécifiques aux différentes catégories de sources). Prennent également place dans cette catégorie les échanges avec des pairs (consultations bilatérales).
- littérature qui englobe :
 - études et articles publiés,
 - études non publiées,
 - guides parmi lesquels il est possible de distinguer ceux émanant :
 - d'institutions internationales comme le GIEC, EMEP/EEA,
 - de pays (EPA, OFEFP/OFEV, etc.),
 - de guides sectoriels.
 - rapports d'inventaire d'autres pays.

7 - Procédures opérationnelles

Au niveau opérationnel, une fois les termes de référence établis et les méthodologies définies, la phase de production des inventaires s'appuie sur des procédures qui portent sur :

- la réception des données (matière première des inventaires),
- le traitement des informations,
- le stockage des données brutes et des données traitées à différentes étapes,
- le calcul des émissions,
- l'élaboration des différents supports (rapports, tables, autres supports numériques),
- la validation aux différentes étapes du processus et, in fine, la validation des résultats des inventaires par le Ministère chargé de l'environnement après avis du GCIE,
- la diffusion des éléments prévus.

Ces différentes étapes font l'objet de procédures qui sont décrites, évaluées et améliorées progressivement avec la mise en œuvre du système de management de la qualité qui est décrit dans la section relative à l'assurance et contrôle qualité.

INVENTORY PREPARATION, DATA COLLECTION, PROCESSING AND STORAGE

(In case of discrepancies between English and French versions, the French one has to be considered as the official relevant version)

This section describes the main technical components and features of the National System of Air Pollutant and Greenhouse Gas Emissions Inventories and Audits (SNIEBA).

1 - Principles and general scope

The SNIEPA has been designed following the principle of a single core meeting the different requests. However, the SNIEBA does not claim to be able to meet in advance all requests that may be made in the very wide field of emissions inventories. It aims to be suitable to meet those requests which have been approved by the authorities and which, given their characteristics and relevance, warrant being covered by the national system.

The SNIEBA has been designed to meet recurring requests whose contents are clearly specified in order to justify the development of processes and tools implemented. Periodic needs can be met by the system using associated procedures developed for this purpose. A pressing technical condition is whether the request is compatible with the current features of the SNIEBA, in terms of concept, coverage and level of detail, source categories, spatial and time characteristics, etc.

The SNIEBA is updated on a regular basis as far as possible to ensure compliance with the international specifications defined by the European Commission and the United Nations.

A key advantage of the SNIEBA at a national level is that it produces a large amount of data and analyses but also that it constitutes a framework for studies at regional or local level, particularly on methodological aspects and reference nomenclatures, etc. Several data produced during the process and available in the SNIEBA are also geo-referenced and may be used for regional or local applications. It may also be used for associated applications such as determining emissions in reporting frameworks (E-PRTR, EU-ETS, etc.).

2 - Features required for the emissions inventories

In general, the following features must be inherent to emissions inventories in order to be usable in practice. These features are formal requirements in the case of the inventories compiled under international Conventions (UNFCCC, UNECE / CLRTAP) and EU Directives. The SNIEBA has been designed and developed in order to be compatible with the following features:

- **exhaustiveness:** emissions from all the sources falling within the scope covered must be taken into account.
- **consistency:** the time series must be homogeneous from year to year.
- **accuracy/uncertainties:** the estimates must be as accurate as possible based on the latest knowledge. Since these estimates may often be imprecise, given the complex nature of the phenomena involved and the difficulties to measure or model emission levels, they must be accompanied by the uncertainties involved.
- **transparency:** the methods and data used must be clearly explained in order to be assessed as part of the validation and verification procedures. Consequently, traceability of the data is essential. The data must be registered and be accessible. This feature is also very useful for updating or comparing inventories. However, it may be limited in some cases on the grounds of confidentiality.
- **comparability:** it must be possible to compare the inventories. This comparison can involve both the geographical and time aspects, and the sources taken into account (same sources, same

methodologies applied to the same spatial and temporal characteristics). This quality generally requires compliance with the other aforementioned qualities and the use of identical or at least compatible reference nomenclatures.

- **confidentiality:** complying with certain legal or contractual rules restricts access to some information. The data presented in the inventories must comply with the confidentiality rules which may be defined.
- **punctuality:** it must be possible, through the inventory system, to produce the inventories within the required timeframe.

3 - Operational arrangements on estimating and reporting emissions

Emission inventories are made up of two phases (see diagram on following page):

- the **phase of estimating emissions** from the different emitting sources taken into account in accordance with the specifications of each inventory. As part of this phase, the inventory system must take into account the components in sufficient detail with regard to the type of source so that the emissions estimates are as accurate as possible and that they comply with the criteria defining the emissions categories covered in the reporting phase. By applying this clause to all the demands the system must meet, the result is a breakdown of source types depending on:
 - o sector, branch or economic activity,
 - o process type,
 - o type of equipment used,
 - o whether and what type of emission prevention or control equipment is in place,
 - o production or operating capacity of the plant,
 - o how old the plant and its equipment are,
 - o various parameters linked to operating conditions, etc.

This phase further breaks down into two stages:

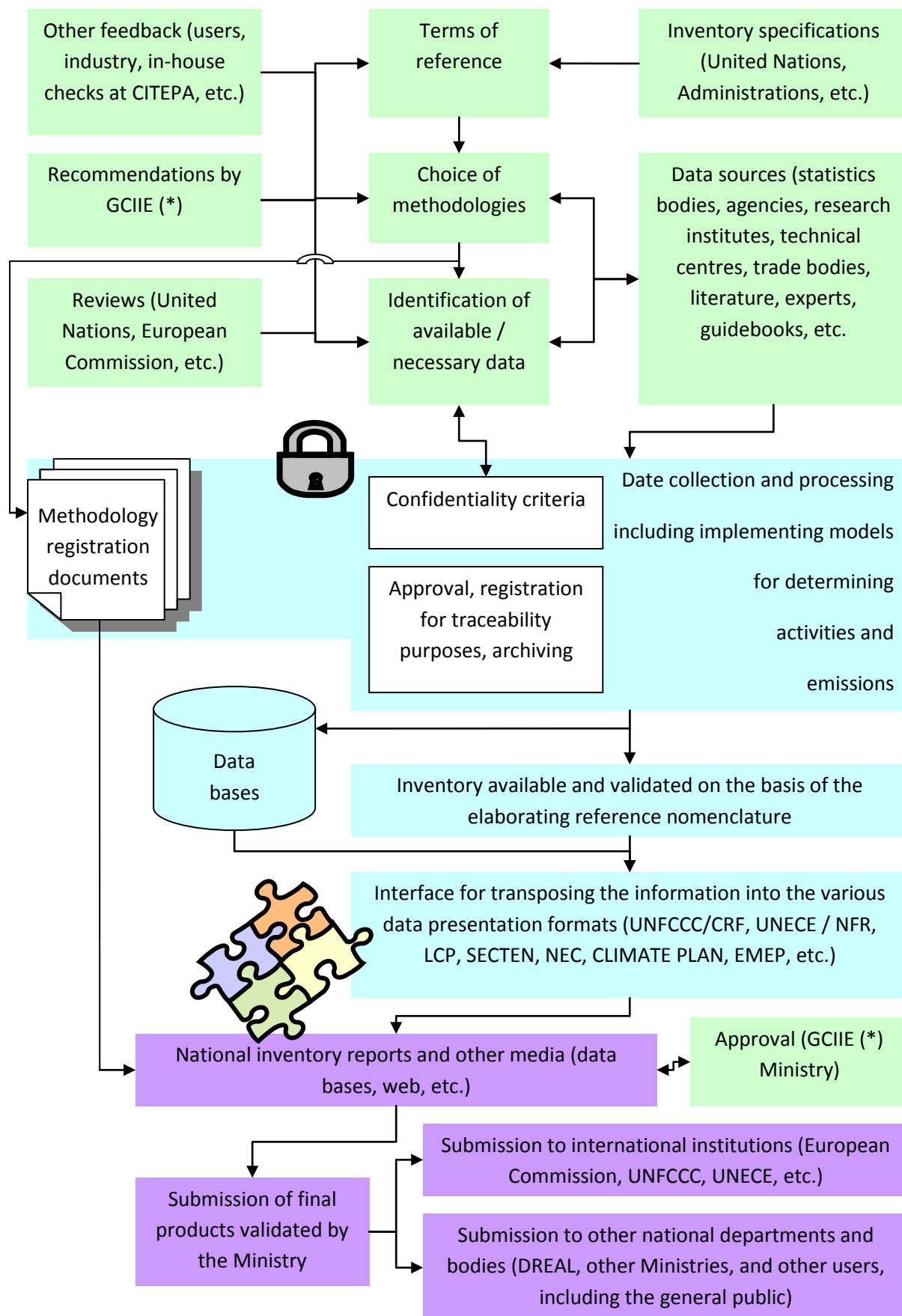
- o a preliminary stage in which the following are established: terms of reference, choice of methodologies, identification of the data (source, availability, confidentiality, etc.), calculating procedures, etc. These elements are influenced by the feedback gained from previous years, national and international reviews, etc.
- o a stage in which the previously defined arrangements on data collection and processing including approval, archiving, calculations, implementing models, consolidation, etc. are applied.
- the **phase of reporting emissions** from the different sources covered in accordance with the categories defined in the specific reporting formats. The latter are part of the specifications required by international institutions such as the United Nations and the European Commission.

The table below gives a list of the main formats produced by the SNIEBA.

| Inventory | Name of operational format |
|----------------------|---|
| UNFCCC and UNFCCC-KP | Common Reporting Format (CRF) |
| UNECE and NEC | Nomenclature For Reporting (NFR) |
| UNECE (EMEP) | EMEP (NFR with a restricted resolution but a 50 x 50 km grid) |
| LCP | LCP (partly on an individual basis and partly on an aggregate basis) |
| SECTEN | SECTEN levels 1 and 2 |
| NAMEA | NAMEA |
| CLIMATE PLAN | CLIMATE PLAN (CRF with arrangements for certain items aimed at reconstituting in part the conventional economic |

sectors)

Simplified organisation chart of the French inventory system



(*) Emission Inventories Consultation and Information Group

The past and future differences between the inventory formats within the framework of the UN Conventions and the EU Directives are explained in Annex 5.

In the frame of the Kyoto Protocol, the reporting format includes additional items relating to LULUCF and especially to implementation of articles 3.3 and 3.4.

It should be noted that UNECE and UNFCCC / UNFCCC-KP reportings to the European Commission also provide additional data sheets regarding the compilation of the inventories for the whole European Union.

4 - Reference nomenclatures

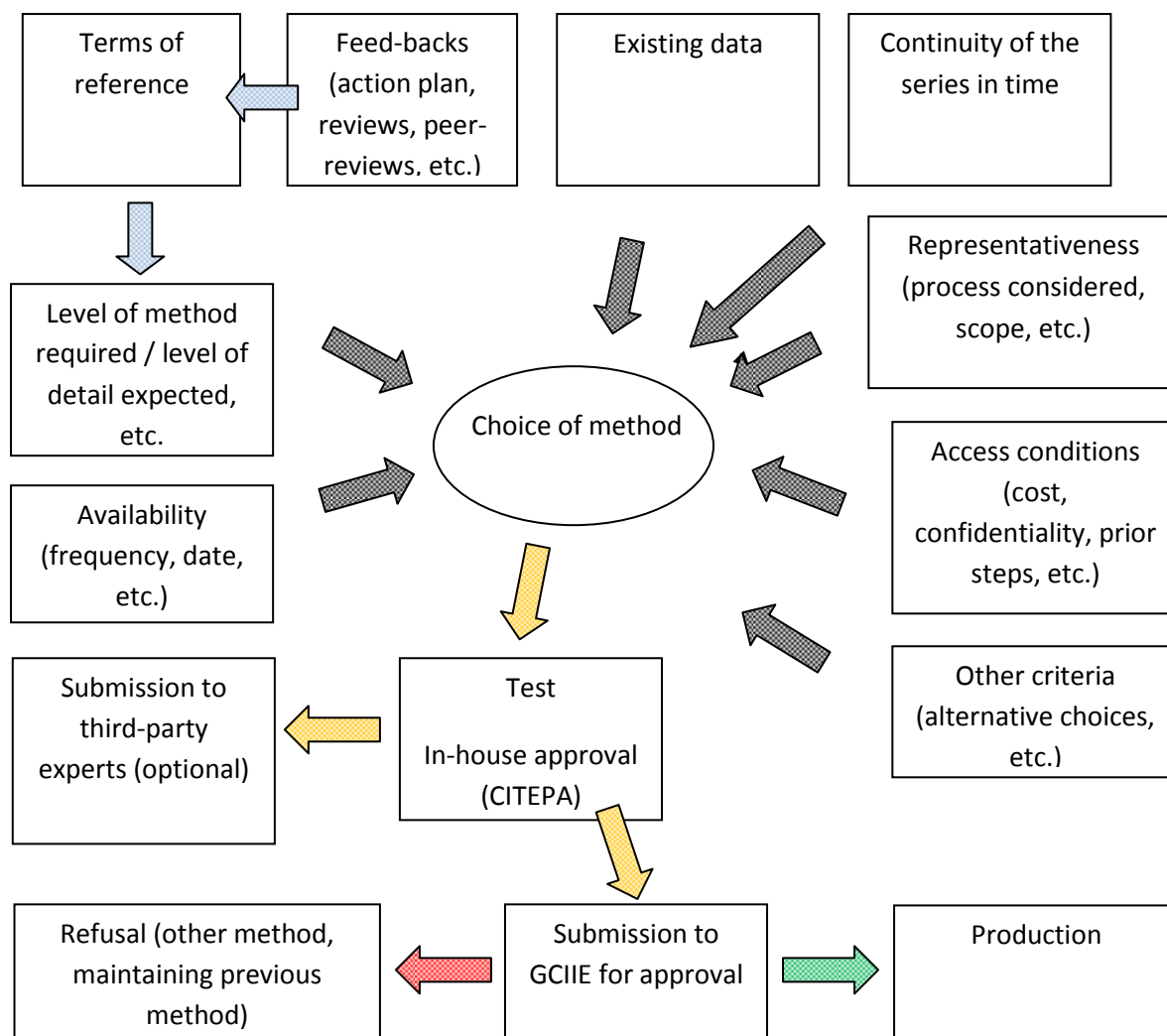
The different components of the emissions inventories must be defined carefully and in a transparent way. The reference nomenclatures used must also ensure compatibility with international requirements and the different applications that the SNIEBA takes into account. The elements that the reference nomenclatures are applied to are as follows:

- substances and the physical and chemical forms to be considered (for example, les nitrogen oxides in NO₂ equivalent, carbon dioxide in CO₂ form and not C, etc.),
- types of emission sources for calculating emissions,
- fuels,
- source categories for reporting emissions,
- the relation between emission sources and source categories for reporting emissions,
- type of sources (large point sources, large linear sources, large combustion plants, mobile sources, stationary sources, etc.),
- geographical coverage and territorial division (whether territories located overseas are included or not, administrative divisions or grids, etc.),
- methods for estimating emissions,
- the various parameters used in the system.

| Element | Reference name | Source | Comments |
|-------------------------------|---|--|-------------|
| Emitting activity | Selected Nomenclature for Air Pollution (SNAP) | EMEP / CORINAIR (SNAP 97) adapted by CITEPA (SNAP 97c) | See Annex 1 |
| Fuel | Nomenclature for Air Pollution of FUEls (NAPFUE) | EMEP / CORINAIR (NAPFUE 94) adapttd by CITEPA (NAPFUE 94c) | See Annex 2 |
| UNFCCC source categories | Common Reporting Format (CRF) | UNFCCC / IPCC | See Annex 3 |
| UNECE/LRTAP source categories | Nomenclature For Reporting (NFR) | UNECE | See Annex 3 |
| Climate Plan categories | Climate Plan categories | Ministère / DGEC | See Annex 4 |
| Geographical units | Nomenclature of Territorial Units for Statistics (NUTS), Administrative units | EUROSTAT and INSEE | See Annex 5 |

5 - Choice of methodologies

At the level of defining components of the inventory, the choice of the methods used for calculating emissions takes into account several aspects. It involves a test and approval stage by the GCIE, as illustrated in the figure below.



6 - Nature of the collected data

The data are of a very varied nature and there are large quantities of them. The information used is described in detail in each section of this report in relation to the different types of sources and pollutants.

The list below on the nature of the data is not exhaustive but encompasses the main cases encountered:

- public or non-public statistics produced by specialised bodies of the Administration or acting on their behalf. Most of the data flows used in the inventory concerning the "activity" parameter (energy consumption, industrial production, agricultural survey, forest inventory, socio-economic data, etc.) come within this category. The following table taken from the Ministerial Order of 29 December 2006 includes several elements belonging to this category. First comes the national energy balance which is now the responsibility of the French Environment Ministry, followed by the statistics produced by the National Institute for Statistics and Economic Studies (INSEE), air traffic data compiled and issued by the General Directorate for Civil Aviation (DGAC), etc.

| Sector | Type of data | Current producer of data |
|------------------------------------|---|---|
| Energy | Energy balance | |
| | Energy consumptions in France | |
| | Consumption and reaprtition of petroleum products for non energy use | Ministry in charge of the environment (CGDD) and Ministry in charge of industry (INSEE) |
| | Energy consumption in manufacturing industries | |
| | Energy consumption in residential and tertiary sectors | |
| | Renewable energy consumption in industry and residential and tertiary sectors | |
| | Petrochemicals balance | |
| | Annual reporting on emissions from authorized installations | Ministry in charge of the environment (DGPR) |
| | Energy consumptions in food industry | Ministry in charge de of agriculture and fishing (SSP) |
| | National transports accountings | Ministry in charge of transports (CGDD, DGITM, DGAC) |
| Industrial processes | Statistics on maritime transport | |
| | Statistics on air transport | |
| | Annual reporting on emissions from authorized installations | Ministry in charge of the environment (DGPR) |
| | Food industry production des IAA. - Sectoral supplies | Ministry in charge de of agriculture and fishing (SSP) |
| | Manufacturing industry statistics | Ministry in charge of industry (INSEE) |
| Use of solvents and other products | Inventory of cooling fluids | ADEME / Mines ParisTech |
| | Annual reporting on emissions from authorized installations | Ministry in charge of the environment (DGPR) |
| | Production, importation and exportation, consumption of paints/inks/glues | Ministry in charge of industry (INSEE) |

| | | |
|--|--|--|
| Agriculture | Statistics relating to agriculture | |
| | Livestock system (animal waste management system), culture practices | Ministry in charge of agriculture and fishing (SSP) |
| | Emission factors | |
| LULUCF (land use, land use change and forestry) | Statistics relating to forestry | |
| | Land use | Ministry in charge of agriculture and fishing (SSP) |
| | Wood harvesting and sawmill production | |
| | Forest growing in metropolitan area | IFN |
| | Temperature / global solar radiation | Network RenEcofor/ONF |
| Waste | Inventory of domestic and assimilated waste treatment plants | ADEME and Ministry in charge of the environment (DGPR) |
| | Hospital waste statistics | |
| | Industrial waste statistics | |
| | Annual reporting on emissions from authorized installations | Ministry in charge of the environment (DGPR) |
| | Dioxins/heavy metals survey of waste incineration plants | |

- professional statistics from bodies representing an activity sector (trade bodies, federations, etc.). In many cases, these bodies produce official statistics on behalf of public statistics agencies. They thus have data which is accessible but generally disseminated in more restricted circles. This is the case for several industrial sectors (chemical industry, iron and steel industry, district heating, etc.), for example the publications of the French oil industry trade body (CPDP) and in particular the annual edition of "*Pétrole*" which produces a large quantity of data used in the inventories.
- administrative data from:
 - firstly, from the implementation of regulations. The most notable flow in this category is the annual emissions declaration submitted by French Classified Installations subject to Prefectoral authorisation. Under this scheme, more than 10 000 operators in the industrial and agricultural sectors are required to fill in the declaration forms on line each year, disclosing information on their emissions to air, to water, waste generated and transferred. This reporting scheme is designed to meet several needs, including input for the air emissions inventories, reporting under the European Pollutant Release and Transfer (E-PRTR) and the EU Emissions Trading Scheme. This makes it possible to obtain homogenous, specific data from the different processes and their operating conditions within the same activity. A large quantity of information is collected on the definition of installations and sub-installations, their activities, characteristics of products and fuels, methods for estimating emissions, etc. These data are public (except the actual emissions), but the Environment Ministry makes them available to CITEPA, the body in charge of conducting emission inventories.

- secondly, surveys carried out by or on behalf of the Administration or public agencies (i.e. the French Agency for the Environment and Energy Management or ADEME) and various Commissions. This category includes, for example, the ITOMA survey on waste treatment facilities, work conducted by the prestigious French higher education Institute for Engineering Studies Mines-ParisTech on fluorinated gases on behalf of ADEME, the report compiled by the National Transport Accounting Commission (CCTN), etc.
- advice provided by experts from the public and private sectors. This advice concerns both specific detailed points and more general aspects. Some of this advice may be provided on a confidential basis. When such advice is used, this fact is mentioned, (cf. sections specific to the different source categories). Peer discussions also fall within this category (bilateral consultations).
- Literature encompassing :
 - Published studies and articles,
 - Studies not in the public domain,
 - Guidebooks of which those from :
 - International institutions such as the IPCC, EMEP/EEA,
 - countries (EPA, OFEFP/OFEV, etc.)
 - sectoral guides.
 - Inventory reports from other countries.

7 - Operational procedures

At the operational level, once the terms of reference are established and the methodologies defined, the inventory production phase relies on procedures focusing on:

- Receiving the data (the “raw materials” for the inventories),
- Processing the information,
- Storing the raw data and the processed data at different stages,
- Calculating emissions,
- Producing the different means of communicating the information (reports, tables, other digital means),
- Approval at the different stages of the process and, ultimately, approval of the results of the inventories by the French Environment Ministry after the GCIIE has been consulted and has given its opinion,
- Disseminating the aspects agreed upon.

These different stages are part of the procedures that are described, assessed and improved continually with the implementation of the Quality Management System which is described in the section on QA/QC.

EVALUATION DES INCERTITUDES

(English translation available after the French text)

L'évaluation des incertitudes associées à la détermination des émissions est nécessaire pour permettre une utilisation pertinente des informations correspondantes dans les différents cadres pour lesquels des inventaires d'émission sont réalisés.

En tout état de cause, il convient de garder à l'esprit que la connaissance des flux de polluants dans l'atmosphère reste liée à la connaissance et aux tentatives de représentation très imparfaites des phénomènes physiques, chimiques, biologiques, etc., intervenant dans la formation des polluants. Cette incertitude varie dans un domaine très large selon la source et la substance considérées.

Cette tâche d'évaluation des incertitudes est particulièrement complexe car, dans un grand nombre de cas, les données d'incertitudes de base, lorsqu'elles existent, sont constituées par des informations plus ou moins subjectives telles qu'un avis d'expert, des données non structurées pour les applications pressenties, introduisant de facto des biais, etc.

Force est de constater également que les données statistiques telles que celles fournies dans les bilans énergétiques ou les productions publiées par les organismes statistiques officiels ne comportent généralement aucune information sur l'incertitude liée à ces données.

Les exigences en matière d'évaluation d'incertitudes des émissions sont de plus en plus fortes au fur et à mesure que les engagements de réduction ou de limitation des émissions sont pris par les Etats dans le cadre de Conventions internationales. La problématique de la pollution de l'air et l'utilisation de données dans des modèles visant à déterminer l'impact des émissions dans l'environnement requiert également de disposer de données dont la précision peut être approchée.

Le GIEC a développé dans son guide des bonnes pratiques deux niveaux de méthodes pour évaluer les incertitudes sur les émissions totales des inventaires d'émissions :

- La méthode de rang 1, qui consiste à déterminer des intervalles de confiance sur chacun des paramètres (activité et facteur d'émission) à partir des données disponibles. Dans l'état actuel des connaissances, ces intervalles de confiance sont le plus souvent des avis d'experts. Un des points importants de cette méthode est l'identification d'éventuels biais (conscients ou inconscients) dans les avis d'experts. A cette fin, le guide du GIEC explicite différents types de biais connus.
- La méthode de rang 2, qui vise à utiliser systématiquement des fonctions de densité de probabilité par la méthode de simulation stochastique comme la méthode de Monte Carlo. La mise en œuvre d'une telle méthode demande un investissement important et s'appuie également en pratique sur des avis d'experts.

L'évaluation des incertitudes totales sur les inventaires d'émission nationaux portent sur la méthode de rang 1. Les incertitudes sont déterminées pour chaque type de source en considérant les deux paramètres « activité » et « facteur d'émission ». La méthode de rang 2 avait fait l'objet d'investigations dans une étude confiée à la société SCM (Société de Calcul Mathématiques) financée par l'ADEME sur le modèle COPERT utilisé pour les émissions du trafic routier.

Cependant, comme dans la plupart des pays développés, les données d'entrée nécessaire à la mise en œuvre de la méthode de rang 2 du GIEC systématiquement à tous les secteurs et à toutes les années ne sont pas disponibles en général. L'expérience existante dans différents pays met en évidence que le gain de précision de la méthode de rang 2 est limité au regard de son rapport coût efficacité en particulier du fait que le recours à l'avis d'expert reste à ce jour la méthode la plus largement répandue, y compris lors de l'application de la méthode de rang 2. Toutefois, en vue de progresser dans l'estimation des incertitudes au moyen de méthodes de rang 2, des travaux de mise en œuvre spécifique sur certains secteurs ont été réalisés. En particulier les deux secteurs qui font l'objet d'une investigation de type Monte-Carlo pour l'inventaire de gaz à effet de serre sont l'agriculture pour le N_2O des sols agricoles et l'UTCATF pour le CO_2 . Les résultats de ces évaluations Monte-Carlo sont ensuite injectés dans la détermination des incertitudes tous secteurs, réalisée selon la méthode de rang 1 du GIEC. Le rapport national d'inventaire fait état des résultats tant en ce qui concerne les incertitudes en niveau qu'en tendance.

Certaines activités sont concernées vis-à-vis de plusieurs gaz à effet de serre. Par ailleurs, compte tenu des consolidations effectuées par bouclage sur des bilans énergétiques par exemple, l'incertitude relative à une source ou une catégorie de source peut être intrinsèquement plus grande que l'incertitude globale. La méthode de calcul des incertitudes globales utilisée pour les émissions de gaz à effet de serre est celle préconisée par le GIEC.

Les travaux effectués pour les gaz à effet de serre sont en partie utilisables pour les autres substances inventoriées pour ce qui concerne le paramètre « activité » souvent commun à diverses substances émises par un même type de source.

Tous les développements réalisés dans le cadre du système national d'inventaire s'efforcent d'intégrer systématiquement la quantification des incertitudes.

Actuellement, les estimations des incertitudes réalisées pour les inventaires couverts par le SNIEBA reposent essentiellement sur des appréciations d'experts et de bibliographie, en particulier la documentation du GIEC.

L'incertitude est ainsi relativement faible, c'est à dire inférieure ou de l'ordre de 5%, pour les gaz/sources pour lesquels il est possible de recouper les calculs par des bilans matières; c'est le cas du SO_2 , du CO_2 et de certains métaux lourds notamment lors de l'utilisation de combustibles. Pour le CO_2 , l'incertitude est notablement plus élevée en ce qui concerne par exemple les puits de carbone. A noter que les données résultant des dispositions relatives à la mise en place du système d'échanges des quotas de gaz à effet de serre contribuent à une réduction des incertitudes par suite des niveaux d'exigence élevés instaurés dans ce cadre.

Pour les polluants dont les émissions sont largement dépendantes des conditions opératoires (e.g. NO_x , CO , $COVNM$, etc.), les incertitudes sont généralement élevées. Les niveaux d'incertitude sont très variables d'une source à l'autre pour une même substance. Il est évident, qu'une source dont les rejets sont mesurés de façon permanente ou à intervalles réguliers permettra une évaluation plus précise. Il en est de même lorsque des bilans matières peuvent être mis en œuvre.

Ainsi, pour la plupart des substances relatives à la pollution transfrontalière (NO_x , $COVNM$, NH_3 , etc.), la quantification de l'incertitude est plus difficile que dans le cas des émissions de CO_2 , comme expliqué plus haut. Toutefois, une quantification systématique des incertitudes sur les émissions de ces substances est également effectuée avec la méthode de rang 1 du GIEC (cf. rapport d'inventaire CEE-NU).

Concernant les gaz à effet de serre (GES), une quantification est fournie dans les inventaires d'émissions pour la CCNUCC. Si l'incertitude totale en niveau d'émission est relativement importante, l'incertitude sur l'évolution des émissions dans le temps est plus faible. Cela est dû aux

relations qui existent entre les inventaires des différentes années : même méthodologie pour les différentes années, mêmes erreurs systématiques possibles ou approximations entre les années, etc.

ASSESSING UNCERTAINTIES

(In case of discrepancies between English and French versions, the French one has to be considered as the official relevant version)

It is necessary to assess uncertainties linked to estimating emissions in order to enable relevant use of the corresponding information in the different frameworks within which the emission inventories are prepared.

In any case, it must be borne in mind that knowledge of pollutant flows in the atmosphere remains linked to knowledge and imperfect attempts to represent the physical, chemical, biological phenomena involved in forming pollutants. This uncertainty varies widely according to the source and the substance under consideration.

The task of assessing uncertainties is particularly complex since, in a great many cases, the basic uncertainty data, if they exist, are made up of subjective information such as an expert opinion, data that are not structured for the foreseen applications, thus introducing a bias, etc.

It also has to be said that the statistical data such as those provided in energy balances or those produced by official statistics bodies do not generally include any information on uncertainties linked to these data.

The requirements for assessing uncertainties surrounding emission estimates are more and more stringent as emission reduction or limitation commitments are made by States under international Conventions. The issue of air pollution and the use of data in models aimed at determining the impact of emissions on the environment also requires accurate data to be available.

In its good practice guide, the IPCC developed two levels of method to assess the uncertainties on total emissions within emission inventories:

- The Tier 1 method which involves determining intervals of confidence for each of the parameters (activity and emission factor) using available data. As knowledge currently stands, these intervals of confidence are, in the main, expert opinions. One of the important points of this method is the identification of any possible bias (known or unknown) in the expert opinions. For this purpose, the IPCC guide explains different types of bias known.
- The Tier 2 method which aims to systematically use functions of probability density by the stochastic simulation method such as the Monte Carlo method. Much effort is needed in applying such a method which involves as well expert opinions.

The work undertaken in the national inventory system is currently focused on the Tier 1 method. Uncertainties are determined for each source type by considering the two parameters "activity" and "emission factor". The Tier 2 method had been the subject of investigations in a study entrusted to the French body SCM (Société de Calcul Mathématiques) funded by the French Agency for Environment and Energy Management (ADEME) on the COPERT model used to estimate road traffic emissions.

However, similarly to most developed countries, input data needed to systematically implement the IPCC Tier 2 method to each sector every year are not available generally. The results observed in comparable countries highlight the limited gain of the cost/benefit ratio on accuracy when applying

the Tier 2 method especially because the most widely used method today is that of the expert opinion, including the case of the Tier 2 method. However, in order to reach better estimations of uncertainties, specific tier 2 approach has been implemented regarding particular sectors. Especially, two sectors have been treated for the GHG inventory by using the Monte-Carlo approach concerning N₂O from agricultural soils and CO₂ from LULUCF. The results of this Monte Carlo sectoral assessments are then integrated into the calculation of the total uncertainty for whole sectors applied to the greenhouse gas inventory according to the IPCC Tier 1 method. The corresponding national inventory report presents the results, both in terms of uncertainties of emission levels and emission trends.

It should be noted that the uncertainty on total greenhouse gas emissions is not equal to the sum of uncertainties in each entry. Certain activities are concerned by several greenhouse gases. In addition, given the consolidations made by conducting energy balances, for example, the uncertainty concerning a particular source or a source category may be intrinsically greater than the overall uncertainty. The method of estimating the overall uncertainties used for greenhouse gas emissions is the one recommended by the IPCC.

Work conducted for greenhouse gases may in part be used for other substances covered by the inventories with regard to the parameter "activity" often common to various substances emitted by the same type of source.

All developments made under the national inventory system endeavour to systematically integrate the quantification of uncertainties.

Currently, the assessment of uncertainties carried out for the inventories covered by the SNIEPA are mainly based on expert opinions and international literature as IPCC documentation.

The uncertainty is relatively low, ie about 5% or lower, for gases/sources for which it is possible to cross-check the calculations using mass balances. This is the case for SO₂, CO₂ and certain heavy metals, particularly when using fuels. For CO₂, the uncertainty is significantly higher regarding, for example, carbon sinks. It should be noted that data resulting from the requirements to establish the EU Greenhouse Gas Emissions Trading Scheme contribute to reducing the uncertainties since levels of requirement are high in this context.

For those pollutants whose emissions largely depend on operating conditions (e.g. NO_x, CO, NMVOCs, etc.), uncertainties are generally high. These levels of uncertainty are highly variable depending on the source for one and the same substance. It is obvious that it will be possible to gain a more accurate assessment for a source whose emissions are measured on a permanent basis or at regular intervals. The same is true when matter balances can be used.

For most of substances linked to transboundary pollution (NO_x, NMVOCs, NH₃, etc.), it is more difficult to quantify uncertainties than in the case of CO₂ emissions as explained above. However, a systematic estimation of emission uncertainties of such substances is also carried out according to the IPCC Tier 1 method (cf. UNECE inventory report).

Concerning greenhouse gases (GHGs), an assessment is provided in the UNFCCC emission inventories.

If the total uncertainty in terms of emission levels is relatively high, uncertainty regarding emission trends over time is lower. This is because of the links between the inventories of different years: the same methodology is applied for the different years, the same possible systematic mistakes or approximations between the years, etc.

JUSTIFICATION RATIONNELLE DES METHODES D'ESTIMATION

(English translation available after the French text)

L'approche générale rationnelle suivie pour la sélection et la mise en œuvre des méthodes d'estimation, le choix des données et l'atteinte d'un niveau qualitatif optimal est basée sur la recherche et la mise en œuvre en priorité de méthodes permettant d'atteindre le niveau de précision et de spécificité le plus élevé possible dans le cadre du SNIEBA.

En pratique, des optimisations sont recherchées pour tenir compte :

Des **exigences requises notamment par les guidelines CCNUCC et GIEC** quant aux niveaux de méthodes applicables aux catégories de sources clés. Cette exigence conduit à modifier au fil du temps certains postes de l'inventaire suite aux travaux de mise au point visant à obtenir les informations nécessaires plus appropriées par exemple.

De la **disponibilité des données**, condition indispensable à la réelle mise en œuvre d'une méthode. Le besoin de données plus précises et spécifiques est communiqué au Ministère chargé de l'écologie et/ou aux organismes concernés en vue d'actions visant à générer les dispositions techniques, statistiques ou réglementaires requises (exemple : déclaration annuelle des rejets, données internes du Service producteur des bilans énergétiques, etc.).

Toutefois, la modification des systèmes de collecte de données statistiques s'accompagne généralement d'une très forte inertie liée au cadre dans lequel le système statistique national et international est défini.

Du **coût d'acquisition des données** qui peut s'avérer prohibitif au regard de l'accroissement de la précision attendu. Un exemple caractéristique est le coût des données relatives au trafic maritime de la Lloyds.

Cet aspect conduit à rechercher des données alternatives parfois moins précises et/ou plus dispersées mais susceptibles de satisfaire le besoin formulé par l'inventaire.

De la **pérennité des données** qui permet de faciliter la production de séries cohérentes et d'assurer la qualité requise par les termes de référence. En cas de besoin, des actions sont entreprises pour compenser à défaut de pouvoir éviter les ruptures statistiques (suppression ou modifications de champs d'enquêtes) et, dans le cas où elles surviennent néanmoins, d'étudier très attentivement le raccordement des séries.

De la **confidentialité des informations** et notamment du respect des obligations légales. Sur ce point, la hiérarchie des obligations « international / national » reste à clarifier. Si le SNIEBA s'appuie sur de nombreuses informations définies comme confidentielles (au sens légal, contractuel ou déontologique), au niveau du rapportage, seuls quelques cas de données confidentielles restent à gérer.

En pratique, la relative richesse du système statistique français, la forte centralisation de l'Administration, le statut et la notoriété du CITEPA auprès de diverses branches industrielles et Administrations, conduisent à disposer d'un ensemble de données assez détaillées en comparaison à

nombre de pays. Cette situation, associée à la volonté partagée de l'Administration et de nombreux acteurs, conduit à privilégier autant que possible le recours à des méthodes spécifiques nationales.

La **spécificité nationale** se traduit le plus souvent par le détail des informations et leur représentativité du cas français plutôt qu'à l'approche méthodologique proprement dite (en règle générale, les approches méthodologiques suivies sont très proches de celles présentées par le GIEC dans la définition des niveaux méthodologiques).

Les **approches « bottom-up » intégrales** sont limitées aux secteurs de l'industrie tels que production d'électricité, raffinage, cokeries, mines de charbon et depuis une époque relativement récente cimenterie, verrerie, sidérurgie, etc. Cette approche est rendue possible du fait du nombre relativement restreint d'émetteurs et de l'existence d'un suivi régulier et assez précis des données nécessaires à l'estimation des émissions⁴ (production, caractéristiques et consommations de combustibles, information sur les équipements de procédés et de réduction ou de limitation des rejets, mesure ou détermination des émissions, etc.).

Des **approches mixtes « bottom-up » et « top-down »** sont mises en œuvre dans les secteurs pour lesquels les caractéristiques des installations couvrent des domaines étendus. Dans ce cas, les plus grosses installations sont étudiées individuellement et le solde, différence entre la somme des éléments connus sur une base individuelle et le total statistique, est évalué selon une approche moins spécifique. Cette dernière peut, selon les cas, s'appuyer sur les éléments individuels connus du secteur étudié, des éléments moyennés au niveau national ou encore une valeur par défaut recommandée à partir de l'analyse de données exogènes plus ou moins spécifiques provenant d'un Guidebook (GIEC, EMEP/EEA, etc.), de la littérature ou encore d'autres sources (dire d'expert par exemple).

Ce cas s'applique par exemple à la combustion dans l'industrie manufacturière, le chauffage urbain, etc., où environ un millier d'installations couvertes par le SEQE (installations >20 MW) parmi les plus consommatrices d'énergie sont recensées individuellement⁵.

Pour les catégories de sources très dispersées comme les transports, le résidentiel, l'agriculture, etc., des **approches « top-down »** sont employées. Cependant, dans nombre de cas, les valeurs de nombreux paramètres proviennent d'enquêtes ou d'études spécifiques comme pour le transport routier (parc, trafic), le transport aérien (mouvements par liaison), le résidentiel (consommations de solvants, modes de chauffage), la sylviculture (inventaire forestier), le traitement des déchets ménagers (enquête individuelle des centres de traitement). Du fait du mode de compilation de certaines de ces données, il s'agit pour partie en fait de processus « bottom-up » masqués.

Ainsi, quelle que soit l'approche, de nombreuses données spécifiques à la France et au sous ensembles étudiés sont recherchées, fréquemment disponibles et utilisées. Les estimations des émissions sont donc beaucoup plus représentatives et par suite intrinsèquement plus exactes.

⁴ Le système de déclaration annuelle des rejets, applicable aux installations classées soumises à autorisation, permet de recenser les émissions de près de 10 000 établissements dont plus de 80% sont industriels.

⁵ Pour plus de précision sur la cohérence des émissions entre le SNIEBA et le SEQE, se reporter à la section « 1_energy introduction_COM ».

Un effort d'amélioration continue pour aller dans le sens d'une plus grande spécificité est maintenu en fonction des opportunités et en priorité pour les catégories de sources clé pour lesquelles des progrès sont possibles et souhaitables (variable selon les substances).

Des informations complémentaires sont présentées dans les différentes sections sectorielles apportant le cas échéant des précisions et des justifications sur les méthodes mises en oeuvre.

RATIONALE FOR ESTIMATION METHODS

(In case of discrepancies between English and French versions, the French one has to be considered as the official relevant version)

The general rationale followed for selecting and applying estimation methods, the choice of data and reaching an optimal qualitative level is based on the definition and implementation of methods enabling the highest possible level of accuracy and detail to be reached within the framework of the SNIEBA.

In practice, the aim is to reach optimisation in order to take into account:

requirements contained in the **UNFCCC and IPCC guidelines** regarding the levels of methods applicable to the key source categories. As a result, certain entries in the inventory are amended as time goes by following developments aimed at obtaining the necessary, more appropriate information.

data availability: this is a prerequisite for concrete application of a method. The Ministry in charge of the Ecology and/or the bodies involved are informed of the need for more accurate and more specific data with a view to making the technical, statistical or regulatory arrangements necessary (e.g. the annual emissions reporting mechanism, in-house data in the department producing energy balances, etc.).

However, when the data collection systems are changed, the reaction is generally very slow. This is a result of the framework within which the national and international statistics system is defined.

the **cost of acquiring the data** which can prove to be exorbitant in relation to the expected accuracy. A typical example is the cost of data on maritime traffic produced by Lloyds.

This aspect leads us to seek alternative data, which are sometimes less accurate and/or more dispersed, but likely to meet the inventory needs.

the fact that the data are permanently available which enables consistent time-series to be produced and to ensure the quality required by the terms of reference. If need be, if gaps in statistics cannot be avoided, action is undertaken (deleting or changing the scope of surveys) to avoid, and, in the event of such gaps occurring, the possibility of linking time series is closely examined.

confidentiality of information and particularly compliance with legal requirements. On this point, the international/national hierarchy of requirements needs to be clarified. While the SNIEBA is based on a large amount of information defined as confidential (in the legal, contractual or professional sense), at the reporting level, there remain only a few cases of confidential data to be dealt with.

In practice, as a result of the relatively extensive nature of the French statistics system, the highly centralised administration, together with the status and reputation of CITEPA among the various industrial branches and administrations, a wide range of detailed data is available in comparison with several other countries. This situation, coupled with the willingness on the part of the administration

and many other stakeholders, means that the use of specific national methods is as far as possible favoured.

National specificity most often refers to the detail of the information and how representative it is of the case of France rather than the methodological approach as such (as a rule, the methodological approaches followed are very close to those presented by the IPCC in the definition of methodological levels).

Full **"bottom-up" approaches** are limited to industrial sectors such as electricity production, refining, coking plant, coal mining and, in recent years, cement production, glass industry, iron and steel production, etc. This approach is made possible as a result of the relatively small number of emitters and the existence of regular and accurate monitoring of the data required to estimate emissions⁶ (production, fuel characteristics and consumption, information on equipment and processes to control or reduce emissions, measuring or determining emissions, etc.).

Mixed **"bottom-up" and "top-down" approaches** are followed in sectors in which the plant characteristics cover wide fields. In this case, the largest plants are studied on an individual basis and the difference between the sum of the elements known on an individual basis and the statistical total is calculated according to a less specific approach. The latter may, depending on the case in point, be based on individual elements that are known in the sector under study, elements averaged out at national level or a default value based on an analysis of specific exogenous data, recommended by a Guidebook (IPCC, CORINAIR, etc.), literature or other sources (for example, expert opinions).

This case applies for example to combustion in the manufacturing industry, district heating, etc., where around 1000 installations covered by the EU ETS (installations >20 MW), which are among the most energy-consuming installations, are individually listed⁷.

For highly dispersed source categories, such as transport, the residential sector, agriculture, etc., **"top-down" approaches** are used. However, in several cases, the values for numerous parameters come from specific surveys or studies, as for road transport (vehicle fleet, traffic), air transport (movements), the residential sector (use of solvents, means of heating), forestry (forest inventory), household waste treatment (individual survey of treatment facilities). Given the way in which some of these data are compiled, it is in fact partly hidden "bottom-up" approaches.

Thus, whatever the approach followed, a large amount of data specific to France and the sub-sets studied is sought, it is frequently available and used. The emissions estimations are thus far more representative and, as a consequence, intrinsically more accurate.

Efforts to continuously improve the estimation, geared towards greater specificity, are made depending on the opportunities and first and foremost for key source categories for which progress is possible and desirable (variable depending on the substance).

Additional information is presented in the different sectoral sections, providing, if necessary, clarification and justification of the methods used.

⁶ The annual emissions reporting system, applicable to classified installations requiring a permit, enables emissions from almost 10 000 facilities, 80% of which are industrial, to be monitored.

⁷ For more details on the consistency of emissions between the SNIEBA and the EU-ETS, see section "rationale_COM".

ENERGIE (SECTION COMMUNE)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

CARACTERISTIQUES DES COMBUSTIBLES

Ce paragraphe permet de donner certaines informations sur les caractéristiques des combustibles.

Références utilisées :

- [1] Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [3] CITEPA - Combustion et émission de polluants - Monographie n° 39 - 1984
- [6] CITEPA - Nouveaux combustibles - Monographie n° 49 - 1986
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [8] ATILH - Note du comité de suivi de l'industrie cimentière - Novembre 2002
- [9] IPCC - Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse gas Inventories: Workbook - section I.6
- [137] CEE-NU, AIE, EUROSTAT, OCDE - Energy statistics working group meeting, special issues Paper 8, Net calorific values - novembre 2004
- [287] CITEPA - Tentative d'inventaire des émissions de HCl en France en 1985, Mai 1989
- [288] EDF - Bilan environnement 2004 des centrales thermiques à flamme EDF, Juillet 2005
- [309] FNADE - Communication de P. DARDE du 18 octobre 2004
- [411] Décret d'Application n°08-001 du 04/01/2008 (BOD du 09/01/2008) - Produits énergétiques - Taxe Générale sur les Activités Polluantes - Prélèvement sur les carburants - Annexe 1
- [634] COGO Base Carbone du 19 septembre 2012 - PCI anhydre moyen du bois
- [635] IPCC - 2006 Guidelines for National Greenhouse gas Inventories - Volume 2 - chapitre 1 - table 1.2

Caractéristiques de la catégorie :

1 - *Propos liminaire*

L'estimation des émissions de toutes les sources consommant des combustibles fossiles, de la biomasse et divers produits valorisés thermiquement, nécessite fréquemment sinon systématiquement de connaître leurs caractéristiques (composition, pouvoir calorifique, etc.).

Le terme "combustible" est utilisé par la suite pour désigner tout produit utilisé dans une installation de combustion (combustibles fossiles, biomasse, autres produits) afin de produire de la chaleur.

Les caractéristiques des combustibles varient de l'un à l'autre et également au sein d'un même combustible en fonction de son origine. Par suite, certaines de ces caractéristiques évoluent dans le temps, notamment lorsque les spécifications réglementaires sont modifiées.

L'application de la règle, qui veut que l'utilisation de la meilleure donnée disponible soit privilégiée, conduit à s'intéresser au cas par cas aux caractéristiques des combustibles utilisés dans les installations considérées individuellement. Ces informations sont généralement disponibles au travers des systèmes de collecte des données (cf. déclarations annuelles des rejets de polluants). A défaut, des valeurs moyennes types peuvent pallier cet inconvénient.

Dans le cas des secteurs regroupant un grand nombre de sources, l'approche individualisée n'est plus employée et l'utilisation de caractéristiques moyennes par défaut est à la fois la plus simple, la seule faisable et n'engendre pas des écarts très importants car il s'agit le plus souvent de petites installations n'utilisant majoritairement que des combustibles commerciaux (fioul domestique, gaz naturel, etc.) dont les caractéristiques sont assez constantes et contenues dans des limites définies réglementairement.

2 - Pouvoir calorifique

Le pouvoir calorifique est utilisé pour traduire les quantités de combustibles en unité énergétique à partir des quantités exprimées en masse ou en volume^(a) lorsque ces quantités ne sont pas déjà exprimées dans une unité d'énergie. Parmi les unités les plus rencontrées dans les données disponibles se trouvent :

| Unité | Symbole | Equivalence Joules | Multiples les plus usités |
|--------------------------|---------|--------------------|---------------------------|
| tonne équivalent pétrole | tep | 42 GJ | ktep, Mtep |
| Watt heure PCI | Wh | 3600 J | kWh, MWh, GWh |
| Joule | J | 1 J | MJ, GJ, TJ |
| Thermie | th | 4,18 MJ | kth |
| Calorie | cal | 4,18 J | kcal |

k (kilo) = 10^3 M (Mega) = 10^6 G (Giga) = 10^9 T (Tera) = 10^{12}

Si disponible, le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) spécifique à l'installation concernée est utilisé.

A défaut et pour les ensembles statistiques considérés globalement, des valeurs moyennes de PCI sont utilisées. Ces valeurs ont été retenues en tenant compte des informations disponibles au niveau international [137]. Elles s'appliquent donc aussi bien pour la Métropole que pour l'Outre-mer.

Les pouvoirs calorifiques inférieurs nationaux moyens utilisés dans les inventaires d'émission nationaux sont présentés ci-après.

^(a) Le SNIEBA utilise le système d'unité internationale en vigueur. Relativement à l'énergie, le "joule" (J) et ses multiples (kJ, MJ, GJ, etc.) sont utilisés.

| combustible () | | | |
|--------------------|---|-------------|---|
| 101 | Charbon à coke | 26 | [1] |
| 102 | Charbon vapeur | 26 | [1] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 20 | [moyenne des PCI déclarés par les installations GIC en 2002] |
| 104 | Aggloméré de houille | 32 | [1] |
| 105 | Lignite | 17 | [1] |
| 106 | Brique de lignite | 17 | [1] |
| 107 | Coke de houille | 28 | [1] |
| 108 | Coke de lignite | 17 | [1] |
| 110 | Coke de pétrole | 32 | [3] |
| 111 | Bois et assimilé | 18,0 | [634] |
| 112 | Charbon de bois | 32,5 | [3] |
| 113 | Tourbe | 11,6 | [3] |
| 116 | Déchets de bois | 18,0 | Analogie avec 111 |
| 117 | Déchets agricoles | 18 | [8] |
| 118 | Boues d'épuration | 5 | [19] |
| 120 | Schistes bitumineux | 9,4 | [9] |
| 201 | Pétrole brut | 42 | [1] |
| 203 | Fioul lourd (tous types) | 40 | [1] |
| 204 | Fioul domestique | 42 | [1] |
| 205 | Gazole et Gazole Non Routier | 42 | [1] |
| 206 | Kérosène | 44 | [1] |
| 207 | Carburacteur | 44 | [1] |
| 208 | Essence automobile (avec et sans plomb) | 44 | [1] |
| 209 | Essence aviation | 44 | [1] |
| 210 | Naphta | 45 | [9] |
| 211 | Huile de schiste bitumineux | 36 | [9] |
| 212 | Huile de moteur à essence | 40,2 | Analogie avec 219 |
| 213 | Huile de moteur diesel | 40,2 | Analogie avec 219 |
| 219 | Autres lubrifiants | 40,2 | [635] |
| 220 | White spirit | 41,9 | [137] |
| 222 | Bitumes | 40,2 | [9] |
| 224 | Autres produits pétroliers (graisses, ...) | 40,2 | [9] |
| 301 | Gaz naturel type H (Lacq) / B (Groningue) ⁸ | 49,6 / 38,2 | [2, 3] |
| 302 | Gaz naturel liquéfié / Gaz naturel véhicule (GNV) | 49,6 | Analogie avec 301 de type H |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié (GPL) / Gaz de pétrole liquéfié carburant (GPLc) | 46 | [1] |
| 304 | Gaz de cokerie | 31,5 | [3, 6] |
| 305 | Gaz de haut fourneau | 2,3 | [3, 6] |
| 312 | Gaz d'aciérie | 6,9 | [6] |
| 313 | Hydrogène | 120 | [3 - tableau VIII] |

Caractéristiques de la catégorie :

Teneur en soufre

Vis-à-vis de la teneur en soufre, deux cas sont observés :

⁸ Le type H est majoritairement répandu (85 à 90%).

- cas des combustibles dont la teneur en soufre est relativement faible et à peu près constante :
 - soit de par la composition naturelle du combustible (exemple : le bois),
 - soit du fait de la spécification réglementaire relative au produit (exemple : fioul domestique (FOD), gaz de pétrole liquéfié (GPL), etc.).

Dans ce cas, la teneur en soufre est supposée être celle observée naturellement ou égale à la limite supérieure de la spécification (on suppose que lors de la transformation, il n'est pas recherché une diminution additionnelle de la teneur en soufre au-delà de ce qu'exige la réglementation). Il peut cependant arriver que la teneur en soufre d'un combustible soit légèrement inférieure à la spécification. Lorsque cette information est accessible, elle est prise en compte.

- cas des combustibles dont la teneur en soufre est variable même à l'intérieur des spécifications : exemple charbon, fioul lourd (FOL), gaz industriel, liqueur noire, etc.

Dans ce cas, il est privilégié l'utilisation des données disponibles sur une base individuelle et une teneur moyenne est appliquée dans les autres cas. L'utilisation de ces valeurs par défaut est éventuellement nuancée selon des critères géographiques pour des installations situées dans des zones faisant l'objet de dispositions réglementaires particulières dans lesquelles l'utilisation des combustibles très soufrés est limitée ou encore dans le cas d'utilisation de combustibles locaux particuliers comme par exemple le charbon de Gardanne employé dans quelques installations seulement avant la cessation d'exploitation en 2003.

En conclusion, l'utilisation de données spécifiques est privilégiée autant que possible et des valeurs par défaut dans les autres cas.

Pour les combustibles dont la teneur en soufre n'évolue pas ou peu, les facteurs d'émission applicables en Métropole et en Outre-mer sont présentés en section générale énergie.

Pour d'autres combustibles, comme le charbon, la teneur en soufre évolue en fonction de divers critères, en particulier l'origine des matières premières, et donc évolue d'une année sur l'autre. Les valeurs utilisées dans les inventaires en tiennent compte. De plus, les spécifications imposées à certains combustibles ont elles-mêmes évolué au cours du temps (exemple fioul domestique (FOD), gazole, etc.).

Teneur en azote

La teneur en azote combiné des combustibles a une incidence sur la formation des NOx "fuel". Cependant, du fait de voies de formation multiples des oxydes d'azote (NOx "thermique" et NOx "prompt") et de la forte dépendance des émissions de NOx aux caractéristiques de l'équipement de combustion et de ses conditions d'exploitation, la teneur en azote des combustibles n'est pas utilisée pour déterminer les émissions.

Teneur en carbone

La teneur en carbone varie d'un type de combustible à l'autre et également de façon parfois significative au sein d'un même type.

L'émission de CO₂, produit fatal de la combustion avec la vapeur d'eau est en très grande partie liée à la teneur en carbone du combustible.

Le pouvoir calorifique est lui-même dépendant de la teneur en carbone ainsi que de la teneur en hydrogène. Il en résulte que la dispersion des facteurs d'émission de CO₂ rapportés à la quantité d'énergie consommée est bien moindre que lorsqu'ils sont rapportés à la masse ou au volume consommé, ce qui réduit l'incertitude associée à l'estimation des émissions. Cette dispersion réduite justifie généralement, pour les combustibles classiques dont les caractéristiques sont relativement constantes, de ne pas rechercher systématiquement la teneur en carbone des produits par une analyse comme cela s'avère parfois judicieux pour le soufre vis-à-vis de certains combustibles. Sauf produits particuliers comme certains déchets, les valeurs évoluent peu d'une année sur l'autre et peuvent généralement être transposées sans précaution particulière. Les facteurs d'émission nationaux de CO₂ sont présentés dans la section générale énergie.

Il en résulte que les facteurs d'émission de CO₂ sont généralement utilisés pour les installations de combustion quels que soient : l'année, le secteur et le type d'équipement.

Dans le cas des installations soumises au système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre (SEQE ou EU-ETS), selon leurs niveaux d'émission, des mesures précises de la teneur en carbone du combustible utilisé sont exigées. Ces facteurs d'émission spécifiques sont utilisés dans l'inventaire.

Parmi les cas particuliers, il convient de noter que la teneur en carbone dans les déchets ménagers varie au cours des années. La part du carbone d'origine fossile est elle-même variable et ne représente qu'une fraction de la teneur en carbone des déchets. Se reporter aux sections spécifiques relatives à l'incinération.

Attention, il y a lieu d'estimer séparément le CO₂ issu de certains phénomènes concomitants tels que la décarbonatation et d'autres qui se rencontrent avec certains procédés industriels (cf. sections relatives aux sous-catégories du CRF 2).

Teneurs en métaux lourds

Certains combustibles contiennent des quantités non négligeables d'éléments traces.

L'attention du lecteur est attirée sur le fait que lorsque des données spécifiques sont disponibles (exemple : les déclarations annuelles des émissions des installations), ces dernières sont utilisées en priorité. Pour certains émetteurs, des données spécifiques sont applicables pour tenir compte des caractéristiques propres au procédé, en particulier la mise en œuvre de techniques de réduction des particules qui ont un impact sur les métaux lourds ainsi que l'évolution de la réglementation (exemple : plomb contenu dans les carburants automobiles).

Il convient donc de vérifier, dans les sections correspondantes, l'existence de valeurs spécifiques.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

FACTEURS D'ÉMISSION

Ce paragraphe décrit les facteurs d'émission par combustible utilisés lorsque des données plus précises ne sont pas disponibles.

Références utilisées :

- [2] A3E2Th - Aide mémoire du thermicien - Edition 1997 - Elsevier
- [3] CITEPA - Combustion et émission de polluants - Monographie n° 39 - 1984
- [6] CITEPA - Nouveaux combustibles - Monographie n° 49 - 1986
- [7] Déclarations annuelles des rejets de polluants pour 2001
- [13] UFIP - Données internes
- [14] CPDP - Pétrole (publication statistique annuelle)
- [17] EMEP/CORINAIR Guidebook
- [22] Ministère de l'Environnement - Circulaire du 24 décembre 1990
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [40] Zderek Parma & all. - Atmospheric Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants, Axys Environmental Consulting - British Columbia, Canada - 1995
- [66] EPA - AP 42 Compilation of air pollutant emission factors, January 1995
- [67] CITEPA - ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France. Mars 2003
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [74] EMEP MSC EAST - Note technique 6/2000
- [285] ADEME - Evaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France (document confidentiel), Septembre 2005
- [337] ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France (dans le cadre du programme de recherche des conditions optimales de cadrage réglementaire de la valorisation énergétique des bois faiblement adjuvantés, ADEME), mai 2003
- [346] Determination of atmospheric pollutant emission factors at a small coal-fired heating boiler, AEAT, March 2001
- [347] COOPER D. - HCB, PCB, PCDD and PCDF emissions from ships, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, October 2004
- [350] Determination of atmospheric pollutant emission factors at small industrial wood burning furnace, AEAT, March 2001
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [361] ECOBILAN / ADEME - Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants, PCW 2002, Novembre 2002
- [396] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009
- [412] ADEME - Communication de M. Erwan AUTRET du 20 octobre 2009
- [414] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook, Part B111(S1)-6, December 2006

- [458] CITEPA - Etude comparative des rejets atmosphériques des principales énergies de chauffage - Avril 2003
- [459] EMEP / EEA Guidebook - Mai 2009 - Sections « 1A1 Energy industries » et « 1A4ai, 1A4bi, 1A4ci, 1A5a Small combustion »
- [460] Default emission factor Handbook 2nd edition - Janvier 1992 - Commission of european community
- [461] EMEP / CORINAIR Guidebook - Décembre 2006 - Section 010101-010105
- [462] EMEP / CORINAIR Guidebook - Février 1996 - Section « Small consumers »
- [524] KALIVODA Manfred T., KUDRNA Monika - MEET PROJECT - Task 3.1 Air Emission factors and traffic parameters, Methodologies for estimating emissions from air traffic, October 1997, Annex (pour les facteurs croisières)
- [544] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b Road transport
- [552] DOUANES - Données annuelles de mise à la consommation d'agro-carburants issues des déclarations relatives à la TGAP (données non publiques)
- [573] Tinus et al. - Atmospheric Environment 61, 2012, 641-651
- [574] EMEP / EEA 2013 - 1A4 Non-road mobile source & machinery, Table 3-1 (Tier 1)
- [575] EMEP / EEA 2013 - 1A4 Small combustion, Table 3-13
- [576] EPA - AP 42 Compilation of air pollutant emission factors, version en vigueur en Août 2013
- [577] California Air resources Board - CATEF (California Air Toxics Emission Factor) - Base de données (<http://www.arb.ca.gov/ei/catef/catef.htm>), Facteurs d'émission pour les HAP
- [580] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Tables 3-22 et 3-28
- [581] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A1, Table 3-7 "Heavy fuel oil"
- [636] Données internes ATILH - S dans les farines animales
- [637] EMEP/EEA Guidebook - édition 2013 - 1A1 Energy industries - Appendix C sulphur content in fuels - contenu en soufre du gaz de haut fourneau (blast furnace)
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [639] Données internes Gaz de France basées sur des mesures
- [640] Facteurs d'émission de HAP issus du modèle COPERT
- [716] COPERT 4 software, version 11.0 Sept 2014 -www.emisia.com

Calcul des émissions des installations consommant de l'énergie :

Les émissions des sources liées à l'utilisation de l'énergie sont déterminées :

- soit à partir d'une approche individuelle des sources appliquée aux grandes sources ponctuelles pour lesquelles on dispose de données par le biais de diverses enquêtes : déclarations annuelles des émissions de polluants dans l'atmosphère, inventaire des Grandes Installations de Combustion (GIC), etc. La mesure directe des émissions ou les estimations spécifiques établies par bilan, corrélation, voire facteurs d'émission sont prises en compte dans la mesure où tout ou partie des éléments de l'estimation traduisent une spécificité de l'installation considérée. Ces données sont en partie validées par les vérificateurs agréés dans le cas des émissions de CO₂ entrant dans le champ du système d'échange des quotas (SEQE) et en tout état de cause dans tous les cas par les autorités locales (DRIRE/DREAL) et nationales (Ministère en charge de l'Environnement) ainsi que par le CITEPA au travers des procédures de vérification liées à l'établissement des inventaires d'émissions (cf. section relative aux incertitudes).

En règle générale, l'information et par suite l'estimation découlant de la mesure des émissions sont retenues en priorité. Corrélations et bilans viennent ensuite. Ces derniers sont généralement à l'origine d'estimations assez précises pour certaines substances (SO_2 , CO_2 , HCl) dès lors que leur rétention éventuelle dans les équipements thermiques y compris les dispositifs d'épuration (dépoussiérage, désulfuration, déchloruration) n'altère pas la pertinence de cette approche.

- soit à partir de données statistiques globales et de facteurs d'émission choisis par des experts des secteurs concernés en tenant compte de l'état courant des connaissances. Des hypothèses relatives à la structure énergétique, du parc d'équipement voire aux conditions d'exploitation sous-jacentes. Ces éléments peuvent évoluer au cours du temps.

Les émissions sont donc déterminées au moyen de l'une des trois formules suivantes :

Mesure :

$$E_s = \int_{t_1}^{t_n} C_s \times Q_v \times dt \quad (1)$$

avec :

E_s : émission de la substance s (en unité massique)

C_s : concentration de la substance s dans les effluents rejetés à l'atmosphère (en unité massique/ Nm^3)

Q_v : débit volumique d'effluents rejetés à l'atmosphère (en Nm^3/h)

$t, t_1 \dots t_n$: intervalles de temps relatifs à C_s et Q_v . (en h)

Bilan :

$$E_s = \sum_{f=1}^{f=n} Q_f \times T_{c,f} \times F_{c,f} \times (1 - R_{c,f}) \times \frac{M_s}{M_c} \quad (2)$$

avec :

E_s : émission de la substance s (en unité massique)

Q_f : quantité de combustible f consommé (en masse)

$T_{c,f}$: teneur massique du composé c dans le combustible f (valeur comprise entre 0 et 1)

$F_{c,f}$: facteur d'oxydation du composé c pour le combustible f

$R_{c,f}$: rétention du composé c pour le combustible f dans l'installation (valeur comprise entre 0 et 1)

M_s : masse molaire de la substance s

M_c : masse molaire du composé c conduisant à la substance s (exemple $\text{S} \rightarrow \text{SO}_2$, $\text{C} \rightarrow \text{CO}_2$).

Facteur d'émission :

$$E_s = \sum_{f=1}^{f=n} Q_f \times PCI_f \times FE_{s,f} \quad (3)$$

avec :

E_s : émission de la substance s (en unité massique)

Q_f : quantité de combustible f consommé (en masse)

PCI_f : pouvoir calorifique inférieur du combustible f (en unité énergétique/unité massique)

$FE_{s,f}$: facteur d'émission de la substance s pour le combustible f (en unité massique de polluant/unité énergétique)

Dans le cas du CO_2 , le facteur d'émission peut englober le facteur d'oxydation (cas des facteurs d'émission nationaux). Dans le cas d'utilisation de facteurs d'émission spécifiques, un facteur d'oxydation est pris en compte le cas échéant. Les facteurs d'oxydation appliqués sont ceux préconisés par le GIEC et les Nations unies.

Méthode d'estimation des émissions de GES (OMINEA et NIR) :

Emissions de CO_2

A. CAS GENERAL (hors agro-carburants)

Généralement, la méthode du bilan matière est utilisée car d'une très bonne précision relative (formule 2 de la section précédente).

Conventionnellement, il est d'usage de déterminer le CO_2 dit "ultime", c'est-à-dire le CO_2 correspondant à toutes les formes d'oxydation (CO notamment) qui s'observent généralement à des concentrations très inférieures à celles du CO_2 dans les gaz de combustion (sauf exception comme les sources mobiles à essence non catalysées ou certains foyers ouverts où la combustion est beaucoup moins bien maîtrisée).

L'interdépendance de la teneur en carbone et du PCI conduit à une faible dispersion des facteurs d'émission de CO_2 y compris en tenant compte du facteur d'oxydation.

En l'absence actuellement de dispositif de récupération du CO_2 sur les installations de combustion, l'estimation des émissions de CO_2 au moyen de la formule du bilan (2) est équivalente à la formule du facteur d'émission (3) tout en restant aussi pertinente (cf. section précédente pour les formules).

Sauf dans le cas d'utilisation de facteurs d'émission spécifiques et dûment justifiés (exemple de certaines déclarations annuelles dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission), les facteurs d'émission de CO_2 nationaux sont appliqués de façon identique à toutes les installations consommatrices de combustibles.

Ces facteurs d'émission présentés dans le tableau ci-après résultent d'une compilation de données plus ou moins nombreuses selon les types de combustibles. Les valeurs recommandées par le GIEC sont parfois légèrement différentes, mais il convient de rappeler que les valeurs du GIEC sont des moyennes internationales qui ne sont pas nécessairement représentatives de la spécificité d'un pays donné, donc du cas français et que l'utilisation de données spécifiques nationales voire spécifiques de chaque installation est encouragée sous réserve de justification.

A la date de la mise à jour du rapport, les valeurs présentées ci-dessous sont la plupart du temps identiques aux facteurs d'émission par défaut officiellement retenus par les autorités françaises dans le cadre du système d'échanges de quotas d'émissions de gaz à effet de serre (cf. arrêté du 31 octobre 2012 [525]). Pour les sites réalisant des mesures du contenu en carbone de leurs combustibles dans le cadre du système de quotas, les valeurs spécifiques sont prises en compte dans l'inventaire.

Les facteurs d'émission nationaux sont applicables aussi bien en Métropole qu'en Outre-mer.

Facteurs d'émission utilisés dans les inventaires d'émission nationaux

| Code NAPFUEc | Désignation | kg CO ₂ / GJ y compris facteur d'oxydation | Source |
|-----------------|--|--|--|
| 101 | Charbon à coke | 94,6 | [638] |
| 102 | Charbon vapeur | 94,6 | [638] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 96,1 | [638] |
| 105 | Lignite | 101 | [638] |
| 107 | Coke de houille | 107 | [638] |
| 110 | Coke de pétrole | variable selon les années | - |
| 111 | Bois et assimilé | 96,8 (0 pour certaines applications) | [766] |
| 116 | Déchets de bois | 96,8 (0 pour certaines applications) | Idem bois (111) |
| 117 | Déchets agricoles | 99 | [765] |
| 118 | Boues d'épuration | 110 (0 pour certaines applications) | [50] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 78 (*) | Moyenne calculée selon %s et FE de [3] |
| 204 | Fioul domestique | 75,0 | Idem Gazole (205) |
| 205 | Gazole / Gazole non routier | 75,0 | [17] [716] |
| 214 | Solvants usagés | 70 | [50] |
| 215 | Liqueur noire | 95,3 (0 pour certaines applications) | [638] |
| 222 | Bitumes | 80,7 | [638] |
| 224 | Autres produits pétroliers (graisses, etc.) | 73,3 | [638] |
| 301 | Gaz naturel type H (Lacq) / B (Groningue) | Variable selon les années | - |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 63,1 | [638] |
| 304 | Gaz de cokerie | 45,6 | [50] |
| 305 | Gaz de haut fourneau | 274,1 | [50] |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie | 57,6 | [638] |
| 309 | Biogaz | 110 (0 pour certaines applications) | Calcul théorique selon %c moyen |
| 312 | Gaz d'aciérie | 188,7 | [50] |

(*) les facteurs d'émission CO₂ du FOL varient de ± 1 kg CO₂/GJ autour de la valeur indiquée selon qu'il s'agit de FOL HTS ou de FOL TBTS. En l'absence de résultats spécifiques disponibles, la valeur indiquée est appliquée.

B. CAS DES AGRO-CARBURANTS

L'estimation des émissions de CO₂ issues de la combustion des agro-carburants est réalisée en intégrant au modèle COPERT [544] les pourcentages massiques d'agro-carburants dans les produits pétroliers ainsi que leurs facteurs d'émissions.

Pour rappel, les émissions de CO₂ issues des agro-carburants sont exclues du total des émissions des gaz à effet de serre dans le cadre de la convention sur les changements climatiques.

Les pourcentages donnés dans les tableaux ci-dessous, correspondent à la partie biogénique des agro-carburants (bio-essence et bio-gazole). Le bio-essence est uniquement de l'éthanol, alors que

le bio-gazole est composé de différents produits (EMAG⁹ et biodiesel de synthèse) dont les taux d'incorporation respectifs diffèrent suivant les années. Il est considéré que les EMAG ne sont pas entièrement composés de produits biotiques. En effet, les EMAG sont réalisés par transestérification avec du méthanol (qui n'est pas d'origine biogénique).

Les livraisons de carburants étant fournies comme étant les livraisons de mélanges (essence+bio-essence et gazole+bio-gazole), le calcul des pourcentages massiques et/ou volumiques d'incorporation est nécessaire afin d'extraire la partie biotique. Pour cela, les données volumiques d'agro-carburants fournies par les douanes [552] sont utilisées. Ces valeurs permettent de calculer des taux d'incorporation (volumique, massique et énergétique) qui seront légèrement différents de ceux diffusés par la DGEC. En effet, ces derniers sont, d'une part, calculés à partir de PCI différents de ceux utilisés dans les inventaires d'émission et, d'autre part, depuis 2010, certains agro-carburants peuvent faire l'objet d'un double comptage dans le calcul du taux d'incorporation énergétique rapporté dans le cadre de la circulaire du 9 mars 2012 relative à la TGAP¹⁰.

Les données pour calculer les facteurs d'émission de CO₂ de chaque agro-carburant sont issues de l'ADEME [361].

L'ensemble des données relatives aux agro-carburants sont disponibles dans la base de données OMINEA.

Emissions de CH₄

Les émissions dépendent des conditions d'exploitation, du type d'équipement thermique, du combustible et des dispositifs d'épuration.

Compte tenu du faible niveau des émissions, elles sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant du GIEC 2006 [638].

Dans le cas des installations de chauffage urbain, du secteur résidentiel et du secteur tertiaire, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés (se reporter aux sections correspondantes).

Les facteurs d'émission présentés dans la base de données OMINEA sont utilisés pour la Métropole et l'Outre-mer.

Emissions de N₂O

Comme indiqué précédemment pour les NO_x, de nombreux paramètres sont à prendre en compte. Les rejets de N₂O sont généralement faibles exceptés pour certains équipements tels que les lits fluidisés (par exemple dans la production centralisée d'électricité, se reporter à la section correspondante).

Les émissions de N₂O sont déterminées la plupart du temps au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant du GIEC 2006 [638].

Les facteurs d'émission présentés dans la base de données OMINEA sont utilisés pour la Métropole et l'Outre-mer.

Emissions de Gaz fluorés

La combustion n'engendre pas d'émission de gaz fluorés à effet de serre.

Toutefois, certaines sources associées à l'utilisation et à la distribution de l'énergie (climatisation, disjoncteurs, etc.) qui utilisent certains de ces composés constituent des émetteurs qui sont traités séparément dans les sections relatives aux codes CRF 2F.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (OMINEA et IIR) :

Emissions de SO₂

⁹ EMAG = Esther méthyl d'acide gras (esther méthyl d'huile végétal et esther méthyl d'huile usagée)

¹⁰ Circulaire du 9 mars 2012 relative à la taxe générale sur les activités polluantes/prélèvement sur les carburants

Les émissions se calculent à partir des trois formules décrites précédemment selon les cas rencontrés en privilégiant les données spécifiques à la source ou au secteur considéré.

Sauf cas particulier (présence de système de traitement du SO₂ (déSO_x), certaines installations consommant du charbon et certaines installations spécifiques pour lesquelles une partie du soufre du combustible est retenue par la matière première produite), la rétention de soufre est supposée nulle.

Dans le cas du recours à des facteurs d'émission par combustible utilisés lorsque des données plus précises ne sont pas disponibles, certaines valeurs sont stables dans le temps alors que d'autres au contraire, évoluent selon les années (exemple : fioul lourd). Les facteurs d'émission de SO₂ stables dans le temps sont présentés dans les tableaux suivants alors que ceux évolutifs par année sont disponibles dans la base de données OMINEA. Ils sont applicables aussi bien en Métropole qu'en Outre-mer.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g SO ₂ / GJ | Source - f(t) = variable dans le temps |
|--------------|--------------------------------------|--|--|
| 101 et 102 | Charbons (hors Gardanne) | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 105 | Lignite | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 107 | Coke de houille | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 110 | Coke de pétrole | 938 | Base de 1,5% de S |
| 111 | Bois et assimilé | 10 | [412] |
| 115 | Déchets industriels solides | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 116 | Déchets de bois | 10 | analogie avec le bois |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS / TTBTs | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 204 | Fioul domestique | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 205 | Gazole et Gazole Non Routier | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 25B | Biocarburant gazole | cf. base de données | Calcul - f(t) |
| 214 | Solvants usagés | 78 | [7] |
| 215 | Liqueur noire | Valeurs spécifiques | - |
| 218 | Autres déchets liquides | Valeurs spécifiques | - |
| 301 | Gaz naturel | 0,5 | [2,3] |
| 303 | GPL GPLc | 2,2 8,7 jusqu'en 2009 et 2,2 depuis 2010 | [13,14] |
| 304 | Gaz de cokerie | 530 | [3,6] |
| 305 | Gaz de haut fourneau | 30 | [637] |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie | Valeurs spécifiques | - |
| 309 | Biogaz (55% CH ₄) | Valeurs spécifiques | - |
| 312 | Gaz d'aciérie | 14 | [6] |

Emissions de NO_x

Les émissions dépendent des conditions d'exploitation, du type d'équipement thermique, du combustible et des dispositifs d'épuration.

Elles sont déterminées, soit par mesure, soit au moyen d'un facteur d'émission (systématique pour les petites sources fixes et les sources mobiles) (formules 1 et 3 de la section ci-dessus). Les facteurs d'émission par défaut pour les chaudières des installations industrielles sont présentés dans le tableau suivant. Ils sont applicables aussi bien en Métropole qu'en Outre-mer.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g NO _x / GJ | Source |
|--------------|--|---|---------------|
| 101 à 105 | Charbons, agglomérés de houille, lignite | 160 (foyer à grille classique), 200 (foyer à projection), 340 (chauffe frontale), 280 (chauffe tangentielle), 95 à 150 (lit fluidisé), 160 (autres secteurs) | [22] [458] |
| 111 | Bois | 200 | [22] |
| 203 | Fioul lourd | 170 à 190 selon les puissances | [22] |
| 204 | Fioul domestique | 100 | [22] |
| 224 | Autres produits pétroliers | 170 | [22] |
| 301 | Gaz naturel | 60 et 75 selon les puissances | [22] |
| 303 | GPL | 60 | [22] |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie | 42 | [22] |

Les autres équipements (turbines, moteurs fixes, fours et autres) sont traités au cas par cas. En règle générale, les facteurs d'émission sont significativement plus élevés. Excepté pour les fours et certains cas particuliers, les données disponibles sont globales et ne permettent pas de distinguer les différents équipements qui sont alors assimilés à des chaudières.

Emissions de COVNM

Les remarques ci-dessus relatives aux NO_x s'appliquent sauf aux TAG (Turbines à Gaz) en ce qui concerne le facteur d'émission. Toutefois, la mesure est rarement pratiquée et l'utilisation d'un facteur d'émission est quasi généralisée.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g COVNM / GJ | Source |
|--------------|---------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 101 à 104 | Charbons, agglomérés de houille | 1,2 et 20 selon les puissances | [459] |
| 105 | Lignite | 15 | [461] |
| 111 | Bois | 4,8 | [337] |
| 203 | Fioul lourd | 3 | [460] |
| 204 | Fioul domestique | 2 | [460] |
| 224 | Autres produits pétroliers | 3 | assimilé au FOL |
| 301 | Gaz naturel | 1,5 et 2,5 selon les puissances | [459] |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie | 1,5 et 2,5 selon les puissances | assimilé à du gaz naturel |

Ces facteurs d'émission sont applicables aussi bien en Métropole qu'en Outre-mer.

Emissions de CO

Les remarques ci-dessus relatives aux NO_x s'appliquent sauf aux TAG en ce qui concerne le facteur d'émission. Toutefois, la mesure est rarement pratiquée et l'utilisation d'un facteur d'émission est quasi généralisée.

Les facteurs d'émission ci-dessous sont applicables aussi bien en Métropole qu'en Outre-mer.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g CO / GJ | Source |
|-----------------|---|--|-------------------|
| 101 à 104 | Charbons, agglomérés de houille, lignite | 15 et 200 selon les puissances | [459] |
| 105 | Lignite | 121 | [459] |
| 111 | Bois | 250 | [337] |
| 203 | Fioul lourd | 15 et 40 selon les puissances | [459] |
| 204 | Fioul domestique | 15 et 40 selon les puissances | [459] |
| 224 | Autres produits pétroliers | 15 et 40 selon les puissances | assimilé à du FOL |
| 301 | Gaz naturel | 20 et 25 selon les puissances (autres secteurs) | [459] |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie | 20 et 39 selon les puissances (autres secteurs) | [459] |

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ liées à la combustion sont faibles sauf en présence d'équipements d'épuration particuliers. Les émissions de NH₃ liées à la combustion sont, sauf exception, négligées dans l'inventaire des émissions sauf pour ce qui concerne les véhicules automobiles.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules totales sont déterminées, soit par mesure, soit au moyen d'un facteur d'émission.

La présence et la quantité de particules totales varient selon la nature du combustible, l'origine de ce dernier et les émissions dépendent au moins pour certains de la nature des équipements thermiques et des dispositifs d'épuration.

Les facteurs d'émission présentés ci-après sont des valeurs nationales applicables, sauf indication contraire spécifique, aux installations de combustion. Attention, comme indiqué ci-dessus, la variabilité des équipements dans certains secteurs conduit à utiliser des facteurs d'émission différents. A titre d'exemple, dans le secteur résidentiel, l'utilisation de la biomasse dans des équipements moins performants que des chaudières industrielles débouche sur des émissions particulières plus importantes.

En pratique, l'utilisateur de cette section doit vérifier que des facteurs d'émission spécifiques ne sont pas définis pour des catégories de sources particulières avant d'employer ces valeurs. L'absence d'indication signifie que, soit l'émission est négligeable, soit que seules des valeurs spécifiques sont applicables.

Ces facteurs d'émission proviennent du guidebook EMEP et de l'étude du CITEPA [67] pour le bois.

Ces facteurs d'émission sont applicables en Métropole et en Outre-mer.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g TSP/ GJ | Référence |
|--------------|------------------------------|------------------------------------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 80 | [580] |
| 102 | Charbon vapeur | 80 | [580] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 80 | [580] |
| 105 | Lignite | 80 | [580] |
| 111 | Bois et assimilé | 100 | [67] |
| 116 | Déchets de bois | 100 | [67] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 25 | [581] |
| 204 | Fioul domestique | 5 | [580] |
| 301 | Gaz naturel | 0,9 | [582] |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 0,9 | [582] |

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de particules dépendent des conditions d'exploitation, du type d'équipement thermique, du combustible et des dispositifs d'épuration.

Les émissions de particules totales sont déterminées, soit par mesure, soit au moyen d'un facteur d'émission.

Les profils granulométriques varient suivant le combustible et le ou les type(s) de dépoussiéreur(s) mis en œuvre. Pour chaque secteur de l'énergie, excepté la production d'électricité et la combustion du bois dans le secteur résidentiel, une combinaison des différents types de dépoussiéreurs mis en œuvre (cyclones, laveurs, électrofiltres, filtres à manches) est retenue et les profils suivants sont appliqués [66] sauf indication contraire indiquée dans les sections spécifiques à chaque catégorie de sources :

Combustibles minéraux solides hors bois :

Codes NAPFUEc concernés : 102 - 103 - 104 - 105

| tranche granulométrique | % répartition des particules totales | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------|---------|--------------------|
| | Electrofiltre | Filtre à manches | Laveur | Cyclone | sans dépoussiérage |
| PM_{10} | 75 | 76 | 71 | 68 | 26 |
| $PM_{2,5}$ | 41 | 40 | 51 | 43 | 10 |
| $PM_{1,0}$ | 20 | 20 | 31 | 30 | 5 |

Combustibles pétroliers :

Codes NAPFUEc concernés : 203 - 204 - 303

| tranche granulométrique | % répartition des particules totales | | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------|---------|--------------------|
| | Electrofiltre | Filtre à manches | Laveur | Cyclone | sans dépoussiérage |
| PM_{10} | 63 | 63 | 100 | 95 | 66 |
| $PM_{2,5}$ | 41 | 41 | 97 | 22 | 38 |
| $PM_{1,0}$ | 28 | 28 | 84 | 21 | 27 |

Bois et déchets de bois :

Codes NAPFUEc concernés : 111 - 116

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des particules totales</i> | | |
|------------------------------------|--|----------------|---------------------------|
| | <i>Electrofiltre, Filtre à manches, Laveur</i> | <i>Cyclone</i> | <i>sans dépoussiérage</i> |
| PM ₁₀ | 92 | 60 | 62 |
| PM _{2,5} | 77 | 32 | 48 |
| PM _{1,0} | 59 | 15 | 40 |

Gaz naturel :

Codes NAPFUEc concernés : 301

Les émissions dues à la consommation de gaz naturel sont généralement faibles par comparaison avec les autres combustibles quelle que soit la taille des particules [414]. Il est fait l'hypothèse que toutes les particules sont submicroniques.

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des particules totales</i> |
|------------------------------------|---|
| PM ₁₀ | 100 |
| PM _{2,5} | 100 |
| PM _{1,0} | 100 |

Des facteurs d'émission nationaux correspondant à une répartition moyenne par type de technique de réduction des particules sont proposés dans le tableau ci-dessous. Ces valeurs peuvent être appliquées si aucune autre valeur n'est disponible.

| Code NAPFUEc | Désignation | Facteur d'émission en g/GJ | | |
|-----------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------|-------------------|
| | | PM ₁₀ | PM _{2,5} | PM _{1,0} |
| 102 | Charbon vapeur | 47,4 | 28 | 17,5 |
| 107 | Coke de houille | 47,4 | 28 | 17,5 |
| 110 | Coke de pétrole | 20,4 | 8,4 | 6,8 |
| 111 | Bois et assimilé | 77,8 | 61 | 48 |
| 115 | Déchets industriels solides | 47,4 | 28 | 17,5 |
| 203 | Fioul lourd | 20,4 | 8,4 | 6,8 |
| 204 | Fioul domestique | 4,1 | 1,7 | 1,4 |
| 224 | Autres produits pétroliers | 20,4 | 8,4 | 6,8 |
| 301 | Gaz naturel | 0,9 | 0,9 | 0,9 |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 0,9 | 0,9 | 0,9 |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio est dépendant du type de combustible et du secteur où a lieu la combustion. Les deux principales sources de données pour ces ratios sont le guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [17] complété par un rapport Norvégien traitant des émissions de « Black Carbon » [681].

Métaux lourds (ML)

Ces éléments traces sont contenus en quantité variable dans les combustibles ainsi que dans les matières premières entrant dans certains procédés industriels. Leur présence et leurs quantités varient selon la nature du combustible, l'origine de ce dernier et les émissions dépendent au moins pour certains de la nature des équipements thermiques et des dispositifs d'épuration.

Les métaux lourds considérés dans les inventaires d'émission (dans le cadre de la convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance ainsi qu'au titre de l'E-PRTR) sont : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se) et Zinc (Zn).

D'autres éléments métalliques peuvent être présents tels que Vanadium (V), Cobalt (Co), Thallium (Tl), etc. Cependant, ceux-ci, bien que faisant l'objet de valeurs limites d'émissions dans le cadre des dispositions réglementaires nationales, n'appartiennent pas actuellement aux champs délimités pour les inventaires d'émission.

Les facteurs d'émission qui suivent, proviennent de plusieurs études :

- étude du CITEPA [70],
- article scientifique d'Atmospheric Environment [573],
- guide EMEP édition 2013 ([574] et [575]),
- mesures réalisées par GDF [639].

Ces facteurs d'émission sont des valeurs nationales applicables, sauf indication contraire spécifique, aux installations de combustion. Attention, comme indiqué ci-dessus, la variabilité des équipements dans certains secteurs conduit à utiliser des facteurs d'émission différents. A titre d'exemple, dans le secteur résidentiel, l'utilisation de la biomasse dans des équipements moins performants que des chaudières industrielles débouche sur des émissions particulières plus importantes et par voie de conséquence des émissions de métaux lourds provenant de la biomasse plus importantes.

En pratique, l'utilisateur de cette section doit vérifier que des facteurs d'émission spécifiques ne sont pas définis pour des catégories de sources particulières avant d'utiliser ces valeurs. L'absence d'indication signifie que, soit l'émission est négligeable, soit que seules des valeurs spécifiques sont applicables.

Ces facteurs d'émission sont applicables en Métropole et en Outre-mer.

Arsenic

| Code NAPFUEc | Désignation | mg As/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 2,7 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 2,7 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 2,7 | [70] |
| 105 | Lignite | 4,4 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 9,5 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 9,5 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 9,5 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 4,5 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,002 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,002 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,012 | [639] |

Cadmium

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Cd/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 0,15 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 0,15 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 0,15 | [70] |
| 105 | Lignite | 0,24 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 1,4 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 1,4 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 1,4 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 1,25 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,001 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,001 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,00007 | [639] |

Chrome

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Cr/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 5,8 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 5,8 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 5,8 | [70] |
| 105 | Lignite | 9,4 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 47 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 47 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 47 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 8,5 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,286 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,286 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,0013 | [639] |

Cuivre

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Cu/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 6,2 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 6,2 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 6,2 | [70] |
| 105 | Lignite | 10 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 31 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 31 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 31 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 6,5 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,174 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,174 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,006 | [639] |

Mercur

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Hg/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 11,5 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 11,5 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 11,5 | [70] |
| 105 | Lignite | 19 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 0,8 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 0,8 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 0,8 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 2 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,055 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,055 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,0001 | [639] |

Nickel

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Ni/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 7,7 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 7,7 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 7,7 | [70] |
| 105 | Lignite | 12,5 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 11 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 11 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 11 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 700 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,002 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,002 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,003 | [639] |

Plomb

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Pb/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 2,7 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 2,7 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 2,7 | [70] |
| 105 | Lignite | 44 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 90 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 90 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 90 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 9,2 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,007 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,007 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,013 | [639] |

Dans le cas de l'essence, les facteurs d'émission de plomb ont évolué dans le temps du fait de la réglementation. Les données avant 2000 ont été communiquées par l'UFIP [13] et les données à partir de 2001 proviennent de l'article scientifique de « Atmospheric environment » [573].

| Année | 1990 | 1995 | 2000 | A partir de 2001 |
|-------------------------------|-------|-------|------|------------------|
| Facteur d'émission Pb (mg/GJ) | 4 915 | 1 686 | 12 | 0,034 |

Sélénium

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Se/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 0,62 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 0,62 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 0,62 | [70] |
| 105 | Lignite | 1 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 7 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 7 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 7 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 4 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,002 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,002 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,00004 | [639] |

Zinc

| Code NAPFUEc | Désignation | mg Zn/ GJ | référence |
|--------------|------------------------------|-----------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 19,2 | [70] |
| 102 | Charbon vapeur | 19,2 | [70] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 19,2 | [70] |
| 105 | Lignite | 31,2 | [70] |
| 111 | Bois et assimilé | 290 | [70] |
| 116 | Déchets de bois | 290 | [70] |
| 117 | Déchets agricoles | 290 | [70] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 25 | [70] |
| 204 | Fioul domestique | 0,452 | [573] |
| 205 | Gazole / gazole non routier | 0,452 | [573] |
| 301 | Gaz naturel | 0,0015 | [575] |

Polluants Organiques Persistants (POP)

Les Polluants Organiques Persistants (POP) pris actuellement en compte dans les inventaires d'émission et susceptibles d'être émis dans l'atmosphère lors de la combustion de combustibles sont les suivants :

- les dioxines et furannes (PCDD/F),
- les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP),
- les polychlorobiphényles (PCB),
- l'hexachlorobenzène (HCB).

Les émissions dépendent de la présence de certains composés dans les combustibles et les matières premières (notamment le chlore et le fluor) ainsi que de la nature des équipements thermiques, des conditions de fonctionnement et des dispositifs d'épuration.

Ces émissions sont très sensibles aux conditions de fonctionnement, en conséquence, les facteurs d'émission utilisés restent accompagnés d'une forte incertitude. Lorsque des mesures sont disponibles, celles-ci sont privilégiées.

Sauf cas particulier tel que les HAP pour la biomasse utilisée dans des foyers où la combustion est mal maîtrisée ou d'éventuels combustibles particuliers, les émissions de POP sont généralement faibles.

En ce qui concerne les HAP, l'inventaire d'émission différencie les composés suivants dont les quatre premiers correspondent aux composés couverts par la convention sur la pollution atmosphérique transfrontalière :

- benzo(a)pyrène (BaP),
- benzo(b)fluoranthène (BbF),
- benzo(k)fluoranthène (BkF),
- indeno(1,2,3-cd)pyrène (IndPy),
- benzo(g,h,i)pérylène (BghiPe),
- fluoranthène (FluorA),
- benzo(a,h)anthracène (BahA),
- benzo(a)anthracène (BaA).

Les valeurs indiquées ci-après, sont les valeurs nationales appliquées par défaut pour les installations de combustion dès lors que des valeurs spécifiques ne sont pas définies pour une catégorie de source particulière (cf. les sections correspondantes).

En pratique, l'utilisateur de cette section doit vérifier que des facteurs d'émission spécifiques ne sont pas définis pour des catégories de sources particulières avant d'employer ces valeurs. L'absence d'indication signifie, soit que l'émission est négligeable, soit que seules des valeurs spécifiques sont applicables.

Il y a lieu de garder en mémoire la grande variabilité des émissions en fonction des conditions opératoires et le niveau limité des connaissances dans l'interprétation et l'utilisation de ces valeurs.

Ces facteurs d'émission s'appliquent en Métropole et en Outre-mer.

Dioxines et furannes

Les facteurs d'émission de dioxines et furannes proviennent d'un outil de l'UNEP [355] sauf pour le bois et les déchets agricoles pour lesquels une étude du CITEPA est utilisée [67].

| Code NAPFUEc | Désignation | ng PCDD/F lteq/ GJ |
|-----------------|------------------------------|--------------------|
| 101 | Charbon à coke | 10 |
| 102 | Charbon vapeur | 10 |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 10 |
| 105 | Lignite | 10 |
| 111 | Bois et assimilé | 40 |
| 116 | Déchets de bois | 40 |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 2,5 |
| 204 | Fioul domestique | 0,5 |
| 301 | Gaz naturel | 0,5 |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 0,5 |

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

Au sens de la CEE-NU, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Les facteurs d'émission des HAP pour les sources fixes proviennent de plusieurs sources différentes :

- base de données CATEF [577] pour le fioul lourd et le fioul domestique,
- étude US-EPA [576] pour les combustibles gaz naturel et charbon/lignite,
- étude CONCAWE [396] pour le gaz de raffinerie.

| Code NAPFUEc | Désignation | mg BaP/GJ | mg BbF/GJ | mg BkF/GJ | mg IndPy/GJ |
|-----------------|---------------------------------|-----------|-----------|--------------|----------------|
| 101 | Charbon à coke | 0,0007 | - | - | 0,0012 |
| 102 | Charbon vapeur | 0,0007 | - | - | 0,0012 |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 0,0007 | - | - | 0,0012 |
| 105 | Lignite | 0,0007 | - | - | 0,0012 |
| 111 | Bois et assimilé (*) | 0,5 | 1,1 | 0,3 | 0,5 |
| 116 | Déchets de bois (*) | 0,5 | 1,1 | 0,3 | 0,5 |
| 203 | Fioul lourd HTS/BTS/TBTS | 0,0075 | 0,0109 | 0,0024 | 0,004 |
| 204 | Fioul domestique - Chaudière | 0,0155 | 0,0125 | 0,0147 | 0,0196 |
| 204 | Fioul domestique - TAC | 0,0145 | 0,3477 | 0,3612 | 0,0087 |
| 301 | Gaz naturel | 0,0006 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 0,0006 | 0,0008 | 0,0008 | 0,0008 |
| 308 | Gaz de raffinerie | 0,0007 | 0,0011 | 0,0006 | 0,0006 |

(*) dans l'industrie seulement, pour le résidentiel et le tertiaire voir les sections relatives à ces deux secteurs.

| Code NAPFUEc | Désignation | mg BghiPe / GJ | mg BaA / GJ | mg BahA / GJ | mg FluorA / GJ |
|-----------------|------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|-------------------|
| 101 | Charbon à coke | 0,0005 | 0,0015 | - | 0,0137 |
| 102 | Charbon vapeur | 0,0005 | 0,0015 | - | 0,0137 |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 0,0005 | 0,0015 | - | 0,0137 |
| 105 | Lignite | 0,0005 | 0,0015 | - | 0,0137 |
| 111 | Bois et assimilé (*) | 2,1 | 0,2 | 0,2 | 3,1 |
| 116 | Déchets de bois (*) | 2,1 | 0,2 | 0,2 | 3,1 |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 0,0064 | 0,004 | 0,0047 | 0,047 |
| 204 | Fioul domestique - Chaudière | 0,0207 | 0,0311 | 0,0155 | 0,0878 |
| 204 | Fioul domestique - TAC | 0,0092 | 0,0252 | 0,0087 | 0,2609 |
| 301 | Gaz naturel | 0,0006 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0013 |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié | 0,0006 | 0,0008 | 0,0006 | 0,0013 |
| 308 | Gaz de raffinerie | 0,6 | 0,8 | 0,6 | 1,3 |

(*) dans l'industrie seulement, pour le résidentiel et le tertiaire voir les sections relatives à ces deux secteurs.

Polychlorobiphényles

Les facteurs d'émission de polychlorobiphényles (PCB) proviennent de plusieurs sources [40, 346, 347, 350].

| Code NAPFUEc | Désignation | µg PCB / GJ | Référence |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|-----------|
| 101 | Charbon à coke | 55 | [346] |
| 102 | Charbon vapeur | 55 | [346] |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 72 | [346] |
| 105 | Lignite | 141 (<50 MW) 106 (>50 MW) | [40] |
| 111 | Bois et assimilé | 31 | [350] |
| 116 | Déchets de bois | 50 | [350] |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | 15 | [40] |
| 204 | Fioul domestique | 8,8 | [347] |
| 301 | Gaz naturel | A priori nul ou négligeable | |

Hexachlorobenzène

Les facteurs d'émission d'hexachlorobenzène (HCB) pour les sources fixes et mobiles proviennent du guidebook EMEP [74].

| Code NAPFUEc | Désignation | µg HCB / GJ |
|-----------------|------------------------------|--------------------------------|
| 101 | Charbon à coke | 0,62 |
| 102 | Charbon vapeur | 0,62 |
| 103 | Charbon sous-bitumineux | 0,62 |
| 105 | Lignite | 0,62 |
| 111 | Bois et assimilé | 3,3 |
| 116 | Déchets de bois | 3,3 |
| 117 | Déchets agricoles | 3,3 |
| 203 | Fioul lourd HTS / BTS / TBTS | A priori nul ou négligeable |
| 204 | Fioul domestique | |
| 301 | Gaz naturel | |

PRODUCTION D'ENERGIE

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

CHAUFFAGE URBAIN

Cette section concerne les installations de chauffage urbain.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.1.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.1.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.02.01 à 01.02.05 |
| CITEPA / SNAPc | 01.02.01 à 01.02.05 |
| CE / directive IED | 1.1 (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / E-PRTR | 1c (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / directive GIC | 01.02.01 et 01.02.02 (+01.02.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 40.3 (ancienne) ; 35.3 (nouvelle) |
| NAF 700 | 40.3Z (ancienne) ; 3530Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Bottom-up limité aux installations > 50 MW qui sont considérées individuellement et consolidation sur l'enquête sectorielle annuelle | Valeurs spécifiques à chaque installation considérée individuellement pour le SO ₂ , les NO _x , les particules et le CO ₂ (pour les installations couvertes par le SEQUE). Valeurs nationales ou valeurs par défaut pour les autres substances et les autres installations |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations

CH₄ et N₂O : Rang 1

Références utilisées :

- [1] MEDDE / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [41] SNCU - Enquête chauffage urbain (enquête annuelle)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)

[681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

[747] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Table 3-9 « Other liquid fuels »

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section concerne la production centralisée de chaleur en vue de sa distribution à des tiers au moyen de réseaux de distribution. Ne sont pas reprises dans cette section les installations de chauffage collectif et les installations d'incinération d'ordures ménagères avec récupération d'énergie.

Les données de production et de consommations d'énergie sont recensées annuellement par l'enquête « Réseaux de chaleur et de froid » diligentée par le SNCU (Syndicat National du Chauffage Urbain) [41]. Cette enquête nationale s'adresse à toutes les entreprises gestionnaires d'un ou plusieurs réseaux de chaleur et de froid.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les installations de chauffage urbain sont distinguées en deux catégories :

- Installations de puissance supérieure à 50 MW : ces installations sont recensées individuellement chaque année dans le cadre de l'inventaire GIC (Grandes Installations de Combustion) [39] et leurs consommations sont donc connues de façon exhaustive ;
- Installations de puissance inférieure à 50 MW : les consommations de ces installations sont tirées de l'enquête annuelle du SNCU.

L'enquête sectorielle annuelle donne un cadrage de la consommation d'énergie par combustible. L'enquête n'est pas disponible pour les années 1996, 1998, 2000, 2001, 2003 et 2004. De plus, elle est souvent publiée avec deux années de décalage.

Pour les années manquantes ou pas encore disponibles de l'enquête sectorielle, des extrapolations sont effectuées sur la base des données individuelles disponibles et par rapport aux années les plus proches. En tout état de cause, cette approximation n'introduit pas de biais vis-à-vis de l'estimation des consommations d'énergie car le chauffage urbain est un sous-ensemble du secteur résidentiel/tertiaire du bilan énergétique national [1] et un équilibrage est effectué à ce niveau supérieur. De plus, la consommation d'énergie de ce secteur est relativement modeste (de l'ordre de 2 Mtep, soit un peu plus de 1% du bilan énergétique national).

Il est à noter que les consommations de combustibles dédiés à l'autoproduction d'électricité des installations de chauffage urbain sont comptabilisées dans ce secteur. Par ailleurs, les consommations d'énergie de ce secteur sont directement liées à la rigueur climatique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Pour la houille, le fioul lourd et les combustibles gazeux, les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission, calculés à partir des émissions spécifiques déclarées par les installations soumises aux quotas [19] et des facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638] pour les installations non soumises aux quotas.

Pour les autres combustibles, les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de SO₂ sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leur teneur en soufre recensées chaque année.

Pour les autres installations, les émissions de SO₂ sont déterminées à partir de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de NO_x sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir de facteurs d'émission.

Pour les autres installations, les émissions de NO_x sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de CO

Les émissions de CO sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de TSP sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir de facteurs d'émission.

Pour les autres installations, les émissions de TSP sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible. Ces valeurs sont présentées dans la section générale énergie sauf en ce qui concerne quelques combustibles pour lesquels des facteurs d'émission plus appropriés sont tirés des références [42] et [747].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie est obtenue en appliquant des profils granulométriques moyens par combustible et techniques de dépoussiérage et les hypothèses suivantes :

- Installations de puissance supérieure à 300 MW : ces installations sont supposées être équipées à 100% d'électrofiltres ;
- Installations de puissance entre 300 et 50 MW : ces installations sont supposées être équipées à 2/3 d'électrofiltres et à 1/3 de filtres à manches ;
- Installations de puissance inférieure à 50 MW : ces installations sont supposées être équipées à 50% d'électrofiltres et à 50% de cyclones.

Les profils granulométriques moyens par combustible sont présentés dans la section générale énergie sauf en ce qui concerne quelques combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées de la référence [183].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus sont :

- De 2,2% pour les combustibles solides (hors bois),
- De 3,3% pour le bois,
- De 5,6% pour les combustibles liquides,
- De 2,5% pour les combustibles gazeux.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

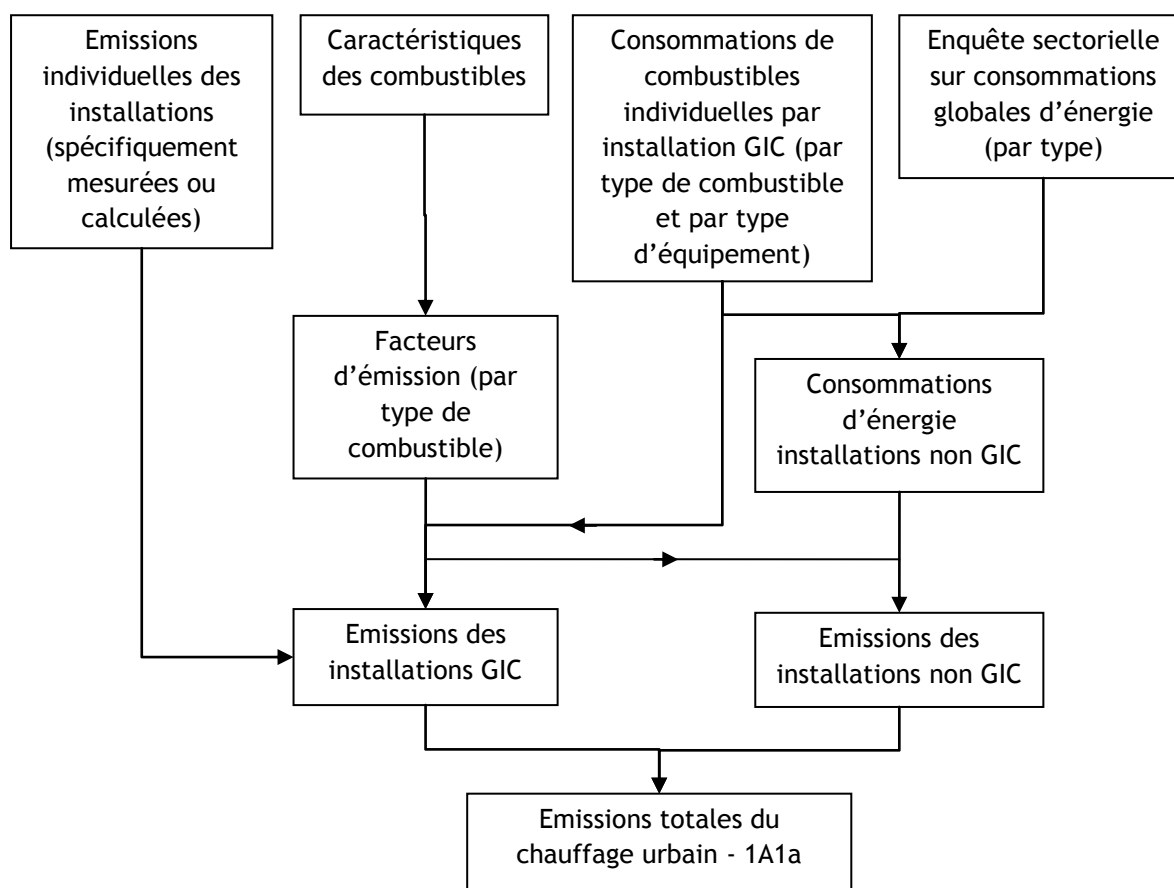
Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION CENTRALISEE D'ELECTRICITE

Cette section concerne la production centralisée d'électricité au moyen de combustibles fossiles, de biomasse et de produits valorisés pour leur contenu énergétique.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.1.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.1.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.01.01 à 01.01.05 |
| CITEPA / SNAPc | 01.01.01 à 01.01.05 |
| CE / directive IED | 1.1 (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / E-PRTR | 1c (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / directive GIC | 01.01.01 et 01.01.02 (+01.01.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 40.1 (ancienne) ; 35.1 (nouvelle) |
| NAF 700 | 40.1A (ancienne) ; 3511Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Le plus souvent spécifiques de chaque installation concernant SO ₂ , NO _x , particules depuis 1990 et CO ₂ depuis 2005. Valeurs nationales pour les autres substances |

Niveau de méthode :

Rang 2 ou 3 selon les substances du fait de la prise en compte de données spécifiques à chaque installation.

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [20] EDF - Données internes
- [21] SNET puis EON - Données internes
- [34] Ministère de l'industrie, puis de l'Ecologie - DGEMP puis SOeS - Production et distribution d'énergie électrique en France (publication annuelle)
- [35] ENERCAL - Société néo-calédonienne d'énergie - Données internes
- [36] Electricité de Tahiti - Données internes
- [37] Electricité et eau de Wallis et Futuna - Données internes
- [38] EDM - Electricité de Mayotte - Données internes
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA

- [62] CITEPA - SAMBAT S. & all. - Inventaire des émissions de particules primaires - 2001
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [380] EURELECTRIC - European Wide Sector Specific Calculation Method for reporting to the European Pollutant Release and Transfer Register, January 2008
- [419] EMEP / EEA Guidebook - Chapter B111, page 55, 2006
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie :

Caractéristiques pour la Métropole (communes au NIR et à l'IIR)

L'importance du parc électronucléaire de production d'électricité en France métropolitaine, complété par les productions d'origines hydroélectrique, éolienne, etc. ne laisse qu'une relative faible part à la filière thermique à flamme qui ne contribue à hauteur que de quelques pour cent de l'électricité produite sur le territoire national [34].

En Métropole, le nombre de sites tend à rester à peu près stable depuis 1990 autour d'une trentaine. Les sites de la Métropole sont majoritairement équipés de chaudières charbon et fioul lourd. Mais depuis 2005, cette situation tend à s'inverser progressivement avec la mise en service d'une dizaine de nouvelles centrales au gaz. Les équipements constitués principalement de chaudières qui consommaient 99% de l'énergie entrante en 1990 voient cette part passer à environ 80% ces dernières années avec la mise en service de nouvelles centrales au gaz depuis 2005 [19, 20, 21].

Caractéristiques pour l'Outre-mer (NIR)

En Outre-mer, le nombre total de sites est aussi d'environ une trentaine mais les équipements présents sont très différents de la Métropole. En effet, ces sites sont équipés majoritairement de moteurs et/ou de turbines [35, 36, 37, 38].

Le parc thermique français est donc constitué au total par plus d'une vingtaine de chaudières, une douzaine de turbines et une trentaine de moteurs.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, etc.) permettent une estimation assez fine des émissions [19, 39]. Ces éléments tiennent également compte des méthodes développées dans le cadre de l'E-PRTR [380].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. La mise en place du système d'échange de quotas SEQUE depuis 2005 permet de disposer par l'intermédiaire des déclarations annuelles [19] de données spécifiques pour chaque installation. Les facteurs d'émission moyens déterminés à partir des données de 2005 à 2012 sont appliqués sur l'ensemble de la période 1990-2004. Pour les combustibles utilisés uniquement avant 2005, les facteurs d'émission nationaux sont utilisés (cf. section générale sur l'énergie).

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638].

Emissions de N₂O

Les facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638] sont utilisés, excepté pour les installations munies de dispositifs à lit fluidisé et pour lesquelles des données spécifiques sont disponibles [19].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions sont déterminées par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leur teneur en soufre recensées chaque année [19, 20, 21]. Lorsqu'une valeur manque, la moyenne calculée à partir des installations analogues pour la même année est utilisée. A défaut, la valeur moyenne nationale est employée.

Emissions de NO_x

Les émissions sont, le plus souvent, déterminées par mesure directe des émissions [19, 20, 21]. Si ce n'est pas le cas, des facteurs d'émission spécifiques ou des facteurs d'émission nationaux par type d'équipement (voir section générale énergie) sont appliqués.

Emissions de COVNM

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission. Des réductions sont en général observées au cours du temps [380].

Emissions de CO

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission tirés du Guidebook EMEP / EEA [419] ou du guidebook de la profession [380].

Emissions de NH₃

Les premiers équipements d'installations avec des dispositifs de réduction des émissions de NO_x du type SCR datent de 2005. Ces dispositifs sont susceptibles de rejeter du NH₃. Avant cette date, les émissions de NH₃ sont nulles ou si faibles qu'elles sont négligées. Les émissions sont estimées directement à partir des déclarations des industriels [19].

De 2005 à 2007, seuls des moteurs sont équipés. A partir de 2008, les effluents de certaines installations entrant notamment dans la catégorie des Grandes Installations de Combustion (GIC) fonctionnant au charbon sont également traités.

Des fluctuations interannuelles significatives peuvent être observées du fait d'événements particuliers. Cependant, les émissions de NH₃ de cette catégorie restent marginales.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de poussières totales sont mesurées sur la plupart des installations [19, 50], sinon elles sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut [62] pour ce qui est du reste des installations. La variabilité parfois observée pour les années les plus récentes vient, outre l'incertitude élevée sur les mesures, de la plus grande disponibilité de données spécifiques aux installations et d'un moindre recours aux facteurs d'émission par défaut.

Les variations des facteurs d'émission s'expliquent notamment par la prise en compte des résultats de mesures lorsqu'ils sont disponibles à partir de 2004 [19].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La répartition des émissions de particules suivant leur taille provient principalement de travaux menés par les producteurs d'électricité [50].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus sont :

- De 2,2% pour les combustibles solides (hors bois),
- De 3,3% pour le bois,
- De 2,5% pour les combustibles gazeux.

Pour les combustibles liquides, les ratios dépendent aussi du type d'équipement :

- Chaudières et turbines : 5,6%,
- Moteurs : 78%.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées aux moyens de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible.

Pour la lignite (105), le fioul domestique (204) et le gaz naturel (301), les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir des facteurs d'émission présentés en section générale énergie.

Pour le fioul lourd (203), le coke de pétrole (110, assimilé au fioul lourd) et les charbons (102 et 103), les facteurs d'émission proviennent du guide EURELECTRIC [380].

Pour le charbon, ces facteurs varient au cours du temps en fonction des dispositifs de traitement des émissions de particules mis en place ainsi que de la mise en œuvre de dispositifs visant d'autres substances (comme par exemple la SCR qui aurait un impact très significatif sur la fraction gazeuse du mercure). De ce fait, à partir de 2005, la déclaration annuelle des émissions [19] constitue une référence importante. Les valeurs retenues avant 2005 sont des moyennes uniformément appliquées pour toutes les années. Les évolutions observées avant / à partir de 2005 ne reflètent donc pas nécessairement de véritables différences opérationnelles.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années [355].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les 4 HAP suivants sont aussi estimés : fluoranthène (FluorA), benzo(a)anthracène (BaA), dibenz(ah)anthracène (BahA) et benzo(ghi)pérylène (BghiPe).

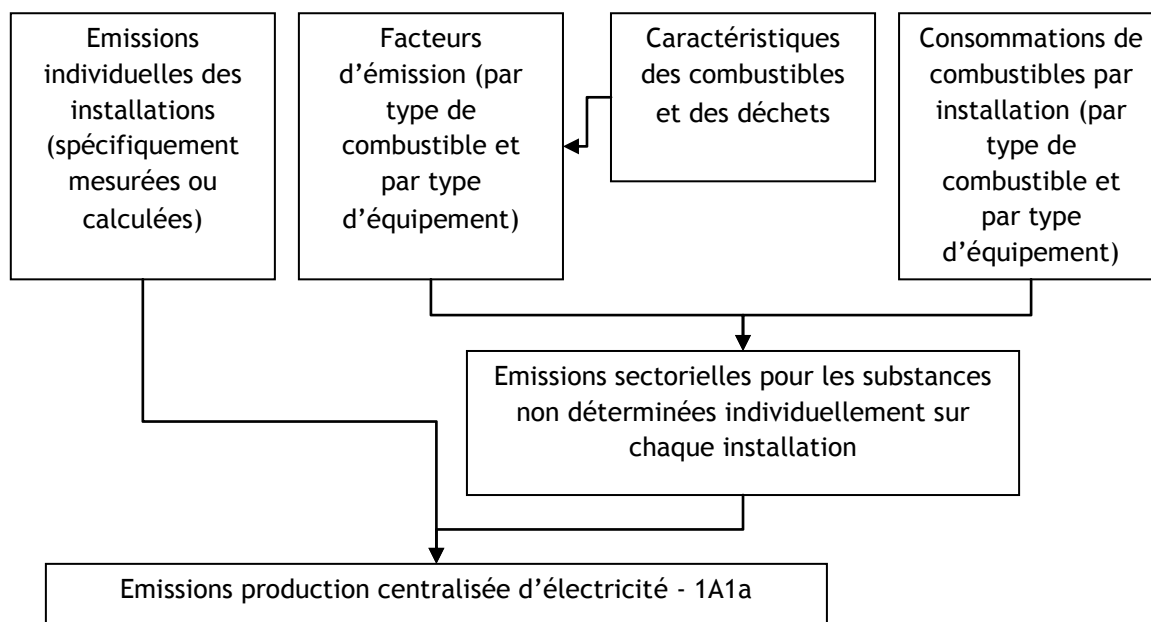
Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

RAFFINAGE DU PETROLE

Cette section concerne uniquement les installations de combustion dans le raffinage du pétrole brut ou de produits partiellement élaborés provenant d'autres raffineries.

Les émissions issues des procédés du raffinage sont comptabilisées dans la section « 1B2a_petrol refining » et celles relatives aux torchères « 1B2c_petrol refining ».

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1.A.1.b |
| CEE-NU / NFR | 1.A.1.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.03.01 à 01.03.06 |
| CITEPA / SNAPc | 01.03.01 à 01.03.06 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | 01.03.01, 01.03.02 et 01.03.06 (partiellement)(+01.03.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 |
| NAF 700 | 23.2Z (ancienne) ; 1920Zp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO ₂ , CO ₂ , particules et parfois NO _x . Valeurs nationales par défaut pour les autres cas et les autres substances. |

Niveau de méthode :

Rang 2 ou 3 selon les substances.

Principales sources d'information utilisées :

- [13] UFIP - Données internes
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [23] Observatoire de l'Énergie - Tableaux des consommations d'énergie (publication annuelle)
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [47] Ministère de l'Environnement - Enquête raffineries (jusqu'en 1993)
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA

- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [380] EURELECTRIC - European Wide Sector Specific Calculation Method for reporting to the European Pollutant Release and Transfer Register, January 2008
- [397] GIEC - Guidelines 2006, Chapter 2, Pages 2.15 and 2.16, Table 2.2 stationary combustion in the energy industries
- [396] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009
- [446] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1b - SNAP 010301/010302/010306 - FE NOx - p 43 à 49
- [447] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1b - SNAP 010305 - FE NOx - p 50 et 51
- [448] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1a - SNAP 010304 assimilée à SNAP 010104 et 010105 - FE NOx - p 33 et 34
- [676] Guide méthodologique E-PRTR de déclaration des rejets polluants des sites thermiques à flamme
- [677] CONCAWE - Air Pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009 edition, HAP unece pour le gaz de raffinerie (p78 - table 29)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Il y a actuellement 10 raffineries déclarant une activité en France dont une située en Martinique (territoire hors PTOM) et une actuellement en reconversion (site de La Mède).

Les sites de raffinage ont connu des modifications de capacité au cours des années écoulées.

Le site de La Mède est en cours de transformation pour créer la première bio-raffinerie française afin de répondre à la demande croissante en biocarburants, tout en arrêtant, d'ici fin 2016, le traitement de pétrole brut.

On notera également que :

- 9 raffineries ont fermé dans la période 1980 - 1985,
- En 2003, un site a abandonné son activité de raffinage, ne conservant que ses activités pétrochimiques,
- En 2010, la raffinerie des Flandres (Nord) a été arrêtée et reconvertie en dépôt pétrolier. Le démontage des unités a été réalisé jusqu'en 2013 expliquant les faibles consommations énergétiques dédiées aux utilités et déclarées de 2010 à 2013,
- En 2011, la raffinerie de Reichstett (Bas-Rhin) a arrêté son activité,
- En 2012, la raffinerie de Berre (Bouches du Rhône) a été mise en arrêt temporaire pour 2 années dans l'attente d'une reprise de site. Faute de repreneurs, l'exploitant a confirmé la fermeture de la raffinerie mais s'engage à continuer de développer les activités pétrochimiques sur le site,
- Enfin, en 2013, la raffinerie de Petit-Couronne (Seine-Maritime) a fermé ses portes. Ce site est en cours de reconversion en dépôt pétrolier.

Ces fermetures consécutives expliquent ainsi la baisse de la production de brut traité et raffiné en Métropole.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [13, 14, 19, 39, 47] permettent une estimation assez fine des émissions de la combustion pour la plupart des substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique.

Parmi les spécificités des installations françaises, il faut noter :

- qu'un site utilise des gaz de haut fourneau du site sidérurgique voisin, ce qui explique les émissions spécifiques importantes pour la catégorie des combustibles solides pour ce secteur,
- qu'un site a démarré une turbine à combustion en 2004 au gaz naturel, dont la pleine capacité est atteinte à partir de 2005. Cet équipement consomme plus de 80% des quantités totales de gaz naturel allouées à ce secteur.

Les estimations sont effectuées pour chaque sous-ensemble de la raffinerie (fours, moteurs fixes, turbines à gaz, chaudières).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible.

Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du Système d'Echange de Quotas d'Emissions (SEQE), basées sur des mesures spécifiques.

Lorsque l'exploitant ne déclare pas de facteurs spécifiques, pour une année donnée, les facteurs d'émission moyens par combustible et par site sont appliqués (notamment avant 2005) ou, en dernier recours, les valeurs nationales (par combustible) sont utilisées (cf. section générale énergie).

Emissions de CH₄

Les émissions sont calculées à partir des facteurs d'émission qui dépendent du combustible et de l'installation. Si l'exploitant propose des facteurs d'émission ou des mesures fiables, ceux-ci sont pris en compte en priorité. Les facteurs d'émission par défaut sont tirés du Concawe [396] et du GIEC [397] pour les fours et les chaudières. Pour les turbines à combustion et les moteurs, les facteurs d'émission proviennent du Concawe [396] et d'un guide méthodologique E-PRTR [676].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut (cf. section générale énergie).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de ces installations dont la puissance installée est importante sont déterminées par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs teneurs en soufre recensées chaque année et généralement suivies en continu ou avec une fréquence élevée [19, 50]. Lorsqu'une valeur spécifique manque pour un paramètre donné, la valeur de l'année précédente, une valeur d'une installation analogue ou une valeur par défaut (cf. section générale énergie) est utilisée.

Emissions de NO_x

Les émissions sont le plus souvent déterminées, soit à partir d'une mesure, soit au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [446, 447, 448].

Emissions de COVNM

Les émissions liées à la combustion sont en général faibles. Elles sont déterminées au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [446, 380, 447].

Emissions de CO

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [446, 447, 448].

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant qu'il n'y a pas actuellement d'installation munie de dispositif d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance en quantité significative.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour le gaz naturel (NAPFUE 301), le fuel domestique (NAPFUE 204), le gaz de raffinerie (NAPFUE 308) et le GPL (NAPFUE 303), les valeurs proviennent du guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Afin d'évaluer l'évolution du facteur d'émission du FOL (NAPFUE 203) au cours des années, la méthode suivante est appliquée :

Pour les années récentes (notamment depuis 2004 via les déclarations annuelles des rejets), lorsque les émissions sont déterminées à partir d'une mesure (en continu voire périodique sur la base de plusieurs mesures dans l'année), les émissions par équipement et par combustible (s'il y en a plusieurs) sont recalculées via les facteurs d'émission fixes, puis le solde des émissions est attribué au fioul de raffinerie (NAPFUE 203).

En parallèle (à titre de comparaison ou lorsque l'exploitant ne détermine pas ses émissions par la mesure), les algorithmes définis dans le guide du Concawe 1/09 [449] relatifs aux émissions de PM₁₀ du FOL sont appliqués. L'algorithme pour les équipements >100 MW est retenu pour les chaudières (algorithme C) et celui relatif aux équipements de 10 à 100 MW est retenu pour les fours (algorithme B).

Ensuite, le choix des FE retenus par site suit l'une des deux règles suivantes :

1) Mesure(s) disponible(s) sur le site :

Les FE calculés à partir des mesures sont systématiquement retenus (applicable à partir de 2004 en général). Pour les années antérieures, une « règle de trois » est appliquée entre le(s) FE FOL « mesure » et le FE FOL « algorithme » pour réaliser la rétropolation jusqu'en 1990 (basée sur les teneurs en soufre) permettant ainsi de prendre en compte la spécificité de l'installation.

2) Aucune mesure disponible sur le site :

Les facteurs calculés à partir du Concawe sont retenus sur toute la période. Il est donc fait l'hypothèse que les émissions de TSP sont équivalentes aux émissions de PM₁₀ (algorithme du Concawe).

Pour les autres combustibles, les facteurs d'émission sont fixés selon le guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Concernant les moteurs, les facteurs d'émission de TSP utilisés sont les mêmes que pour la production centralisée d'électricité (cf. section sur la production d'électricité).

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

L'hypothèse est émise que les chaudières et les fours de procédés sont équipés à 50% d'électrofiltres et à 50% de filtres à manches. La granulométrie pour le fioul est alors obtenue en appliquant ces distributions aux profils granulométriques présentés dans la section « 1A_fuel emission factors ». La même granulométrie est appliquée aux bitumes et au GPL.

Pour le gaz naturel, toutes les particules sont considérées comme des PM₁.

Pour le gaz de haut fourneau et le gaz de raffinerie, les données granulométriques proviennent de l'étude ASPA [183].

Concernant les moteurs, la granulométrie utilisée est la même que pour la production centralisée d'électricité (cf. section sur la production d'électricité).

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus dépendent du type de combustible et de l'équipement :

Chaudières :

- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 2,5% pour les combustibles gazeux.

Turbines :

- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 8,6% pour le gaz naturel.

Moteurs :

- 78% pour les combustibles liquides.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir de la consommation de combustibles et des facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Les émissions de métaux lourds issues du gaz de raffinerie (NAPFUE 308) sont supposées négligeables voire nulles.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années. Les facteurs d'émission proviennent de l'étude du PNUE [355].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les 4 HAP suivants sont aussi estimés : fluoranthène (FluorA), benzo(a)anthracène (BaA), dibenz(ah)anthracène (BahA) et benzo(ghi)pérylène (BghiPe).

Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années.

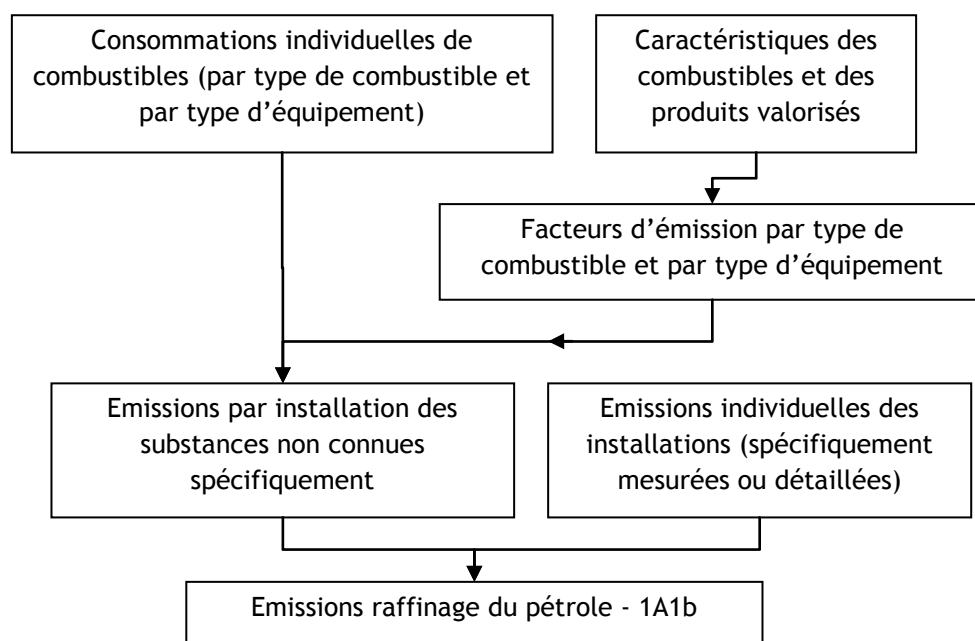
Pour les combustibles usuels (fioul lourd, fioul domestique et gaz naturel), les émissions sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie). Les bitumes sont assimilés au fioul lourd. Le GPL est quant à lui assimilé au gaz naturel. Les facteurs d'émission pour le gaz de raffinerie sont tirés du Concawe [677].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années. (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

RAFFINAGE DU GAZ

Cette section concerne la combustion lors du raffinage du gaz ainsi que les activités connexes.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.1.c |
| CEE-NU / NFR | 1.A.1.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.05.01 à 01.05.05 |
| CITEPA / SNAPc | 01.05.01 à 01.05.05 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | 01.05.01 et 01.05.02 (+01.05.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 06 |
| NAF 700 | 40.2A (ancienne) ; 3521Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO ₂ , CO ₂ , particules et parfois NOx. Valeurs nationales par défaut pour les autres cas et les autres substances. |

Niveau de méthode :

Rang 2 et 3 selon les substances

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Il n'y a qu'une seule installation de raffinage de gaz qui traite le gaz issu du gisement de Lacq en France métropolitaine. L'activité décroît fortement au cours du temps avec l'épuisement progressif du gisement ; la consommation d'énergie également. La fermeture du site a eu lieu en 2014.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [19, 39, 50] permettent une estimation assez fine des émissions des différents équipements pour la plupart des substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs aux combustibles consommés. Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19, 50], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du Système d'Echange de Quotas d'Emissions (SEQE), basées sur des mesures spécifiques. Lorsque, pour une année donnée, l'exploitant ne fournit pas de facteur spécifique pour un ou plusieurs combustibles, la moyenne des facteurs d'émission sur les années renseignées ou la valeur nationale (cf. section générale énergie) est appliquée (notamment avant 2005). Les facteurs d'émission spécifiques à cette activité sont confidentiels (un seul site concerné).

Emissions de CH₄

Pour les chaudières et les fours, les facteurs d'émission proviennent du Guidebook EMEP / CORINAIR [17] pour le fioul lourd et de facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant pour le gaz naturel [50].

Pour les moteurs fixes, des valeurs spécifiques sont utilisées [50].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut (cf. section générale énergie).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de cette installation sont déterminées à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs teneurs en soufre recensées chaque année [19, 50].

Emissions de NO_x

Les émissions sont déterminées, soit à partir des déclarations annuelles des émissions (à partir de 2002), soit au moyen d'un facteur d'émission par défaut issu du guidebook EMEP / CORINAIR [17] entre 1990 et 2002.

Emissions de COVNM

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques au site.

Emissions de CO

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut pour les chaudières (voir section générale énergie) et d'un facteur d'émission spécifique pour les moteurs fixes.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant qu'il n'y a pas actuellement d'installation munie de dispositif d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission provenant du Guidebook EMEP / CORINAIR [17] pour le gaz naturel (NAPFUE 301).

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Pour le gaz naturel, toutes les particules sont considérées comme des PM_{10} .

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus dépendent de l'équipement pour le gaz naturel :

- Chaudière : 2,5%,
- Moteur : 8,6%.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir de la consommation de combustibles et des facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de l'ensemble des dioxines et furanes sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours du temps (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les 4 HAP suivants sont aussi estimés : fluoranthène (FluorA), benzo(a)anthracène (BaA), dibenz(ah)anthracène (BahA) et benzo(ghi)pérylène (BghiPe).

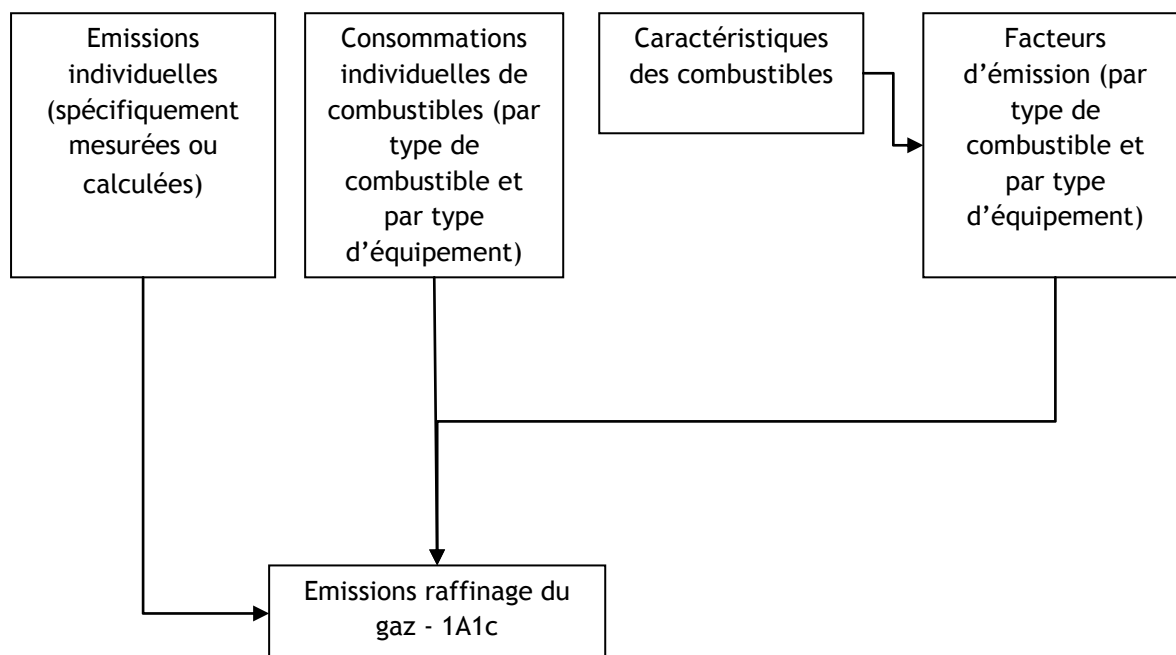
Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)

Pour les combustibles consommés dans les installations de raffinage du gaz, les émissions sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Pour les combustibles consommés dans les installations de raffinage du gaz, les émissions sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|----------------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ (cokeries) | 07/02/2017 | JV |
| 07/02/2017 | LN (charbon de bois) | 07/02/2017 | JV |

TRANSFORMATION DE COMBUSTIBLES MINÉRAUX SOLIDES

Cette section concerne les activités liées à la combustion lors de la transformation des combustibles minéraux solides (essentiellement les mines pour la transformation du charbon, et les cokeries minières ou sidérurgiques pour la production de coke). Elle traite également de la fabrication du charbon de bois.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.1.c |
| CEE-NU / NFR | 1.A.1.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.04.01 à 01.04.07 |
| CITEPA / SNAPc | 01.04.01 à 01.04.07 |
| CE / directive IED | 1.1 et 1.3 |
| CE / E-PRTR | 1c et 1d |
| CE / directive GIC | 01.04.01 et 01.04.02 (+01.04.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 |
| NAF 700 | 231Z (ancienne) ; 19.10Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| <i>Transformation du charbon, cokeries minières et sidérurgiques</i> | |
| Consommations de combustibles | Valeurs par défaut, sauf cokeries pour lesquelles des valeurs spécifiques sont utilisées. |
| <i>Production de charbon de bois</i> | |
| Production nationale (artisanale et industrielle) | Valeurs nationales spécifiques ou valeurs par défaut selon les polluants et le type de procédé. |

Niveau de méthode :

Rang 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [27] Fédération française de l'Acier (FFA) / A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux) - Données internes
- [52] Charbonnages de France - Statistique charbonnière annuelle
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [66] EPA - AP42 Compilation of air pollutant emission factors, January 1995
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996

- [78] CITEPA - Carbonisation du bois et pollution atmosphérique - Monographie n° 48, 1986
- [346] Determination of atmospheric pollutant emission factors at a small coal-fired heating boiler, AEAT, March 2001
- [413] IPCC - Expert Meetings on Good practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Background Papers - Annex I - Table 2 - CH₄ default emission factors, 2000
- [451] EMEP EEA Emission Inventory Guidebook - May 2009, Section 1A4, table 3-28
- [517] Syndicat national du charbon de bois - Données annuelles internes
- [518] Fédération nationale du bois - Données internes à partir de 2009
- [562] EMEP / CORINAIR Guidebook 1999, section B146-11 coke oven furnaces, table 8-2
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1-4 (CO₂); Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [756] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1A2 Manufacturing industries and construction - table 3.3 Tier 1 emission factor for 1A2 combustion in industry using gaseous fuels
- [761] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.2 Manufacturing industries and construction (combustion), tables 3-2 à 3-5
- [764] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.1 Energy industries, table 3-2 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using hard coal
- [768] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.1 Energy industries, table 3-5 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using heavy fuel oil

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

En France, la transformation de combustibles solides est pratiquement circonscrite à la production de coke dans les cokeries minières et les cokeries sidérurgiques. La liquéfaction, la gazéification et la production de combustibles défumés sont inexistantes ou marginales.

L'activité minière hors cokerie est également rapportée dans cette catégorie. Le dernier bassin a cessé toute exploitation en 2004.

Il n'existe plus de cokerie minière en France depuis fin 2009. Trois cokeries sidérurgiques (i.e. au sein des sites intégrés de fabrication d'acier) existent à ce jour en France.

La fabrication de charbon de bois figure également parmi les activités couvertes par cette catégorie.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les statistiques de consommation d'énergie du secteur minier font la distinction entre les diverses utilisations [52].

Les émissions des cokeries minières et sidérurgiques sont déterminées à partir des données spécifiques disponibles (consommations et caractéristiques des combustibles, productions, mesures, etc.) [19, 27, 53]. Lorsque les cokeries minières fonctionnaient encore, du gaz de mine et du gaz de cokerie étaient produits. L'une des cokeries réutilisait le gaz de mine et le gaz de cokerie au sein de la cokerie comme intrants énergétiques, et l'autre n'utilisait que du gaz de cokerie. Au sein des cokeries sidérurgiques, le gaz de four à coke produit est réutilisé en tant que source d'énergie dans les différents ateliers du site intégré de fabrication d'acier (au sein de l'atelier de production de coke, de l'agglomération, des hauts-fourneaux, des fours à oxygène ou encore des ateliers connexes). Une partie de ce gaz de cokerie est également vendu, notamment à des producteurs d'électricité.

Les émissions liées à la fabrication du charbon de bois sont calculées à partir de la production [517, 518], et des facteurs d'émission spécifiques au secteur [78].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Pour la transformation du charbon, les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). A la suite d'une rupture statistique en 2004, les consommations de 2003 sont reportées pour les années ultérieures.

Pour la fabrication de coke au sein des cokeries sidérurgiques, les consommations de combustibles sont fournies par la fédération professionnelle [27]. Le facteur d'émission est tiré des teneurs en carbone moyennes (sur 2011-2008) de chaque combustible [27].

Dans le cas des cokeries minières (arrêt de l'activité fin 2009), les productions sont issues des déclarations annuelles des exploitants [19]. Les facteurs d'émission pour le CO₂ liés aux consommations de gaz de cokerie, de gaz de mine et de charbon à coke sont tirés des informations individuelles des deux sites : une seule année (2001) pour l'un des sites, six années (2004 à 2009) pour le second site [19] (Rang 3 pour ces années connues). Le même facteur d'émission est appliqué pour les années pour lesquelles l'information n'est pas disponible (Rang 2). .

Concernant la fabrication du charbon de bois, le facteur d'émission provenant de l'USEPA est pris par défaut [66]. Ces émissions sont assimilées à du CO₂ biomasse et ne sont donc pas comptabilisées dans le total national.

Emissions de CH₄

Pour la transformation du charbon, les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible issus du GIEC 2006 [638]. A la suite d'une rupture statistique en 2003, les consommations de 2004 sont reportées pour les années ultérieures.

Pour la fabrication de coke au sein des cokeries sidérurgiques, les consommations de combustibles sont fournies par la fédération professionnelle [27]. Les facteurs d'émission sont tirés du GIEC 2006 [638].

Dans le cas des cokeries minières (arrêt de l'activité fin 2009), les productions sont issues des déclarations annuelles des exploitants [19]. Les facteurs d'émission sont tirés du GIEC 2006 [638].

Concernant la fabrication du charbon de bois, deux facteurs d'émission sont considérés selon le type de procédé de production (artisanal ou industriel) ; ils proviennent d'une étude du CITEPA [78]. Le facteur d'émission global varie au cours du temps en fonction de la répartition entre les productions de type artisanale et industrielle.

Emissions de N₂O

Pour la transformation du charbon, les émissions de N₂O sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible issus du GIEC 2006 [638]. A la suite d'une rupture statistique en 2003, les consommations de 2004 sont reportées pour les années ultérieures.

Dans le cas des cokeries sidérurgiques et minières, les facteurs d'émission sont tirés du GIEC 2006 [638].

Pour la fabrication de charbon de bois, les émissions de N₂O sont estimées à partir de facteurs d'émission issus du GIEC 2006 [638].

Emissions de Gaz fluorés

Pas d'émission attendue.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Pour la transformation du charbon, les émissions de SO₂ sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de SO₂ sont déterminées à partir des déclarations annuelles [19, 27] à partir de 2004. La fédération professionnelle a transmis des facteurs d'émission de 1999 à 2001 [27]. Le FE est interpolé entre 2001 et 2004. Avant 1999, les facteurs nationaux sont utilisés (cf. section générale énergie).

Pour les installations de fabrication de charbon de bois, le facteur d'émission est déterminé en fonction des caractéristiques physiques du bois (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

Pour la transformation du charbon, les émissions de NO_x sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de NO_x sont déterminées à partir des déclarations annuelles [19, 27] à partir de 2004. La fédération professionnelle a transmis des facteurs d'émission de 1999 à 2001 [27]. Le FE est interpolé entre 2001 et 2004. Avant 2004, les facteurs nationaux sont utilisés (cf. section générale énergie).

Pour la fabrication du charbon de bois, le facteur d'émission provient de l'US EPA [66].

Emissions de COVNM

Pour la transformation du charbon, les émissions de COVNM sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de COVNM sont déterminées au moyen des consommations [19][27] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Concernant la fabrication du charbon de bois, deux facteurs d'émission sont considérés selon le type de procédé de production (artisanal ou industriel) ; ils proviennent d'une étude du CITEPA [78]. Le facteur d'émission global varie au cours du temps en fonction de la répartition entre les productions de type artisanale et industrielle.

Emissions de CO

Pour la transformation du charbon, les émissions de CO sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de CO sont déterminées au moyen des consommations [19][27] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Concernant la fabrication du charbon de bois, deux facteurs d'émission sont considérés selon le type de procédé de production (artisanal ou industriel) ; ils proviennent d'une étude du CITEPA [78]. Le facteur d'émission global varie au cours du temps en fonction de la répartition entre les productions de type artisanale et industrielle.

Emissions de NH₃

Pas d'émission attendue.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour la transformation du charbon, les émissions de TSP sont déterminées au moyen des consommations [52] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de TSP sont déterminées au moyen des consommations [19][27] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Les facteurs d'émission liés à la production artisanale et industrielle de charbon de bois (pour les procédés de carbonisation et de stockage / manutention) proviennent d'une étude du CITEPA [78]. Le facteur d'émission global varie au cours du temps en fonction de la répartition entre les productions de type artisanale et industrielle.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les facteurs d'émission des PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ des installations de transformation de combustibles solides sont assimilés à ceux des chaudières de l'industrie d'une puissance inférieure à 50 MW et proviennent de l'USEPA [66], avec l'hypothèse d'un panel d'équipements de filtration constitué de 1/2 de cyclones, 1/10 d'électrofiltres, 1/10 de filtres à manches, d'1/20 de laveurs et de 1/4 sans dépoussiéreurs.

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, la granulométrie est fournie par la profession sur la base de mesures effectuées sur les installations [27].

Pour déterminer les facteurs d'émission pour les installations de fabrication du charbon de bois, la même méthodologie que celle employée pour la transformation de combustibles solides est appliquée, à la différence près que les facteurs d'émission sont ajustés en fonction du type de fabrication : industriel ou artisanal. Le facteur d'émission global varie au cours du temps en fonction de la répartition entre les productions de type artisanale et industrielle.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Pour la transformation du charbon, les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio est assimilé à celui de la catégorie 1.A.1 et provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [764].

Pour les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio est assimilé à celui de la catégorie 1.A.1 pour les combustibles liquides et provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [768]. Pour le charbon et les combustibles gazeux, les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$, ce ratio est assimilé à celui de la catégorie 1.A.2 et provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants ([761] et [756] respectivement).

Pour la production de charbon de bois, les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio est égal à 3,3% des $PM_{2,5}$ et provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [764].

Métaux lourds (ML)

Pour la transformation du charbon et les cokeries minières et sidérurgiques, les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen des consommations [52][19][27] et des facteurs nationaux pour chaque combustible (cf. section générale énergie).

Il n'y a pas d'émission estimée pour la fabrication de charbon de bois.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Pour les cokeries et les installations de transformation des combustibles solides, les émissions de dioxines et furannes sont estimées à partir des facteurs d'émission par défaut par combustible (cf. section générale énergie).

Il n'y a pas d'émission estimée pour la fabrication de charbon de bois.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Pour les cokeries et les installations de transformation des combustibles solides, les facteurs d'émission des HAP sont tirés d'une étude du CITEPA [78].

Pour la fabrication artisanale de charbon de bois, les facteurs d'émission des HAP proviennent de la même référence [78]. Il est à noter qu'il n'y a pas d'émission de HAP considérée dans le cas de la production industrielle de charbon de bois [78].

Polychlorobiphényles (PCB)

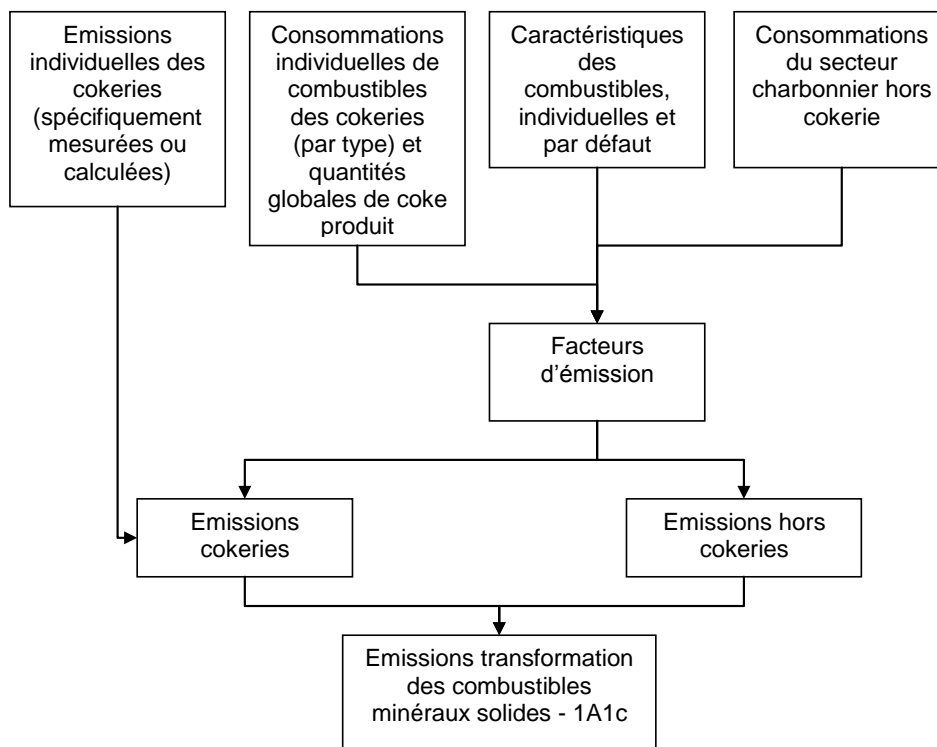
Pour les cokeries et les installations de transformation des combustibles solides, les émissions de PCB sont estimées à partir des facteurs d'émission par défaut par combustible (cf. section générale énergie).

En ce qui concerne la fabrication du charbon de bois, le facteur d'émission des PCB pour le bois est tiré d'une étude de l'AEAT [346], puis il est affecté du ratio énergétique correspondant en GJ/Mg de charbon de bois produit. Il est considéré constant au cours des années.

Hexachlorobenzène (HCB)

Pas d'émission notable attendue.

Logigrammes du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 02/02/2017 | JV |

INCINERATION DE DECHETS NON DANGEREUX

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets non dangereux.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 5.C.1 (sans récupération d'énergie) / 1A1a (avec récupération d'énergie) |
| CEE-NU / NFR | 5.C.1 .a (sans récupération d'énergie) / 1A1a (avec récupération d'énergie) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.01 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.01 |
| CE / directive IED | 5.2 (partiellement) |
| CE / E-PRTR | 5.b (partiellement) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 37-39 |
| NAF 700 | 90.0B (partiellement)(ancienne) ; 3811Zp, 3821Zp (partiellement)(nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Le plus souvent spécifiques du secteur voire de chaque installation concernant SO ₂ , NO _x , particules, métaux lourds et PCDD-F. Valeurs nationales pour les autres substances y compris CO ₂ . |

Niveau de méthode :

Rang 2+ pour les polluants (selon les substances (c'est-à-dire la spécificité des facteurs d'émission de chaque installation et leur poids dans l'ensemble du secteur)).

Rang 2a : pour les GES

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

- [10] Ministère de l'Environnement - Données internes
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [43] Circulaire du 30 mai 1997 relative à la mise en conformité des UIOM > 6 t/h
- [44] MEDD - Actions en cours mi-2000 pour la mise en conformité des UIOM, 2000
- [45] CNIM - Communication personnelle de M. de Chefdebien, 2001

- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document environnement n°136, juin 2001
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [279] MEDD - Compilation annuelle des émissions de métaux lourds et dioxines émis par les UIOM
- [280] INERIS, "Inventaires et facteurs d'émission de dioxines UIOM", rapport provisoire n° 4
- [281] Projet TOCOEN (Toxic Organic COMpounds in the ENvironment), Masaryk University, Mars 1993
- [310] FNADE - Compte rendu du groupe de travail EPER sur l'incinération, juin 2006
- [335] ADEME - Second état d'avancement de la mise en conformité des UIOM, 2005
- [368] ADEME - Campagnes MODECOM (1993, 2007)
- [569] EMEP/EEA 2013 - Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 11, table 3-2)
- [608] MEDDE - Bureau de la Planification et de la Gestion des Déchets - Plan déchets 2014-2020, selon les hypothèses d'application du scénario de prospective tendancielle à l'horizon 2025
- [617] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 2, table 2.4
- [618] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 2, chapitre 5.4.1, table 5.2
- [619] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, table 5.3
- [743] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.2.1.1, équation 5.2

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Environ 125 sites d'incinération de déchets non dangereux recevant des déchets ménagers étaient recensés en Métropole dont 2 sites en Outre-mer (Martinique et St Barthélemy). Parmi ces sites, un peu plus d'une dizaine sont sans récupération d'énergie, et traitent moins de un demi-million de [32], soit moins de 2,5% des quantités totales de déchets non dangereux incinérés. L'incinération de déchets sans récupération d'énergie continue à disparaître peu à peu au profit notamment de l'incinération avec récupération d'énergie et ne devrait plus exister à partir de 2025 [608].

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

L'ADEME réalise périodiquement, depuis plusieurs décennies, les enquêtes ITOM [32]. Ces enquêtes contiennent des données relatives à tous les sites recevant au moins des déchets collectés dans le cadre du service public d'élimination des déchets, implantés en Métropole et dans les territoires d'Outre-mer inclus dans l'UE. Les données collectées sont nombreuses : il s'agit, pour chaque installation, des quantités traitées par type de déchets selon la nomenclature ITOM, de l'énergie produite et son usage (vendue ou autoconsommée), des refus etc. Les données nécessaires à l'inventaire national (essentiellement les quantités traitées par type de déchets pour chaque installation) sont obtenues sous forme d'une base de données auprès de l'ADEME.

Les résultats de l'enquête ITOM font en outre l'objet d'un rapport public tous les 2 ans.

Règle de rapportage

La distinction entre « avec » ou « sans » récupération d'énergie se fait selon la classification effectuée par l'ADEME dans le cadre des enquêtes ITOM [32], c'est-à-dire sans prendre en compte le rendement énergétique de l'incinérateur.

Les émissions de CO₂ issues de la part organique des déchets est comptabilisée hors totale.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées selon la méthodologie recommandée dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [743] au moyen de facteurs d'émission calculés sur la base du contenu en carbone des déchets (FC), de la composition des déchets traités en UIDND (WF), du facteur d'oxydation de l'incinération (OF) et du ratio de carbone d'origine biomasse (CFC)

La composition des déchets incinérés selon les catégories nécessaires à l'application de la méthodologie du GIEC (déchets alimentaires, déchets verts, papier/carton, bois, textiles, textiles sanitaires et combustibles) est estimée sur la base, d'une part, d'enquêtes de caractérisation des déchets ménagers (dites MODECOM [368]), d'enquêtes de caractérisation des déchets industriels selon l'activité, la nature des déchets et le type de traitement [733] et, d'autre part, d'enquêtes bisannuelles caractérisant les déchets incinérés réalisées par l'ADEME [32].

Les valeurs par défaut de contenu en carbone des déchets (FC) proposées par le GIEC sont appliquées [617][618].

La valeur par défaut du facteur d'oxydation de l'incinération proposée par le GIEC est appliquée [618].

Les valeurs par défaut du ratio de carbone d'origine biomasse (FCF) proposées par le GIEC sont appliquées [617][618].

Emissions de CH₄

Le facteur d'émission de CH₄ dépend du type de technologie d'incinération (four à grille ou à lits fluidisés).

Pour une technologie à grille, le facteur d'émission est de 0,2 kg CH₄ / Gg de déchets [619].

Pour une technologie à lits fluidisés, le facteur d'émission du CH₄ est nul [619].

La répartition des usines par type de four en France, en proportion de la capacité installée, est connue pour 2005 au travers de l'enquête de l'ADEME [335]. Elle est composée de 97,2% de fours à grille (grilles fixes, grilles mobiles et fours rotatifs) et de 2,8% de lits fluidisés.

Le facteur d'émission moyen déduit est de 0,19 g / Mg de déchets.

Emissions de N₂O

Le facteur d'émission de 31 g / t déchets ménagers issu d'une campagne de mesure de la FNADE [310] est appliqué sur toute la série temporelle.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Un facteur d'émission moyen est déterminé à partir des déclarations annuelles des émissions de 1994 et depuis 2000 [19] (déclaration sans seuil). L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Les années intermédiaires sont interpolées.

Emissions de NO_x

Un facteur d'émission moyen est déterminé à partir des déclarations annuelles des émissions de 1994 et depuis 2000 [19] (déclaration sans seuil). L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Les années intermédiaires sont interpolées.

Emissions de COVNM

Un facteur d'émission moyen est déterminé à partir des déclarations annuelles des émissions de 1994 et depuis 2000 [19] (déclaration sans seuil). Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Les années intermédiaires sont interpolées.

Emissions de CO

Les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission de 600 g / t déchets issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de NH₃

Les installations équipées d'équipement de réduction des émissions d'oxydes d'azote (De-NOx) de type SCR et SNCR sont émetteurs de NH₃. Le premier DeNOx (de type SCR) a été installé en 1998. Le facteur d'émission de NH₃ retenu pour les années antérieures à 1998 est nul.

Le facteur d'émission est établi à partir du facteur d'émission déterminé par la FNADE [310] pour une installation équipée d'un système De-NOx SCR ou SNCR (11 g NH₃ / tonne déchets incinérée), ramené au rapport de la quantité de déchets incinérés avec De-NOx à la quantité totale de déchets incinérés dans des installations sans récupération d'énergie. Les investigations menées par le CITEPA amènent à considérer qu'en 2013 environ 5% des déchets non dangereux traités en UIDND sont incinérés dans une installation qui ne comporte pas de traitement des NOx.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission de 350 g TSP / t OM provenant de la référence [42] pour les années 1990 à 1994. Ce facteur d'émission est basé sur une extrapolation de la teneur en plomb, zinc et cadmium dans les émissions particulaires. A partir de 1999, les déclarations annuelles des rejets sont compilées pour en déduire un facteur d'émission annuel moyen [19] (déclaration sans seuil). L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. De 1994 à 1998, les facteurs d'émission sont interpolés.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Seules les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm sont déterminées en utilisant la granulométrie tirée de la référence [68].

| tranche granulométrique | % répartition des TSP totales |
|-------------------------|-------------------------------|
| PM ₁₀ | 95 |
| PM _{2,5} | 78 |
| PM ₁ | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 3,5% selon le guide EMEP/EEA [569].

Métaux lourds (ML)

De 1990 à 2001, le facteur d'émission est calculé sur la base de données fournies par les industriels [45] et d'un taux de mise en conformité des incinérateurs. A partir de 2004, le facteur d'émission

est calculé sur la base des déclarations annuelles des industriels [19]. Entre ces deux années, il est procédé à une interpolation linéaire.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Avant 2003, une distinction est faite entre les incinérateurs conformes et les non conformes ainsi qu'entre les incinérateurs dont la capacité est inférieure ou supérieure à 6 t/h. Le facteur de chacune de ces catégories est déterminé sur la base de données figurant dans le rapport de l'INERIS [280] jusqu'en 1997 et sur la base de données fournies par le Ministère chargé de l'environnement de 1998 à 2003 [279]. Le facteur d'émission moyen est déduit de ces facteurs d'émission unitaires et d'un taux de mise en conformité des incinérateurs.

A partir de 2004, le facteur d'émission est estimé sur la base des déclarations annuelles des industriels [19] (déclaration sans seuil). L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en semi-continu sur les cheminées.

Le facteur d'émission évolue donc chaque année et reflète les évolutions technologiques.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Une distinction est faite entre les incinérateurs conformes et les non conformes ainsi qu'entre les incinérateurs dont la capacité est inférieure ou supérieure à 6 t/h. Le facteur de chacune de ces catégories est déterminé sur la base de données figurant dans le rapport TOCOEN [281] et dans le rapport de R. Bouscaren [70]. Le facteur d'émission moyen est déduit de ces facteurs d'émission unitaires et d'un taux de mise en conformité des incinérateurs.

Polychlorobiphényles (PCB)

En ce qui concerne les PCB, en l'absence d'autres informations, une donnée issue de EMEP/CORINAIR [17] est utilisée pour l'année 1990. Pour les autres années, on applique à ce facteur d'émission l'évolution du facteur d'émission des dioxines et furannes.

Hexachlorobenzène (HCB)

Une distinction est faite entre les incinérateurs conformes et les non conformes. Le facteur d'émission de chacune de ces 2 catégories est issu du rapport de R. Bouscaren [70]. Le facteur d'émission moyen est déduit de ces facteurs d'émission unitaires et d'un taux de mise en conformité des incinérateurs (100% depuis 2006).

COMBUSTION DANS L'INDUSTRIE

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

INDUSTRIE MANUFACTURIERE (COMBUSTION)

L'industrie manufacturière est un ensemble hétérogène dans le sens où l'on constate :

- que des émissions de polluants sont liées à l'utilisation de l'énergie tandis que d'autres sont liées à d'autres phénomènes (mécanique, chimique, etc.),
- la grande diversité des procédés spécifiques aux différents secteurs de la branche et aux divers produits,
- la variabilité des caractéristiques des installations même au sein d'un secteur (type d'équipement, taille, etc.).

Il en résulte que les méthodes d'estimation des émissions font appel :

- d'une part, à des données spécifiques de chaque secteur d'activité (cf. sections suivantes) et,
- d'autre part, à des données communes à tous les secteurs lorsque l'estimation porte sur la combustion de produits fossiles, de biomasse et de déchets valorisés pour leur contenu énergétique dans des équipements (chaudières, engins, etc.) appartenant aux entreprises et activités classées dans l'industrie manufacturière quel que soit le secteur considéré. Auquel cas, pour éviter une répétition inutile, les éléments correspondants sont fournis dans la présente section.

Cependant, les phénomènes éventuellement concomitants responsables d'émissions des mêmes substances ou d'autres substances sont traités dans d'autres sections (par exemple le CO₂ issu de la décarbonatation, cf. sections relatives aux codes CRF 2A1 à 2A4) en fonction de la classification internationale des sources CRF.

La question de la consommation d'énergie de l'industrie manufacturière et de sa répartition dans les différents sous-secteurs est traitée dans la présente section car de nombreuses inter relations existent entre les sous-secteurs. Par ailleurs, cette disposition permet de répondre aux attentes des instances internationales notamment vis-à-vis de la classification internationale des sources retenues pour la présentation des inventaires d'émission.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.a à 1.A.2.g |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.a à 1.A.2.q.viii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030101 à 030106, 030203 à 030205, 030301 à 030326, 080801 à 080802 |
| CITEPA / SNAPc | 030101 à 030106, 030203 à 030205, 030301 à 030326, 080801 à 080802 |
| CE / directive IED | 1.1 (champ limité aux installations > 50 MW) quel que soit le secteur d'activité |
| CE / E-PRTR | 1c (champ limité aux installations > 50 MW) quel que soit le secteur d'activité |
| CE / directive GIC | 030101, 030102 (+ 030104 sous GIC à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 07 à 08 / 10 / 12 à 13 / 15 à 18 / 20 à 22 / 23.1 / 23.2-4 / 23.7-9 / 23.5-6 / 24.1-3 / 24.4 / 24.5 / 25 à 33 / 41 / 43 |
| NAF 700 | 08 à 11, 13 à 18, 20 à 32, 41 à 43, 58 à 59 ; nombre très important de rubriques qui ne peuvent être reproduites ici |
| NCE | E15 à E38 (voir répartition ci-après) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Top-down en général mais recoupements partiels par Bottom-up pour les installations de puissance ≥ 50 MW et les installations soumises au SEQE (puissance ≥ 20 MW, fours, etc.) | Le plus souvent valeurs nationales notamment CO ₂ , mais spécifiques pour certaines installations concernant SO ₂ , NO _x , particules principalement |

Niveau de méthode :

2 ou 3 selon les substances (c'est-à-dire la spécificité des facteurs d'émission de chaque installation et leur poids dans l'ensemble du secteur).

Références utilisées :

- [1] MEDDE / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [27] Fédération Française de l'Acier - Données internes
- [28] ATILH - Statistiques énergétiques annuelles de la profession cimentière
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [63] MINEFI - DIDEME - Données internes non publiées
- [64] USIRF - Données internes à la profession relatives à la production d'enrobé routier
- [337] ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France (dans le cadre du programme de recherche des conditions optimales de cadrage réglementaire de la valorisation énergétique des bois faiblement adjuvantés, ADEME), mai 2003
- [414] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook, Part B111(S1)-6, December 2006
- [459] EMEP / EEA Guidebook - Mai 2009 - Sections « 1A1 Energy industries » et « 1A4ai, 1A4bi, 1A4ci, 1A5a Small combustion »
- [624] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 3, Combustion mobile, Table 3.3.1 et 3.2.2

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Du point de vue de la structure énergétique, une distinction est faite selon les types de combustibles utilisés. Globalement, la tendance est à une augmentation des consommations de gaz naturel et de biomasse au détriment des combustibles liquides et solides.

Les principaux combustibles solides consommés sont les gaz sidérurgiques, le charbon, le lignite, et le coke.

Les principaux combustibles liquides consommés sont le fioul lourd, le GPL, le fioul domestique et diesel, le coke de pétrole, le gaz de raffinerie et les autres produits pétroliers. Depuis 2011, la réglementation sur les engins mobiles non routiers impose de consommer du gazole non routier (diesel) à la place du fioul domestique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

L'activité des secteurs de cette catégorie CRF 1A2 est caractérisée par la consommation d'énergie. La connaissance de ce dernier paramètre est de toute façon indispensable pour permettre une évaluation correcte des consommations d'énergie des différents sous-secteurs et démontrer, vis-à-vis du CO₂ notamment, la pertinence de l'approche dite « sectorielle » (cf. section 1A relative à la consommation de combustibles)

L'industrie manufacturière fait l'objet d'une classification en sous-secteurs définis dans les formats de restitution des inventaires d'émission (voir plus loin).

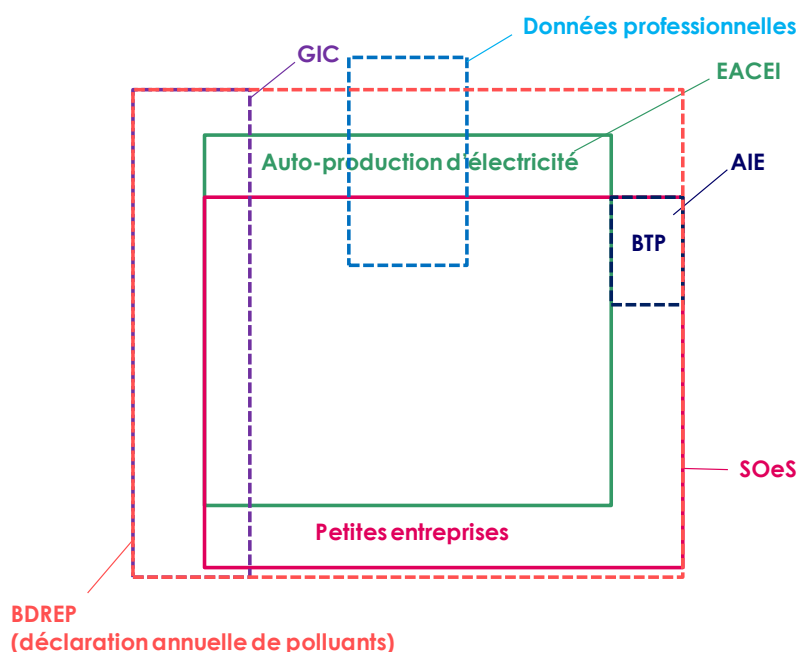
Par ailleurs, la nécessité de prendre en compte la nature des équipements de combustion (chaudières, turbines à gaz, moteurs, fours avec et sans contact entre la flamme ou les produits de combustion et la matière première), engins mobiles à moteur thermique, etc. mais également les équipements de dépollution, la taille des installations, etc., tous paramètres influents sur les émissions de certaines substances, est également à considérer.

Ces critères rendent complexes la détermination des consommations d'énergie car il n'existe pas de statistiques appropriées prêtes à cet emploi environnemental. Les consommations énergétiques sont donc reconstituées pour les divers sous-ensembles considérés à partir des statistiques et données disponibles. A cet effet plusieurs sources sont utilisées :

- Le bilan de l'énergie du SOeS (anciennement Observatoire de l'Energie) [1] qui couvre l'ensemble de l'industrie y compris l'industrie du bâtiment et des travaux publics (BTP) et la production du tabac, quelle que soit la taille de l'entreprise. Cette statistique ne renseigne pas sur les différents sous-secteurs sauf pour la sidérurgie. L'autoproduction d'énergie n'est pas incluse dans la catégorie « industrie » par le SOeS.
- L'enquête annuelle des consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI et AGRESTE) [26] qui couvre l'autoproduction d'énergie et la consommation de combustibles tels que biomasse et déchets depuis 2006. Le BTP et l'industrie du tabac ne sont pas inclus dans le champ qui se limite en outre aux entreprises de plus de 20 salariés (10 salariés pour les industries agro-alimentaires). En règle générale, plus de 15 000 établissements sont enquêtés chaque année dont tous les gros consommateurs d'énergie.
- L'inventaire des Grandes Installations de Combustion (GIC) [39] dans lequel les données sont disponibles par combustible pour les installations de plus de 50 MW.
- Les données relatives aux déclarations annuelles des rejets de polluants [19] qui comportent des informations relatives aux différents combustibles consommés et à leurs caractéristiques pour chaque installation.
- Les données statistiques publiques ou internes produites par certains secteurs tels que la sidérurgie [27], la production de ciment [28] et la production d'enrobage routier [64].
- Les données relatives à l'Outre-mer fournies par le CPDP [14] et les observatoires régionaux (cf section générale énergie).
- Les données relatives aux installations soumises au système d'échange de quotas d'émissions (SEQE) : les déclarations annuelles de rejets [19] fournissent les consommations de combustibles particuliers non prises en compte dans les statistiques nationales, et qui sont donc à ajouter au bilan national. Les données SEQE permettent par ailleurs d'effectuer un contrôle de cohérence et vérifier que les émissions totales d'un secteur SEQE ne dépassent pas les émissions du secteur correspondant dans l'inventaire.

Les différences entre les champs des diverses sources sont illustrées par les figures ci-après respectivement en ce qui concerne la couverture sectorielle et la couverture des combustibles.

Périmètres des sources relatives aux bilans énergétiques



Périmètres relatifs aux combustibles dans les bilans énergétiques

| | Combustibles minéraux solides | Produits pétroliers | Gaz naturel | Autres gaz | Biomasse | Déchets utilisés comme combustibles |
|--------|-------------------------------|---------------------|-------------|------------|----------|-------------------------------------|
| SOeS | | | | | | |
| EACEI | | | | | | depuis 2006 |
| GIC | | | | | | |
| Autres | | | | | | |

Les caractéristiques des combustibles prises en compte sont celles disponibles pour les installations considérées individuellement [19, 39] (les plus gros consommateurs généralement). A défaut, les caractéristiques moyennes par défaut sont utilisées (cf. section générale énergie). A noter que les produits dérivés ou déchets utilisés comme combustibles le sont généralement dans des installations de taille importante et sont appréciés sur une base individuelle. L'incertitude sur les niveaux d'activité s'en trouve réduite.

Les sous-secteurs identifiés sont ceux définis par les Nations unies dans le CRF et le NFR.

Le système d'inventaire retient 8 sous-secteurs dont 2 constituent après agrégation le sous-secteur « autres industries » du CRF / NFR.

Les définitions de ces sous-secteurs figurent dans le tableau ci-après :

SELON LE REFERENTIEL NAF rév.2 (version 2008)

| Référentiel CCNUCC / CRF et CEE-NU / NFR | | | | Référentiel SNIEBA | |
|--|------------------|------------------|--------------------------|--|--|
| Secteur | ISIC rev 4 | NACE rev 2 | NAF rev 2 | Secteur | Retenu |
| Iron and steel | 241, 2431 et 25 | 24 (en partie) | 24.1 et 24.5 (en partie) | Sidérurgie et métaux ferreux | NCE E16 +NAF 2433Z (en partie) et 2451Z (en partie) et 2452Z (en partie) |
| Non ferrous metals | 242 et 2432 | 24 (en partie) | 24.4, 2453Z et 2454Z | Métaux ferreux non | NCE E18 + NAF 2453Z et 2454Z |
| Chemicals | 20, 21 et 22 | 20, 21 et 22 | 20, 21 et 22 | Chimie | NCE E23 à E26, E28 et NAF 20.60 |
| Pulp, paper and print | 17 et 18 | 17 et 18 | 17 et 18 | Pâte à papier et carton ¹¹ | NCE E35 + NAF 58.1, 59.2, 18.11 et 18.12 |
| Food processing, beverages and tobacco | 10, 11 et 12 | 10, 11 et 12 | 10, 11 et 12 | Industries agro-alimentaires | NCE E12, E13 et E14 (en partie) |
| Non metallic minerals | 23 | 23 | 23 | Minéraux non métalliques | NCE E19 à 22 |
| Other | 13 à 16, 26 à 32 | 13 à 16, 26 à 32 | 13 à 16, 26 à 32 | Equipements et matériels de transports | NCE E30 à 33 |
| | | | | Divers industrie | NCE 34, 36, 37 et 39+ NAF 25 sauf 25.3 + NAF 16 et 31 |

Pour des raisons de confidentialité statistique, l'EACEI ne couvre pas l'industrie du tabac qui se retrouve de facto répartie sur l'ensemble des secteurs et pas nécessairement dans le secteur de l'industrie agro-alimentaire.

Le logigramme ci-après décrit les différentes phases de traitement de l'information qui aboutissent :

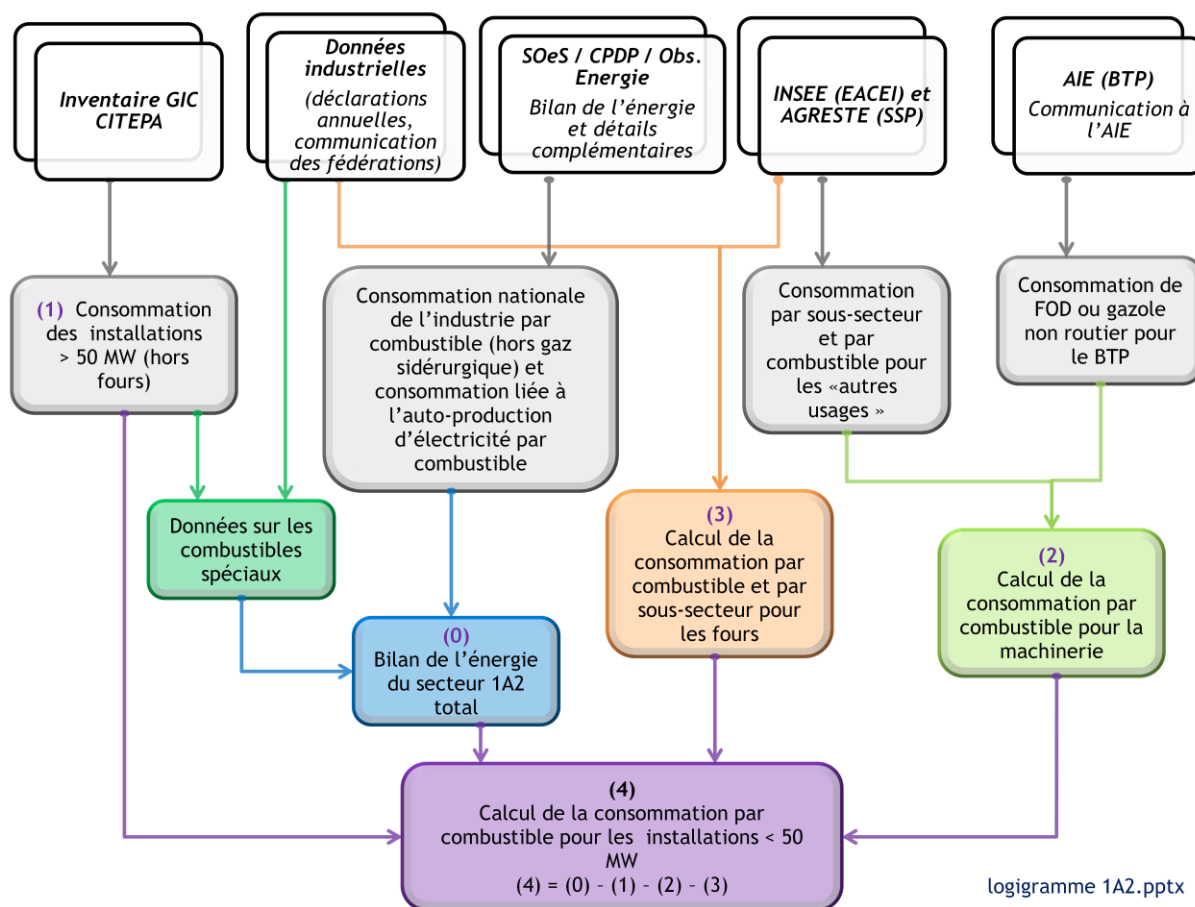
D'une part, à déterminer les consommations de combustibles fossiles, de biomasse et de déchets valorisés dans des installations de combustion hors incinération pour les différents secteurs de l'industrie,

D'autre part, à déterminer les consommations des mêmes combustibles pour les catégories SNAP relatives à la combustion sous chaudières (SNAP 0301XX), dans des fours sans contact (SNAP 0302xx) et avec contact¹² (SNAP 0303xx) qui servent de données d'activité.

¹¹ y compris Imprimerie.

¹² se dit des installations où les produits de la combustion entrent en contact avec d'autres produits tels que des matières premières dans certains fours.

Logigramme du processus d'estimation des consommations d'énergie en France



Des ajustements sont introduits pour boucler, in fine, avec le bilan énergétique national. Ces ajustements qui sont généralement limités et quantitativement faibles s'expliquent par les différences structurelles des diverses sources d'information, la prise en compte de données spécifiques à certaines installations, etc.

Les émissions sont calculées à partir des consommations d'énergie et des facteurs d'émission éventuellement spécifiques à certaines catégories d'installation, voire par installation lorsque les données sont disponibles (notamment les GIC).

Les consommations d'énergie relatives à tous ses sous-ensembles représentent une grande quantité de données gérée par des bases de données qui ne peut être fournie ici. Un récapitulatif plus détaillé par type de combustible est présenté en annexe 13 pour quelques années à partir de 1990.

Les équipements tels que turbine à gaz, moteurs fixes et autres équipements thermiques, fours exceptés, sont assimilés aux chaudières car les parcs de ces équipements ne sont pas connus avec assez de précision. La machinerie et les engins mobiles font l'objet d'une estimation distincte associée à des facteurs d'émission spécifiques.

La détermination des émissions des installations visées est effectuée au moyen de plusieurs approches potentielles :

- La mesure directe des émissions en continu au moyen de chaînes de mesurage automatiques. Ces dispositifs sont imposés par la réglementation pour certaines substances aux installations dont les rejets dépassent certains seuils, ou présentent un caractère de dangerosité ou de toxicité. En deçà de ces seuils, la mesure peut être périodique.
- L'estimation des rejets est également effectuée au moyen de bilans matières pour certaines installations et certaines substances (CO₂, SO₂, métaux lourds, etc.) sous certaines conditions de représentativité.

- La modélisation des émissions est également envisageable mais relativement peu pratiquée car complexe et onéreuse à mettre en œuvre.
- Le recours à des facteurs d'émission est très fréquent notamment pour les substances non visées par les approches précédentes, mais aussi comme indicateur représentant in fine la quantité rejetée au cours d'une période donnée par rapport à une unité d'activité.

Les données disponibles que constituent les déclarations des exploitants aux DREAL [19] comportent de nombreuses indications qui sont basées sur les approches citées ci-dessus. Ces informations sont exploitées au niveau de chaque installation pour les plus importantes, notamment pour réaliser certains inventaires (cf. inventaire GIC). Ce processus permet une prise en compte des spécificités de chaque installation le cas échéant (par exemple, tenir compte de la teneur en soufre du combustible spécifiquement consommé par l'installation). A défaut d'être disponible, l'information recherchée est remplacée, soit par un bilan matière, soit par l'utilisation d'un facteur d'émission moyen qui peut toutefois rester spécifique d'un type d'équipement, d'une taille d'installation, etc.

Ces facteurs d'émission sont développés dans les sous-sections suivantes propres aux différentes catégories de polluants.

Les secteurs présentant des spécificités sont développés dans des sections particulières (sidérurgie, métaux non ferreux, etc. - catégories CRF 1A2a, 1A2b et 1A2g) tandis que pour les autres secteurs ne comportant que des installations de combustion relativement classiques et homogènes (catégories CRF 1A2c, 1A2d, 1A2e et 1A2f), les éléments généraux développés dans la présente section et ses sous-sections sont directement applicables.

Concernant la sidérurgie, les flux énergétiques présentent une complexité dans la répartition des usages énergétiques et non énergétiques correspondant aux catégories CRF 1A2a, 1B1b et 2C1.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les facteurs par défaut, nationaux ou par sites sont appliqués selon les secteurs (cf. section générale énergie).

Emissions de CH₄ et N₂O

Les émissions de CH₄ et N₂O sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les valeurs par défaut par combustible proviennent du GIEC 2006 [624].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Concernant les chaudières, on dispose chaque année de données spécifiques pour un certain nombre d'installations de puissance supérieure à 50 MW [19, 39]. Ces valeurs spécifiques permettent de déterminer une valeur moyenne par défaut basée sur plusieurs années d'observation. Pour les installations de moins de 50 MW, des facteurs d'émission par défaut sont employés (cf. section générale énergie).

Concernant les fours, les émissions sont déterminées le plus souvent à partir des déclarations annuelles disponibles [19]. Dans les autres cas, les émissions sont déterminées à partir de méthodes intermédiaires et de facteurs d'émission propres à chaque secteur de l'industrie (cf. sections 1A2a à 1A2g).

Emissions de NO_x

Concernant les chaudières, on dispose chaque année de données spécifiques pour un certain nombre d'installations de puissance supérieure à 50 MW [19, 39]. Ces valeurs spécifiques permettent de déterminer une valeur moyenne par défaut basée sur plusieurs années d'observation. Pour les installations de moins de 50 MW, des facteurs d'émission par défaut sont employés (cf. section générale énergie).

Concernant les fours, les émissions sont déterminées le plus souvent à partir des déclarations annuelles disponibles [19]. Dans les autres cas, les émissions sont déterminées à partir de méthodes intermédiaires et de facteurs d'émission propres à chaque secteur de l'industrie (cf. sections 1A2a à 1A2g).

Emissions de COVNM et CO

Les émissions de COVNM et CO sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission provenant du Guidebook EMEP/EEA [459] et d'une étude nationale spécifique pour les NAPFUE 111, 116 et 117 [337].

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Concernant les chaudières, on dispose chaque année de données spécifiques pour un certain nombre d'installations de puissance supérieure à 50 MW [19, 39]. Ces valeurs spécifiques permettent de déterminer une valeur moyenne par défaut basée sur plusieurs années d'observation. Pour les installations de moins de 50 MW, des facteurs d'émission par défaut sont employés (cf. section générale énergie).

Concernant les fours, les émissions sont déterminées le plus souvent à partir des déclarations annuelles disponibles [19]. Dans les autres cas, les émissions sont déterminées à partir de méthodes intermédiaires et de facteurs d'émission propres à chaque secteur de l'industrie (cf. sections 1A2a à 1A2g).

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

L'hypothèse est émise que toutes les installations de plus de 50 MW sont équipées à 40% d'électrofiltres, à 40% de filtres à manches et à 20% de laveurs. Celles de puissance inférieure sont équipées à 50% de cyclones, à 10% d'électrofiltres, à 10% de filtres à manches et à 5% de laveurs, les 25% restantes n'étant pas du tout équipées. La granulométrie est alors obtenue en appliquant ces distributions aux profils granulométriques présentés dans la section générale énergie. Dans le cas du gaz naturel, les facteurs d'émission de PM₁₀ et PM_{2,5} proviennent du Guidebook EMEP / EEA [414] : le facteur d'émission utilisé est le même que pour les particules totales.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus pour les chaudières dépendent de la puissance de l'équipement :

Chaudières > 50 MW

- 2,2% pour les combustibles solides (hors bois),
- 3,3% pour le bois,
- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 2,5% pour les combustibles gazeux (hors biogaz et gaz d'aciérie),
- 4% pour le biogaz et le gaz d'aciérie.

Chaudières < 50 MW

- 6,4% pour les combustibles solides (hors bois),
- 28% pour le bois,

- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 4% pour les combustibles gazeux.

Concernant les fours, se reporter aux sections 1A2a à 1A2g.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années sauf dans le cas du plomb dans l'essence. Ces facteurs d'émission par combustible sont disponibles dans la section générale énergie.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furanes sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années.

Les facteurs d'émission utilisés sont ceux décrits dans la section générale énergie.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions pour chacun des 8 HAP sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années.

Les facteurs d'émission utilisés sont ceux décrits dans la section générale énergie.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ | 07/02/2017 | JV |

FONDERIES DE FONTE GRISE

Cette section s'intéresse à la production de fonte grise.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 03.03.03 |
| CITEPA / SNAPc | 03.03.03 |
| CE / directive IED | 2.4 (en partie) |
| CE / E-PRTR | 2d (en partie) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.5 |
| NAF 700 | 275A (ancienne) ; 2451Zp (nouvelle) |
| NCE | F53 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|------------------------------|--------------------------------|
| Production annuelle de fonte | Facteurs d'émissions nationaux |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [52] Charbonnages de France - Statistique charbonnière annuelle
- [66] EPA - AP42. Janvier 1995
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document environnement n°136, juin 2001
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [253] Syndicat général des fondeurs de France - Chiffres clés de la fonderie française et contact interne
- [254] OCDE - Environment directorate, Greenhouse gas emissions and emissions factors - May 1989
- [583] EMEP / CORINAIR Guidebook 1996 - section B333-6
- [584] CITEPA - Technical note on BAT in iron foundry industry, 1992, page 34 manufacturières
- [622] INSEE - Indice de la production industrielle - Produit détaillé dans les industries
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)

[744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La production de fonte regroupe divers produits dont :

- les produits en fonte d'hydraulique et de bâtiment,
- les produits en fonte sur album (cuisine, autres fontes sur album),
- les produits en fonte sur modèles,
- les produits en fontes malléables (jusque 2001 inclus).

La fonte est un produit sidérurgique, non forgeable, contenant plus de 2% de carbone, d'autres éléments tels que du silicium et du manganèse, ainsi que des impuretés, telles que du phosphore ou du soufre. Plusieurs centaines de millions de tonnes de fonte sont produites par an mais seule une petite partie est destinée à la fonderie pour la production de moulages, l'autre partie étant majoritairement produite en vue d'un affinage pour obtenir de l'acier.

La fonte grise est caractérisée par la présence de carbone sous forme de graphite.

Les produits en fonte sont obtenus par le moulage de fonte liquide produite, soit immédiatement avant la coulée dans des fours à cubilot, soit par le réchauffage de lingots de fonte dans des fours à induction, à arc ou rotatifs [253].

Les cubilots sont des fours remplis alternativement de couches de coke de houille et de minerais de fer où l'on souffle de l'air à la partie inférieure après avoir procédé à l'allumage du coke. A mesure de la combustion du coke, les charges de métal s'échauffent et descendent dans le cubilot et la fonte finit par arriver dans la zone de fusion où elle passe à l'état liquide.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Le coke de houille contenant du soufre, sa combustion entraîne des émissions de SO₂. Les polluants associés à la combustion sont également émis : NO_x, COVNM, CH₄, CO, CO₂, etc.

Les autres fours sont des fours électriques pour lesquels il n'y a pas d'émission relativement à la plupart des substances considérées dans l'inventaire contrairement aux équipements cités précédemment.

Les particules sont considérées être émises plutôt lors du moulage que lors de la combustion.

Les émissions sont calculées à partir de la production [622] et de facteurs d'émission. Pour les gaz à effet de serre, la consommation de combustibles [26] et des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles sont utilisés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

D'après CORINAIR [583], les émissions de CO₂ induites par la production de fonte grise sont uniquement dues à la consommation de combustibles. Les émissions de CO₂ sont calculées en multipliant les consommations de combustibles [26][638] par les facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie et base de données OMINEA). Le facteur d'émission du CO₂ est ensuite rapporté à la production annuelle [622]. Il varie donc en fonction des années.

Emissions de CH₄ et N₂O

Comme pour le CO₂, les émissions de CH₄ et de N₂O sont obtenues en appliquant les facteurs d'émission par défaut par combustible aux consommations [26][638]. Le facteur d'émission est ensuite déterminé en rapportant les émissions totales à la production annuelle [622].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Pour le SO₂ émis par les fours à cubilots, le facteur d'émission est déterminé à partir de la formule du BREF fonderies [584].

La teneur en soufre du coke de houille ou de lignite est variable d'une année à l'autre [52]. Les autres types de four (fours à arc, à induction ou rotatifs) n'émettent pas de SO₂ de façon significative. Pour se ramener à la tonne de fonte produite, un pourcentage de fours à cubilots de 61% est considéré [253].

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission moyen retenu pour les NO_x provient de la littérature [583].

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission moyen retenu pour les COVNM provient de la littérature [583].

Emissions de CO

Le facteur d'émission moyen retenu pour le CO provient de la littérature [254].

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables lors de la production de fonte grise.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission des poussières totales est issu de l'OFEFP [68]. Ce facteur d'émission dépend du type de four utilisé. La moyenne entre le facteur d'émission du four à cubilot et du four électrique est retenue.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Pour les PM₁₀, la même méthodologie que pour les TSP est appliquée. Le facteur d'émission des PM₁₀ est issu de l'OFEFP [68]. Ce facteur d'émission dépend du type de four utilisé. La moyenne entre le facteur d'émission du four à cubilot et du four électrique est retenue.

Pour les PM_{2,5}, la granulométrie est la même que pour les PM₁₀ [66].

Pour les PM_{1,0}, la granulométrie est calculée à partir de données provenant de l'US EPA [66].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

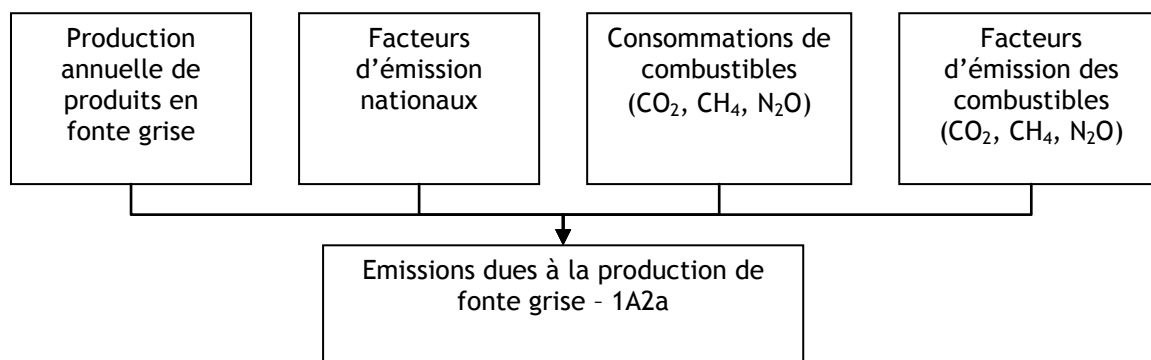
Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue est assimilée à celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire.

Métaux lourds (ML)

Dans cette section, les facteurs d'émission proviennent tous de l'étude réalisée par R. Bouscaren [70]. Les émissions de mercure et de sélénium sont considérées comme négligeables.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Dans cette section, seules des émissions de dioxines et furanes sont attendues. Le facteur d'émission provient de la littérature [70].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ | 07/02/2017 | JV |

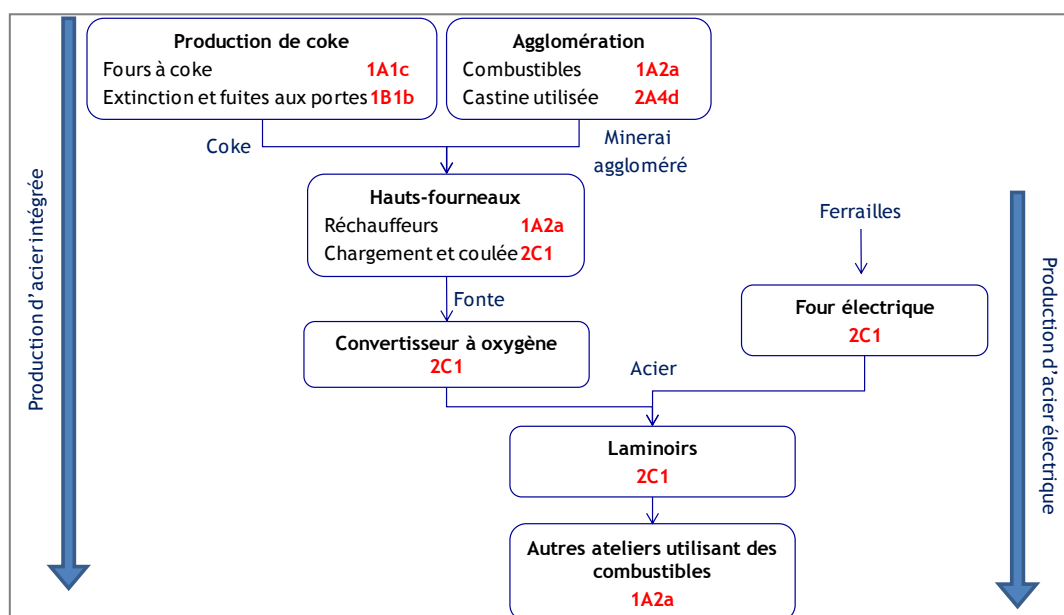
SIDERURGIE : PRODUCTION DE FONTE ET D'ACIER

Les activités traitées dans cette section concernent la partie énergétique des ateliers sidérurgiques.

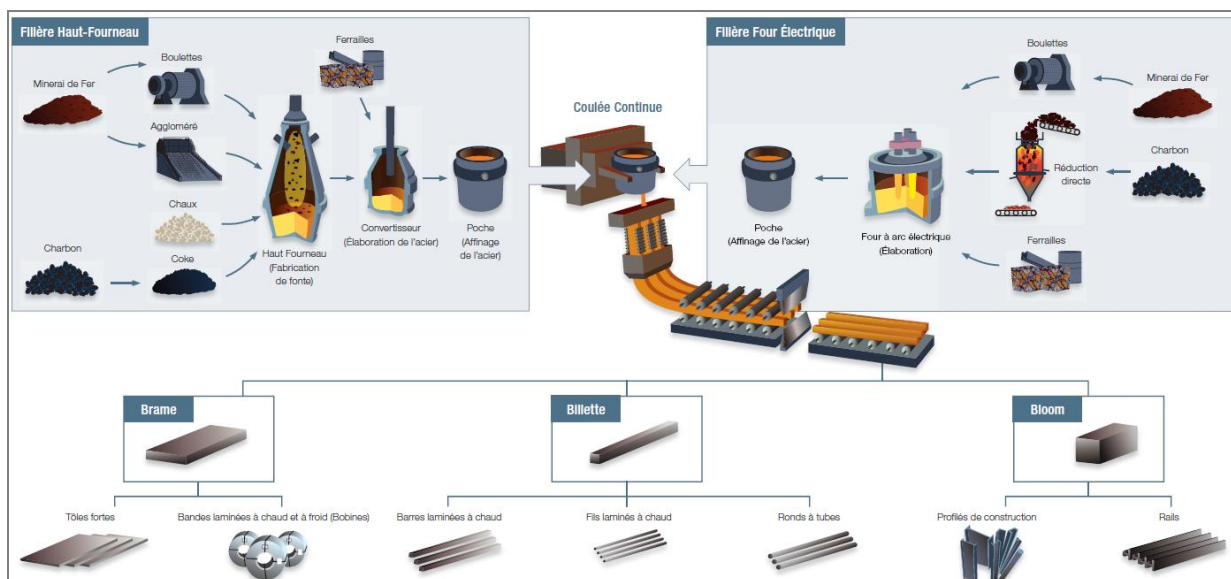
- L'agglomération de minerai ;
- Les réchauffeurs de hauts-fourneaux ;
- Les fours de réchauffage.

Les autres activités (chargement des hauts-fourneaux, coulée des hauts-fourneaux, aciéries à l'oxygène, aciéries électriques et laminaires) sont traitées dans la section « 2C1 - iron steel » (émissions non liées à la combustion). Les installations de combustion connexes nécessaires à l'activité sidérurgique sont traitées dans les sections générales énergie.

Répartition des émissions des ateliers sidérurgiques au sein des secteurs de l'inventaire



Le procédé et les différents ateliers de fabrication sont rappelés ci-dessous.



Source : acier.org

➤ L'agglomération de minerai

La **chaîne d'agglomération** est une installation dans laquelle du minerai de fer fin, homogénéisé, est mélangé à de la castine et à de la poussière de coke, puis cuit ("fritté") par combustion de coke. L'aggloméré constitue l'essentiel de la charge minérale du haut fourneau. L'aggloméré obtenu est concassé puis chargé dans le haut fourneau avec du coke. Le coke est un résidu solide de la distillation de la houille. On distingue les émissions liées à la combustion lors du processus d'agglomération qui s'effectue à chaud avec utilisation d'énergie fossile (code SNAP 030301, traité dans la présente section) et les autres émissions liées à l'utilisation de castine (code SNAP 040209, traité dans la section « 2A4d - other decarbonising »).

➤ Les réchauffeurs de hauts-fourneaux

Les **hauts-fourneaux** produisent de la **fonte** à partir du fer extrait du minerai et du coke. Ces deux produits sont introduits par le haut du haut-fourneau. L'air chaud (1 200°C) insufflé à la base du haut-fourneau provoque la combustion du coke. L'oxyde de carbone formé va réduire les oxydes de fer pour isoler le fer. La chaleur dégagée fait fondre le fer. Le mélange obtenu est la fonte. Les résidus formés (laitier) sont exploités par d'autres industries : construction de routes, cimenterie, etc. L'opération qui se déroule dans les hauts-fourneaux est consommatrice d'énergie fossile. On distingue, d'une part, la combustion d'énergie fossile (essentiellement du gaz de haut fourneau) dans les régénérateurs ou « cowpers » (code SNAP 030203), également appelés « réchauffeurs », qui s'apparente à une combustion sans contact et, d'autre part, des procédés non énergétiques tels que le chargement (code SNAP 040202) et la coulée au niveau du haut-fourneau (code SNAP 040203). La présente section traite de la partie énergétique, tandis que les procédés non énergétiques sont traités dans la section « 2C1 - iron and steel ».

L'élaboration des aciers conduit à des traitements particuliers effectués soit dans les usines sidérurgiques intégrées, soit dans des usines distinctes, à partir de fonte, d'ajouts de diverses substances et dans des conditions de fonctionnement particulières (température, atmosphère, etc.). Différents procédés sont utilisés pour **fabriquer l'acier** : les **fours à oxygène** dans lesquels on injecte de l'oxygène (code SNAP 040206) et les **fours électriques** (code SNAP 040207). Ces émissions de procédés sont traitées dans la section « 2C1 - iron and steel ».

➤ Les fours de réchauffage (autres ateliers)

Les **autres ateliers sidérurgiques** (code SNAP 030302) et les **laminoirs** (code SNAP 040208) vont permettre une mise en forme du métal (bandes, fils, poutres, etc.). Ces opérations sont

consommatrices d'énergie et sources d'émissions diffuses, notamment de COVNM. Les émissions sont traitées dans la présente section.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 03.02.03, 03.03.01, 03.03.02 |
| CITEPA / SNAPc | 03.02.03, 03.03.01, 03.03.02 |
| CE / directive IED | 2.2 |
| CE / E-PRTR | 2b |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.1, 24.2, 24.3 |
| NAF 700 | 271Y (ancienne), 24.10A (nouvelle) |
| NCE | E16 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Données de productions et consommations de combustibles | Valeurs déterminées à partir des émissions déclarées par les exploitants, de valeurs nationales par défaut et des caractéristiques des combustibles |

Niveau de méthode :

Rang 2+ du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [10] Ministère de l'Environnement - Données internes
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [27] Fédération française de l'Acier (FFA) / A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux) - Données internes
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [162] LECES - Evolution des métaux lourds et composés organiques persistants en sidérurgie, 1996
- [357] TNO - Technical paper to the OSPARCOM - HELCOM - UNECE emission inventory, report TNO-MEP R93/247, p26, 1995
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1-4 (CO₂); Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [756] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1A2 Manufacturing industries and construction - table 3.3 Tier 1 emission factor for 1A2 combustion in industry using gaseous fuels
- [761] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.2 Manufacturing industries and construction (combustion), tables 3-2 à 3-5
- [768] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.1 Energy industries, table 3-5 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using heavy fuel oil

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Actuellement, deux sites intégrés de production d'acier sont encore en activité (présence du haut-fourneau, de l'aciérie à l'oxygène, et de laminoirs), un site ayant fermé en octobre 2011. Cependant, certains sites conservent une ou plusieurs activités spécifiques (hauts-fourneaux par exemple) sans posséder toute la chaîne de production d'acier.

Quatre chaînes d'agglomération existent en France actuellement. Trois hauts-fourneaux dont deux au sein des sites intégrés sont encore en fonctionnement. Ces deux sites comptent les deux convertisseurs à l'oxygène présents sur le territoire français. Une vingtaine d'aciéries électriques existe en France. Les laminoirs étaient au nombre de 70 en 2000 selon l'enquête EACEI (d'après les codes NAF 272 et 273 (sauf 273J)).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

➤ Agglomération de minerai

Les émissions liées à l'agglomération du minerai sont calculées sur la base des déclarations annuelles des émissions des sites à partir de 2004 [19], d'une part, et de la production d'agglomérés [27] et de facteurs d'émission moyens appliqués sur les années antérieures, d'autre part. Les consommations de combustibles [27], les contenus en carbone [27] et des facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie) sont également utilisés pour estimer les émissions de certaines substances.

➤ Réchauffeurs de hauts-fourneaux

En ce qui concerne les réchauffeurs de haut-fourneau, les émissions sont calculées à partir du bilan énergétique fourni par la fédération professionnelle [27] et de facteurs d'émission moyens calculés à partir de données disponibles dans les déclarations annuelles des émissions [19]. Les consommations de combustibles [27], les contenus en carbone [27] et des facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie) sont également utilisés pour estimer les émissions de certaines substances.

➤ Autres ateliers

Pour les autres ateliers, les émissions sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces combustibles (cf. section générale énergie).

Il convient de noter que la distinction entre les émissions liées à la combustion (1A2a) et les émissions liées au procédé (2C1) est réalisée en fonction de l'atelier sidérurgique. La fédération professionnelle fournit un bilan des consommations et productions « Energies et matières » par atelier [27]. Par exemple, l'atelier de production de fonte (au sein du haut-fourneau) utilise du coke et des charbons comme réducteurs (matières premières) et des combustibles liquides et gazeux pour réchauffer l'air injecté à la base du haut-fourneau qui provoque la combustion des matières premières. Des gaz de haut-fourneau issus de la transformation des matières premières sont produits et sont en partie réutilisés comme combustibles au sein du site intégré. Les émissions associées sont donc comptabilisées en combustion. Les émissions des gaz de haut-fourneau non valorisés et issues de la transformation des matières premières sont comptabilisées en procédé. La distinction est réalisée de différentes façons selon les substances considérées (cf. sections dédiées aux émissions par polluant).

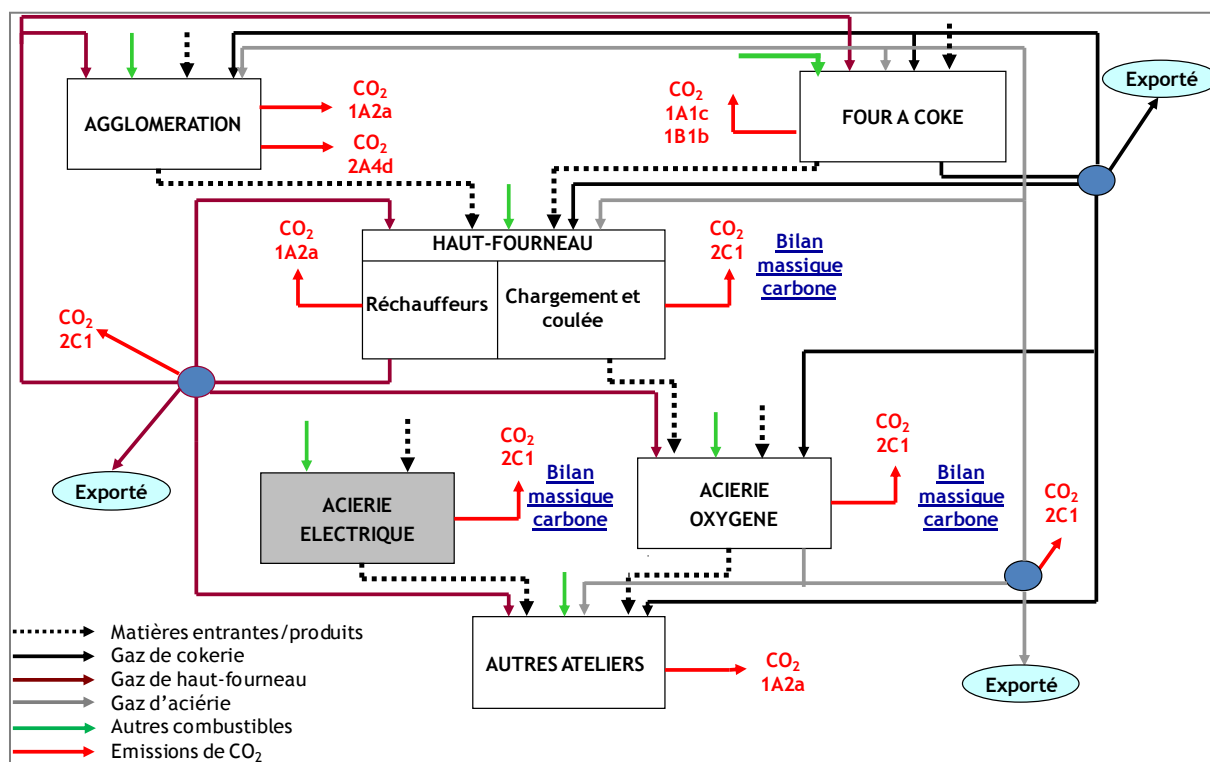
Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Concernant les émissions de CO₂, la distinction entre les émissions liées à la combustion (section présente - 1A2a) et les émissions liées au procédé (2C1) est réalisée grâce à un bilan matière au sein de l'atelier concerné. La fédération professionnelle du secteur fournit la quantité de carbone entrant dans le haut-fourneau, en ne tenant compte que des matières premières utilisées comme réducteurs (charbon et coke), ainsi que la quantité de carbone sortant, qui est contenu dans le

produit (fonte) et dans les gaz d'échappement (gaz de haut-fourneau). Ces gaz sont soit captés et valorisés (réutilisés comme combustibles pour réchauffer l'air du haut-fourneau), soit captés mais non valorisés (torches), soit non captés. Les émissions liées au procédé sont basées sur la quantité de carbone présente dans les gaz torchés et dans les gaz non captés (et sont attribuées au chargement et à la coulée du haut fourneau, c'est-à-dire en procédé (2C1)). Les quantités de gaz de haut-fourneau valorisés, ainsi que les consommations de combustibles liquides et gazeux utilisés comme combustibles (ex. : gaz de four à coke, gaz d'aciérie, gaz naturel) sont multipliées par des facteurs nationaux (cf. section générale énergie) pour déterminer les émissions liées à la combustion.

Figure : Schéma de répartition des flux de combustibles et matières des installations sidérurgiques et des émissions de CO₂ associées



Par ailleurs, la majorité des installations du secteur est soumise au système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre de l'Union européenne (SEQE-UE). Les données sont utilisées à des fins de contrôles de cohérence.

➤ Agglomération de minerai

Les émissions de CO₂ sont calculées par type de combustible sur la base des consommations annuelles des différents combustibles et matières employés [27] et des teneurs en carbone moyennes (sur 2001-2008) spécifiques à ces combustibles [27]. Les émissions sont ensuite ramenées à la production annuelle d'agglomérés [27] pour obtenir le facteur d'émission par tonne d'agglomérés produits. Les émissions relatives à l'utilisation de castine (décarbonatation) sont traitées en section « 2A4d - other decarbonising ».

➤ Réchauffeurs de hauts-fourneaux

Les émissions de CO₂ sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des teneurs en carbone moyennes (sur 2001-2008) spécifiques à ces combustibles [27]. Les émissions sont ensuite ramenées à la production annuelle de fonte brute [27] pour obtenir le facteur d'émission par tonne de fonte produite.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de CO₂ sont calculées par type de combustible sur la base des consommations annuelles des différents combustibles et matières employés [27] et des teneurs en carbone moyennes (sur 2001-2008) spécifiques à ces combustibles [27].

Emissions de CH₄

➤ *Agglomération de minerais*

Les émissions de CH₄ sont connues annuellement, site par site depuis 2003 [19]. A l'aide de la production nationale d'agglomérés, un facteur d'émission moyen est recalculé. Avant 2003, un facteur d'émission moyen basé sur les données de 2003 et 2004 est appliqué.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Les émissions de CH₄ sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638]. Les émissions sont ensuite ramenées à la production annuelle de fonte brute [27] pour obtenir le facteur d'émission par tonne de fonte produite.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de CH₄ pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638].

Emissions de N₂O

➤ *Agglomération de minerais*

Les émissions de N₂O sont connues annuellement, site par site depuis 2003 [19]. A l'aide de la production nationale d'agglomérés, le facteur d'émission moyen est recalculé. Avant 2003, un facteur d'émission moyen basé sur les données de 2003 et 2004 est appliqué.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Les émissions de N₂O sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638]. Les émissions sont ensuite ramenées à la production annuelle de fonte brute [27] pour obtenir le facteur d'émission par tonne de fonte produite.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de N₂O pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission par défaut du GIEC 2006 [638].

Emissions de Gaz fluorés

Pas d'émission attendue.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

➤ *Agglomération de minerais*

Les émissions de SO₂ sont connues annuellement, site par site, depuis 1994 [19]. Le facteur d'émission moyen est recalculé à l'aide de la production nationale d'agglomérés [27].

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

A partir de 2004, les émissions déclarées [19] sont utilisées. Pour les années antérieures, un facteur d'émission moyen a été calculé sur la base des données disponibles [27]. Lorsque les déclarations

comprennent les émissions des réchauffeurs (combustion), et de la coulée et du chargement (procédé), une étude menée par la profession [27] est utilisée pour calculer un facteur d'émission dédié à la partie combustion.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de SO₂ pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

➤ *Agglomération de minerais*

Les émissions de NO_x sont connues annuellement, site par site, depuis 1994 [19]. Le facteur d'émission moyen est recalculé à l'aide de la production nationale d'agglomérés [27].

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

A partir de 2004, les émissions déclarées [19] sont utilisées. Pour les années antérieures, un facteur d'émission moyen a été calculé sur la base des données disponibles [27]. Lorsque les déclarations comprennent les émissions des réchauffeurs (combustion), et de la coulée et du chargement (procédé), une étude menée par la profession [27] est utilisée pour calculer un facteur d'émission dédié à la partie combustion.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de NO_x pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de COVNM

➤ *Agglomération de minerais*

Avant 2004, les données disponibles sont partielles, et un facteur d'émission moyen est retenu sur la base des données des années 2004 à 2007, déclarées par les exploitants [19]. A partir de 2004, les émissions déclarées par les exploitants sont utilisées [19]. Le facteur d'émission moyen par tonne d'agglomérés est recalculé à l'aide de la production nationale d'agglomérés.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Les émissions de COVNM pour cet atelier sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles liquides et gazeux employés [27] et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie). Les émissions sont ensuite ramenées à la production de fonte brute pour obtenir des facteurs d'émission par tonne de fonte brute.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de COVNM pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de CO

Concernant les émissions de CO, la distinction entre les émissions liées à la combustion et les émissions liées au procédé est réalisée grâce à un bilan matière sur le carbone au sein de l'atelier concerné. Par exemple, l'atelier de production de fonte (dans le haut-fourneau) produit des gaz de haut fourneau issus de la transformation des matières premières introduites dans le haut fourneau. Des combustibles liquides et gazeux sont utilisés pour réchauffer l'air injecté à la base du haut-

fourneau qui provoque la combustion des matières premières. La fédération professionnelle du secteur fournit la quantité de carbone entrant dans le haut-fourneau, en ne tenant compte que des matières premières utilisées comme réducteurs (charbon et coke), ainsi que la quantité de carbone sortant, qui est contenu dans le produit (fonte) et dans les gaz d'échappement (gaz de haut-fourneau). Ces gaz sont soit captés et valorisés (réutilisés comme combustibles pour réchauffer l'air du haut-fourneau), soit captés mais non valorisés (torches), soit non captés. Les émissions liées au procédé sont basées sur la quantité de carbone présente dans les gaz torchés et dans les gaz non captés (et sont attribuées au chargement et à la coulée du haut fourneau). Les quantités de gaz de haut fourneau valorisés, ainsi que les combustibles liquides et gazeux utilisés comme combustibles (ex. : gaz de four à coke ou gaz d'aciérie, gaz naturel) sont affectés de facteurs nationaux (cf. section générale énergie) pour déterminer les émissions liées à la combustion.

➤ *Agglomération de minerais*

Cet atelier est très émetteur de CO.

Avant 2010, un facteur d'émission moyen, calculé sur la base des données partielles disponibles [19], est appliqué. A partir de 2010 les émissions des sites sont suffisamment détaillées pour être utilisées [19][27] et pouvoir calculer un facteur d'émission par année.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Les émissions de CO pour cet atelier sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie). Les émissions sont ensuite ramenées à la production de fonte brute pour obtenir des facteurs d'émission par tonne de fonte brute.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de CO pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de NH₃

Pas d'émission attendue.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

➤ *Agglomération de minerais*

Le facteur d'émission des TSP des années 1990 à 1994 provient de données du LECES [162]. Depuis 2003, les données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets par site [19] sont utilisées. Entre ces deux périodes, le facteur d'émission est interpolé.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

La totalité des émissions de TSP est affectée au procédé (cf. section « 2C1 - iron steel ») car la majorité des émissions provient des matières premières solides (coke et charbons).

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de TSP pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

➤ *Agglomération de minerais*

La granulométrie provient d'une campagne de mesures menée par la fédération professionnelle [27].

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

La totalité des émissions de PM est affectée au procédé (cf. section « 2C1 - iron steel ») car la majorité des émissions provient des matières premières solides (coke et charbons).

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de PM pour ces ateliers sont calculées sur la base de la granulométrie commune aux combustibles utilisés (cf. section générale énergie).

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

➤ *Agglomération de minerai*

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient d'une estimation et vaut 5%.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Pas d'émission attendue dans cette section (affectées au procédé).

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [756], [761], [768].

Métaux lourds (ML)

➤ *Agglomération de minerai*

Les facteurs d'émission pour As, Cd, Cr, Cu, Pb, Hg et Zn sont basés sur les données transmises par les exploitants [50] ainsi que les déclarations annuelles de rejets [19] depuis 2006. Le facteur d'émission pour l'année 1990 provient de l'étude BOUSCAREN [70], hors Hg, qui provient de données internes transmises par la profession pour l'année 2004 [50] et appliquée de 1990 à 2005. Les valeurs des facteurs d'émission sont interpolées pour les années intermédiaires. Le facteur d'émission du Se provient de données internes transmises par la profession pour l'année 2004 [50] et appliqué sur toute la série temporelle.

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

La totalité des émissions de métaux lourds est affectée au procédé (cf. section « 2C1 - iron steel ») car la majorité des émissions provient des matières premières solides (coke et charbons).

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de métaux lourds pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

➤ *Agglomération de minerai*

Les émissions de dioxines et furannes sont produites significativement par les chaînes d'agglomération de minerai. Pour les années antérieures à 1998, des données du ministère chargé de l'environnement sont utilisées [10]. Depuis 1998, les données disponibles par site sont utilisées [19][50].

➤ *Réchauffeurs de hauts-fourneaux*

Pas d'émission notable attendue.

➤ *Autres ateliers*

Les émissions de PCDD-F pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)**➤ Agglomération de minerai**

En 2011 et 2012, des facteurs d'émission moyens de HAP sont issus des données obtenues auprès des sites et compilées par la fédération professionnelle [27]. En 2012 un des sites a été arrêté. Pour les années 2010 et antérieures, le facteur d'émission de 2011 est utilisé (situation antérieure à la fermeture). A partir de 2012, le facteur d'émission établi pour cette année là est reporté (situation postérieure à la fermeture).

➤ Réchauffeurs de hauts-fourneaux

Les émissions sont regroupées avec les autres émissions des hauts-fourneaux présentées dans la section « 2C1 - iron steel ».

➤ Autres ateliers

Les émissions de HAP pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)**➤ Agglomération de minerai**

Les émissions de PCB sont calculées à partir de la production d'agglomérés et d'un facteur d'émission provenant de la littérature [357].

➤ Réchauffeurs de hauts fourneaux

Pas d'émission notable attendue.

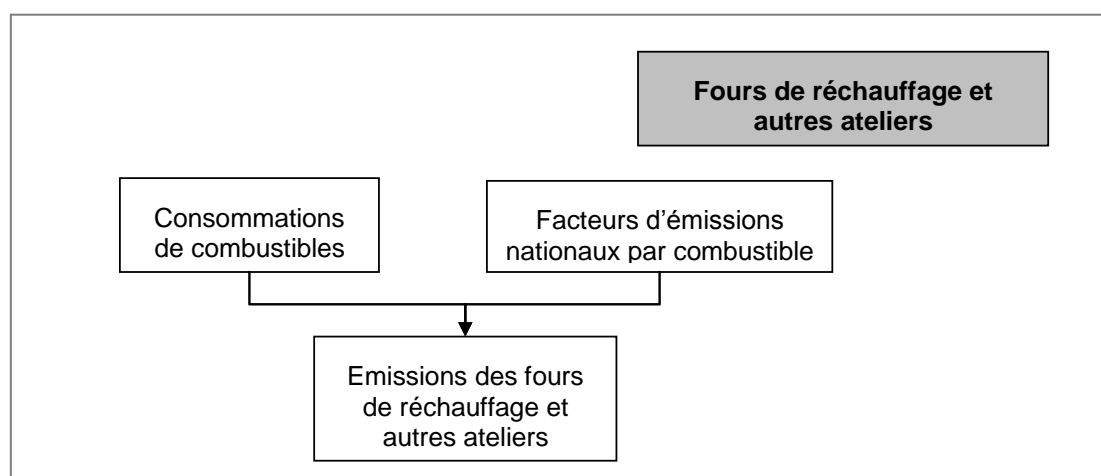
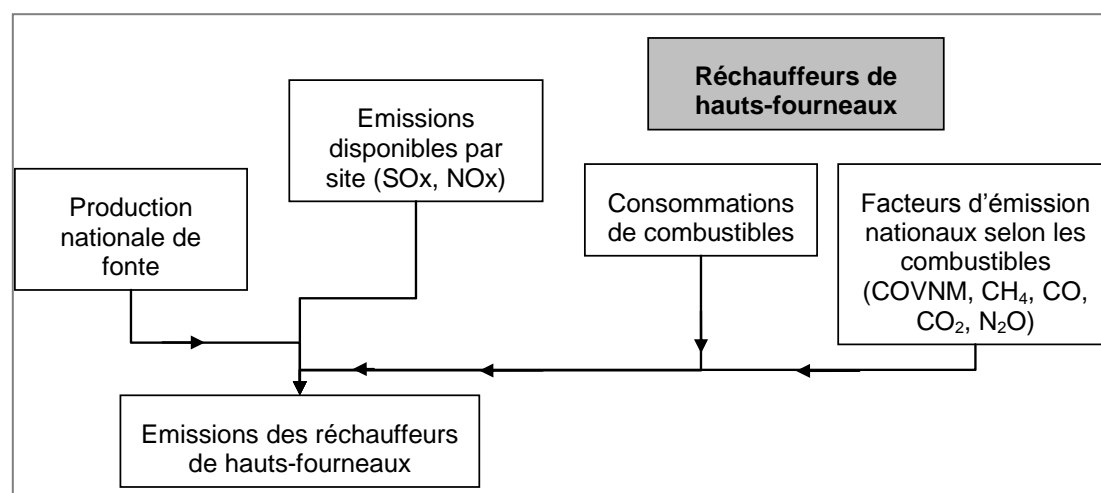
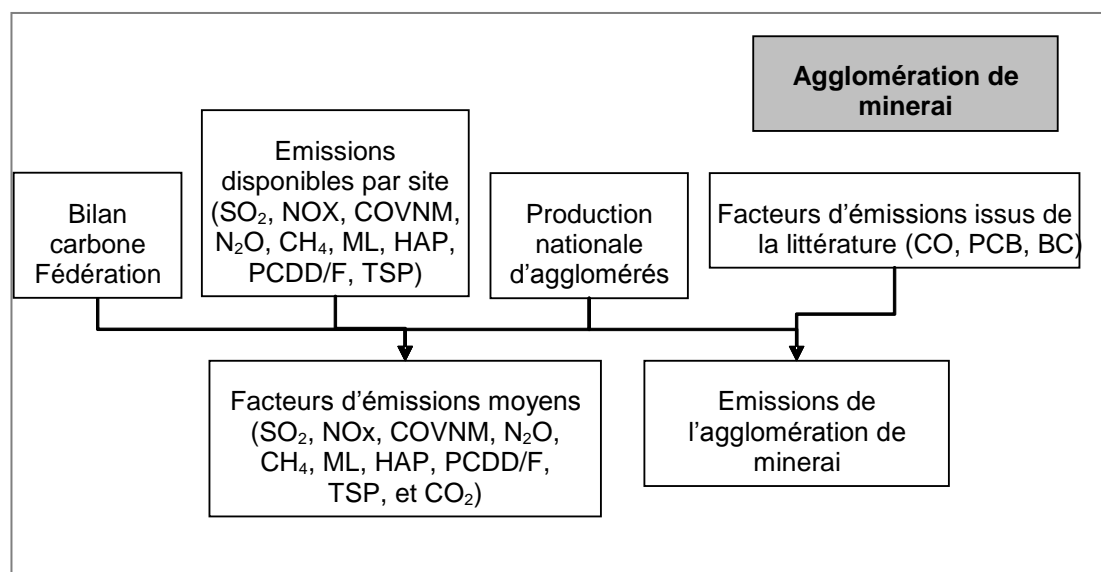
➤ Autres ateliers

Les émissions de PCB pour ces ateliers sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés [27] et des facteurs d'émission nationaux relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Pas d'émission notable attendue.

Logigrammes du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CUIVRE

Cette section concerne la production de cuivre de première et seconde fusion.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2b |
| CEE-NU / NFR | 1A2b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030306, 030309 |
| CITEPA / SNAPc | 030306, 030309 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274M (ancienne) ; 2444Z (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Volumes de production et consommations de combustibles du secteur | Valeurs nationales ou par défaut selon les substances |

Niveau de méthode :

Rang 2 du fait de l'activité spécifique au secteur et 3 en fonction des données disponibles auprès des exploitants.

Références utilisées :

- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [66] EPA - AP42. Janvier 1995
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [74] EMEP MSC EAST - Note technique 6/2000
- [163] UK fine particulate - Emissions from industrial processes, août 2000
- [186] Ministry of Housing, physical planning and environment - Handbook of emission Factors - Industrial Sources - 1984
- [223] Société de l'industrie minière - Annuaire statistique mondial des minerais et métaux
- [272] INSEE - Annuaire rétrospectif de la France - 1948 - 1988
- [586] Guidebook EMEP/EEA 2013 Part B - Section 2C7a Copper production - Table 3.2
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)

[744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Jusqu'en 2000, la production de cuivre de première fusion avait lieu sur un seul site en France. A partir de 1999, il n'y a plus de raffinage de cuivre de 1^{ère} fusion, seulement transformation de cathodes achetées (déjà raffinées) en billettes. La production de cuivre de seconde fusion avait lieu sur deux sites et s'est achevée en 1998.

Il n'y a plus de production de cuivre de première ou de seconde fusion en France depuis 2000.

a/ Production de cuivre de première fusion :

80 producteurs dans le monde utilisent des techniques liées à la pyrométallurgie pour produire plus de 90% de la production totale de cuivre de première fusion.

Les différentes étapes du processus sont :

- Les mines produisent du minerai contenant 1% de cuivre. La concentration en cuivre s'effectue par concassage, passage sur tamis et flottation pour obtenir un minerai titrant 15 à 35% de cuivre.
- La production de cuivre de première fusion est ensuite réalisée par pyrométallurgie qui comprend 4 étapes principales :
 - la cuisson pour réduire les impuretés (soufre, antimoine, arsenic, plomb),
 - le produit obtenu est ensuite fondu et concentré pour aboutir à une mixture de sulfide de cuivre (Cu_2S),
 - la conversion du produit conduit au "blister" de cuivre titrant 98,5 à 99,5% de cuivre,
 - le produit subit enfin un raffinage thermique (moulage en anodes) puis est envoyé au raffinage électrolytique afin d'éliminer des dernières impuretés : le cuivre se dépose à la cathode et les dernières impuretés restent dans l'électrolyte.

Les cathodes de cuivre sont ensuite refondues dans un four de type ASARCO puis transformées en produits marchands (billettes et plateaux) dans un four de coulée continue.

b/ Production de cuivre de seconde fusion :

Le cuivre de seconde fusion est obtenu par fusion des déchets de récupération (fils électriques, laiton, bronze, etc.) contenant des proportions diverses en cuivre, puis converti en cuivre blister dans un convertisseur de type Pierce-Smith par exemple.

Les facteurs d'émission dépendent de la technologie de fusion adoptée et des matériaux utilisés. La seconde fusion du cuivre se déroule comme suit :

- Le prétraitement des déchets inclut le nettoyage et la préparation des déchets pour la fonderie.
- Le passage en fonderie consiste à chauffer les déchets pour séparer et purifier les métaux spécifiques.
- L'ajout facultatif d'un ou plusieurs métaux au cuivre obtenu permet d'obtenir la qualité désirée et les caractéristiques des différents alliages recherchés le cas échéant (principalement laiton et bronze).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les niveaux d'activité correspondent aux productions de cuivre de 1^{ère} et de 2^{nde} fusion en France ainsi qu'aux consommations de combustibles des sites qui produisent ce cuivre : ces données proviennent des communications avec les industriels [50] ainsi que des statistiques françaises [272] et mondiales de production [223].

Les émissions de certains polluants sont connues directement à partir des données communiquées par les industriels. Pour les autres polluants des facteurs d'émission rapportés à la production sont déterminés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Les gaz à effet de serre émis lors de la production de cuivre sont le CO₂, le N₂O et le CH₄.

Emissions de CO₂

Les facteurs d'émission sont calculés sur la base des combustibles utilisés annuellement sur le site [26] et des facteurs d'émission par combustible (cf section générale énergie).

Emissions de CH₄ et N₂O

Les facteurs d'émission sont calculés sur la base des combustibles utilisés annuellement sur le site [26] et de facteurs d'émission par combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

La production de cuivre est émettrice de SO₂, de NO_x, de COVNM et de CO.

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM

Les émissions de SO₂, NO_x et COVNM retenues sont déterminées à partir :

- de contacts avec l'industrie [50] pour la production de cuivre de première fusion,
- de facteurs d'émission provenant d'une étude hollandaise [186] pour la production de cuivre de seconde fusion.

Emissions de CO

Les émissions de CO retenues sont déterminées à partir :

- d'un facteur d'émission national par combustible (cf section générale énergie).
- d'un facteur d'émission provenant d'une étude hollandaise [186] pour la production de cuivre de seconde fusion.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables lors de la production de cuivre.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

La production de cuivre est émettrice de particules. Les facteurs d'émission utilisés proviennent :

- du Guidebook EMEP/EEA 2013 [586] pour la production de cuivre de première fusion,
- d'une moyenne obtenue à partir de l'EPA - AP42 [66] pour la production de cuivre de seconde fusion.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}

Les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont déterminées à partir :

- de facteurs d'émission provenant du Guidebook EMEP/EEA 2013 [586] pour la production de cuivre de première fusion.
- D'une granulométrie issue de la littérature [163] pour la production de cuivre de seconde fusion.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue pour la combustion dans la métallurgie est celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire (table 3.4).

Métaux lourds (ML)

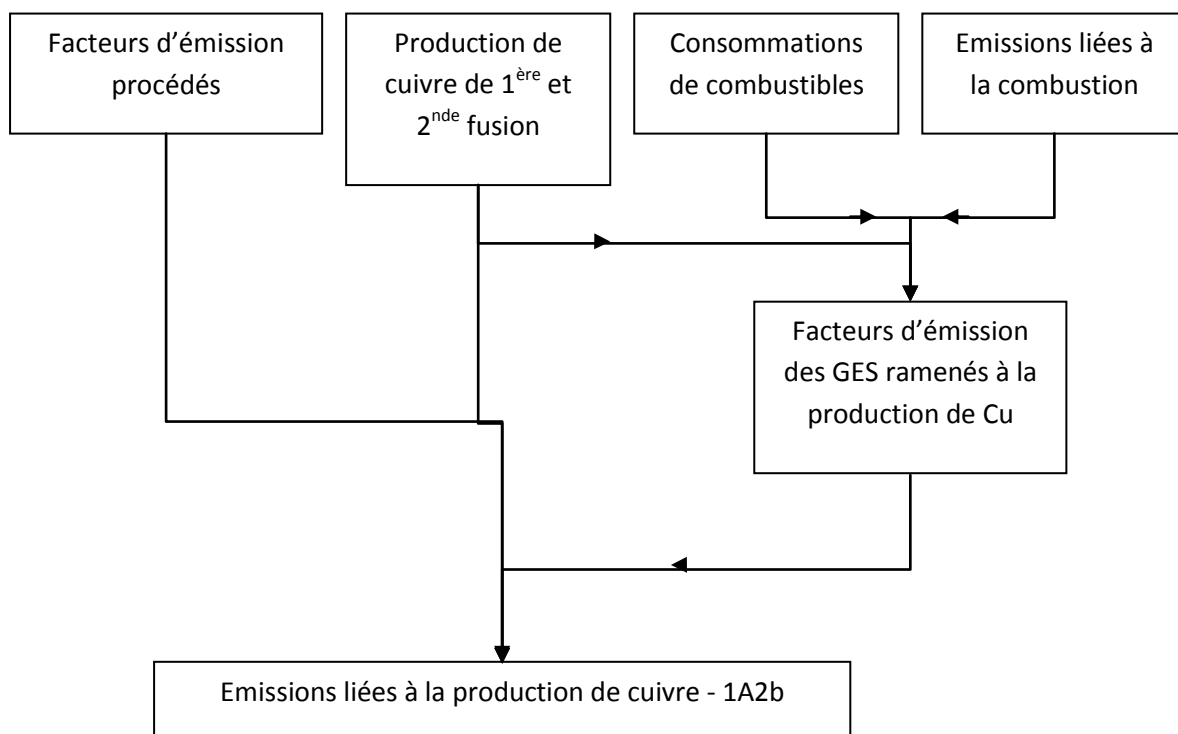
Pour les productions de cuivre de première et seconde fusion, les facteurs d'émission proviennent d'une étude du CITEPA [70]. Pour la production de première fusion, les valeurs correspondent aux émissions de métaux lourds lors des opérations de raffinage thermique, fonte et production de blister. Les facteurs d'émission sont ensuite ramenés à la production de cuivre et varient donc d'une année à l'autre selon la part de la production de blister par rapport au cuivre.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Des émissions de dioxines et furanes sont considérées pour la production de seconde fusion. Le facteur d'émission provient d'une étude du CITEPA [70].

Hexachlorobenzène (HCB)

Des émissions de HCB sont considérées pour la production de cuivre. Les facteurs d'émission proviennent de l'EMEP MSC EAST [74].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE MAGNESIUM

Entre 1964 et 2001, la production de magnésium a eu lieu sur un seul site en France. Le site a fermé au cours de l'année 2001. Il n'y a plus de production depuis 2002. A partir de 2003, ce site de première fusion du magnésium devient une fonderie de seconde fusion classée parmi l'élaboration et l'affinage des alliages non ferreux [222].

Les émissions de CO₂ liées au phénomène de décarbonatation de la dolomie sont traitées en section 2A relative aux produits minéraux et à la décarbonatation. Les émissions de gaz fluorés liées à la production de magnésium sont traitées en section 2C relative à la métallurgie.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1A2b |
| CEE-NU / NFR | 1A2b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030323 et 030326 |
| CITEPA / SNAPc | 030323 et 030326 |
| CE / directive IED | 2.5 (pour partie) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NOSE-P | 104.12 |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274M (ancienne) ; 2445z et 2454z (nouvelle) |
| NCE | E18 et E29 (partiellement) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Volumes de production et consommations de combustibles du secteur | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site ou de facteurs d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [222] Péchiney et/ou Alcan - Données internes
- [223] Société de l'industrie minérale - Annuaire Statistique Mondial de Minerais et Métaux
- [227] Bennet R.L. and Knapp K.T. - Characterization of particulate emissions from non-ferrous smelters - JAPCA, February 1989, vol. 39, number 2, page 169
- [587] EPA - AP42, Janvier 1995, tableau 12.12-1
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

a/ Première fusion

En raison de la grande stabilité des composés et du caractère électrochimique du magnésium, son extraction des minerais exige une grande dépense d'énergie sous forme de courant électrique. La métallurgie est basée soit sur l'électrolyse du chlorure fondu, soit sur la réduction de l'oxyde, par l'intermédiaire de ferro-silicium (ou de charbon ou de carbure de calcium), favorisée par la volatilité du métal.

Le processus métallurgique se déroule en deux phases : la première est la préparation de chlorure ou de l'oxyde purs et la suivante l'extraction du magnésium à partir de ses composés.

- Préparation d'oxydes purs

La production en France était basée entièrement sur l'électrolyse du chlorure fondu, obtenu à partir de la dolomie. La dolomie (MgCO_3) est transformée en oxydes (MgO) par calcination qui sont soumis à un processus de réduction pour obtenir le métal.

- Production de métal

Le procédé électrolytique fut le premier à être mis au point. L'électrolyte est un mélange fondu de chlorures alcalins et de chlorure de magnésium (extraits de l'eau de mer).

Les procédés industriels de réduction thermique du magnésium sont bien plus récents (entre 1930 et 1940). Dans le principe, on chauffe un mélange de magnésie (MgO) obtenu à partir de la calcination de la dolomie - MgCO_3), d'un réducteur et de produits de scarification. Le magnésium métal est libéré à l'état gazeux : $\text{MgO} + \text{R} \rightarrow \text{RO} + \text{Mg}$.

Le SF_6 était utilisé comme gaz inertant pour la production de magnésium notamment, en raison de la complexité du procédé. Il y avait donc des émissions de SF_6 dues à des fuites lors de la production [222]. Ces émissions sont traitées dans la section 2C relative aux procédés de la métallurgie. Les autres polluants étaient émis lors de la consommation de combustibles nécessaires au procédé [26].

b/ Seconde fusion

Outre le site précédemment évoqué après transformation, il existe également d'autres sites de production de magnésium de seconde fusion dont les émissions proviennent des mêmes sources. Ces sites utilisent aussi le SF_6 et des HFC comme gaz inertant. Les émissions de ces gaz fluorés sont traitées dans la section 2C relative aux procédés de la métallurgie, les émissions relatives à la combustion sont traitées dans la section générale relative à la combustion dans l'industrie.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

La production était connue via l'annuaire statistique mondial des minerais et métaux [223].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO_2

Pour la première fusion, les facteurs d'émission du CO_2 sont calculés sur la base des combustibles utilisés annuellement sur le site et des facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie). Ils varient donc en fonction des années.

Emissions de CH_4 et N_2O

Pour la première fusion, les facteurs d'émission du CH_4 et du N_2O sont calculés sur la base des combustibles utilisés annuellement sur le site et des facteurs d'émission des guidelines du GIEC 2006 [623]. Ils varient donc en fonction des années.

Emissions de Gaz fluorés

Les gaz fluorés émis par la production de magnésium sont traités dans la section 2C relative à la métallurgie.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂ et NO_x

Pour la première fusion, les facteurs d'émission de SO₂ et NO_x sont calculés sur la base des déclarations annuelles [19] et de communications des industriels [222] ou, en cas d'indisponibilité de ces informations (années antérieures à 1992), sur la base des combustibles utilisés annuellement sur le site [26] et de facteurs d'émission moyens nationaux (cf. section générale énergie).

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules pour la première fusion sont calculées sur la base d'un facteur d'émission moyen provenant de la littérature [587].

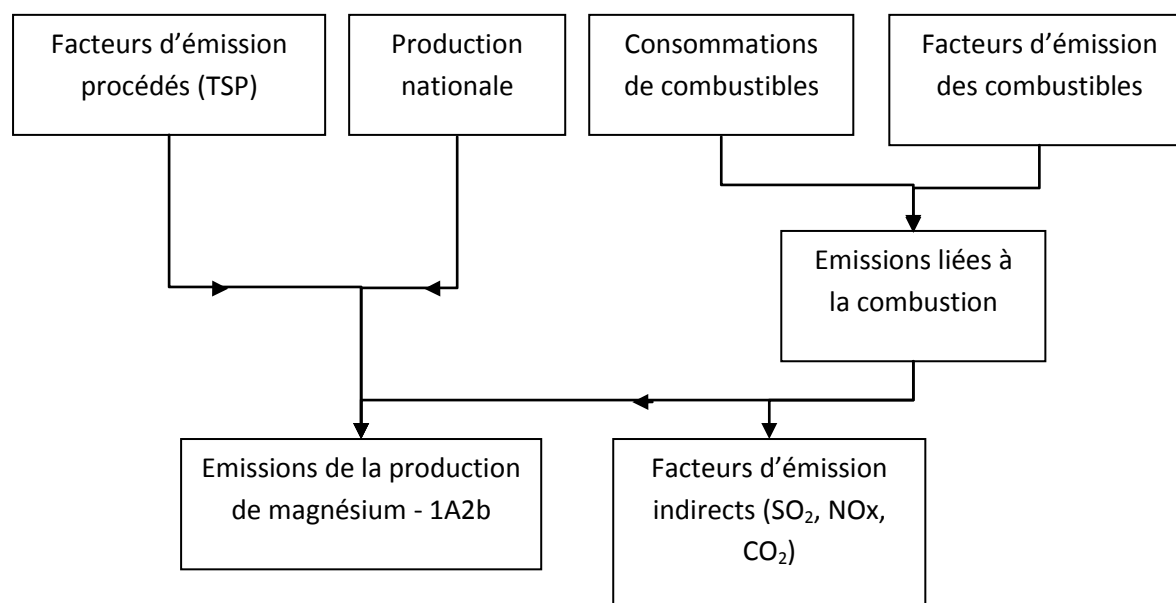
Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Il n'y a pas de facteurs d'émission ou de granulométrie disponibles dans la littérature. Cependant, des granulométries à partir des TSP sont disponibles pour d'autres procédés de la métallurgie (plomb et zinc notamment) [227]. La moyenne de ces granulométries est retenue pour la production de magnésium.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue pour la combustion dans la métallurgie est celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire (table 3.4).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PLOMB ET ZINC DE PREMIERE FUSION

Le plomb et le zinc de première fusion sont traités dans le même chapitre car historiquement un site commun produisait les deux métaux en France jusqu'en janvier 2003. La production de plomb de première fusion a cessé en France depuis 2003. En ce qui concerne la production de zinc de première fusion, il ne reste plus qu'un site en activité, séparé en 2 entités.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2b |
| CEE-NU / NFR | 1A2b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030304 et 030305 |
| CITEPA / SNAPc | 030304 et 030305 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274F (ancienne) ; 2443Zp (nouvelle) |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|------------------------------|
| Volumes de production et consommations de combustibles | Valeurs nationales annuelles |

Niveau de méthode :

Rang 2 du fait de l'utilisation de facteurs d'émission nationaux.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [227] Bennet R.L. and Knapp K.T. - Characterization of particulate emissions from non-ferrous smelters - JAPCA, February 1989, vol. 39, number 2, page 169
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Depuis 2003, il n'y a plus de production de plomb de première fusion en France et il n'existe plus qu'un site de production de zinc de première fusion. Ce site est séparé en 2 entités depuis 2008 pour distinguer l'activité de production brute des activités d'affinage et de laminage. Par

cohérence historique et pour conserver l'exhaustivité sur la période, les émissions des 2 établissements sont considérées pour la production de zinc de première fusion.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Une partie des émissions provient de la combustion liée aux procédés et une autre partie provient plus spécifiquement du procédé (dégagement de métaux lourds par exemple).

Les données d'activité sont fournies par l'inspection des installations classées [19] :

- dans des publications annuelles entre 1990 et 2002
- par communication directe entre 2003 et 2007
- dans les déclarations annuelles depuis 2008

La détermination des rejets nécessite également de connaître des ratios des consommations énergétiques par rapport aux productions au moyen des enquêtes disponibles [26] et des données précédentes.

Les émissions sont calculées à partir de facteurs d'émission. Il n'y a plus de production de plomb de première fusion en France depuis 2003.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles du secteur d'activité et des facteurs d'émission correspondant aux différents combustibles (cf. section générale énergie).

Depuis 2003, les facteurs d'émission rapportés à la production de zinc (confidentiels) ont fortement diminué suite à la cessation d'activité d'un site très émetteur, du fait des combustibles utilisés, qui produisait à la fois du plomb et du zinc de première fusion.

Emissions de CH₄ et N₂O

Les émissions déterminées sur la base des consommations du secteur et des facteurs d'émission par combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623]. Ils varient donc en fonction des années.

Depuis 2003, les facteurs d'émission rapportés à la production de zinc (confidentiels) ont fortement diminué suite à la cessation d'activité d'un site mettant en œuvre des procédés très émetteurs qui produisait à la fois du plomb et du zinc de première fusion.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont connues au travers des déclarations annuelles [19]. Pour chaque métal, les émissions sont ramenées à la quantité produite. Pour le site produisant les deux métaux, la répartition des émissions de SO₂ entre plomb et zinc de première fusion se fait au prorata des productions. Depuis la fermeture de ce site en 2003, il ne reste plus qu'un site producteur de zinc, dont les émissions de SO₂ ne sont pas comptabilisées pour cette activité mais dans la section relative à la production d'acide sulfurique (B10).

Les facteurs d'émissions sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites concernés.

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont connues au travers des déclarations annuelles [19]. Pour chaque métal, les émissions sont ramenées à la quantité produite. Pour le site produisant les deux métaux, la répartition des émissions de NO_x entre plomb et zinc de première fusion se fait au prorata des productions. Depuis la fermeture de ce site en 2003, il n'y a plus de production de plomb de première fusion.

Les facteurs d'émission rapportés à la production sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites concernés.

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission est obtenu à partir des facteurs d'émission des différents combustibles (cf. section générale énergie) et des consommations annuelles du secteur d'activité. Le facteur d'émission ramené à la production est confidentiel compte tenu du nombre réduit de sites concernés et varie en fonction des années. Il n'y a plus de production de plomb de première fusion en France depuis 2003.

Emissions de CO

Le facteur d'émission est obtenu à partir des facteurs d'émission des différents combustibles (cf. section générale énergie) et des consommations annuelles du secteur d'activité. Le facteur d'émission ramené à la production est confidentiel compte tenu du nombre réduit de sites concernés et varie en fonction des années. Il n'y a plus de production de plomb de première fusion en France depuis 2003.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP sont connues via la déclaration annuelle des sites producteurs [19].

Plomb de première fusion

Comme le site produisait à la fois du plomb et du zinc de première fusion, les émissions de TSP étaient réparties au prorata des productions. Le facteur d'émission était recalculé sur la base de la production de plomb, jusqu'à la cessation d'activité.

Zinc de première fusion

Comme l'un des sites produisait à la fois du plomb et du zinc de première fusion, les émissions de TSP étaient réparties au prorata des productions. Jusqu'en 2002, le facteur d'émission est recalculé sur la base de la production de zinc des deux sites producteurs. Depuis 2003, le facteur d'émission a fortement diminué suite à la fermeture d'un site et du fait des efforts de réduction des industriels.

Emissions de PM₁₀ et PM_{2.5}

Les émissions de PM₁₀ et PM_{2.5} sont déterminées sur la base d'une granulométrie provenant de la littérature [227].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2.5}, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue pour la combustion dans la métallurgie est celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire (table 3.4).

Métaux lourds (ML)

Les productions de plomb et de zinc sont émettrices de certains métaux lourds décrits ci-dessous. Dans les deux cas, il n'y pas de données disponibles sur les autres métaux qui sont sans doute émis au niveau de traces et donc en quantité considérée négligeable.

Les facteurs d'émission tirés de la littérature [70] sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites concernés. Ils tiennent compte, le cas échéant des différents procédés mis en œuvre. Les facteurs d'émission moyens peuvent donc pour certains métaux évoluer au cours des années.

Plomb de première fusion

La production de plomb de première fusion émet six des métaux lourds référencés dans le SNIEBA : l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc. Les émissions de ces substances sont estimées sur la base de facteurs d'émission moyens issus de la littérature [70] et appliqués à toutes les années.

Il n'y a plus de production de plomb de première fusion en France depuis 2003.

Zinc de première fusion

La production de zinc de première fusion émet du cadmium, du mercure, du plomb et du zinc. Du fait des procédés différents utilisés sur les deux sites français (hydro-métallurgie et raffinage thermolytique), des facteurs d'émission moyens pondérés sont recalculés pour ces substances sur la base de la production respective de chacun des procédés et des facteurs d'émission spécifiques associés. Depuis 2003, la production de zinc de première fusion se fait uniquement par hydrométallurgie. Les facteurs d'émission sont issus de la littérature [70] et appliqués à toutes les années.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les productions de plomb et de zinc de première fusion émettent des dioxines et furanes. Les émissions éventuelles d'autres polluants organiques persistants ne sont pas comptabilisées faute de données disponibles. Les facteurs d'émission sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites concernés.

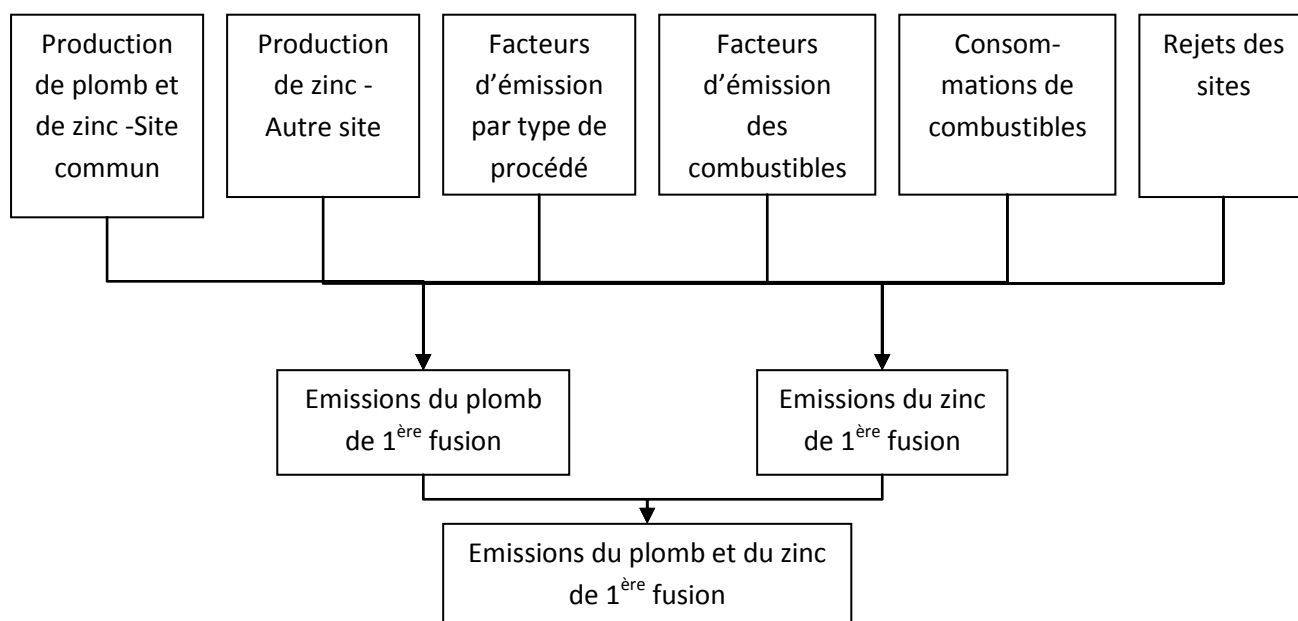
Plomb de première fusion

Les émissions sont estimées sur la base d'un facteur d'émission moyen tiré de la littérature [70] et appliqué à toutes les années.

Zinc de première fusion

Jusqu'en 2003, du fait des procédés différents utilisés (hydro-métallurgie et raffinage thermolytique), un facteur d'émission moyen pondéré est recalculé sur la base de la production respective de chacun des procédés et des facteurs d'émission spécifiques associés. Depuis 2003, la production de zinc de première fusion se fait uniquement par hydrométallurgie. Les facteurs d'émission sont tirés de la littérature [70].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION D'ALUMINIUM DE SECONDE FUSION

L'activité concernée dans cette section est la production d'aluminium de seconde fusion.

La production d'aluminium de première fusion (par électrolyse) est traitée dans la section 2C relative aux procédés de la métallurgie.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2b |
| CEE-NU / NFR | 1A2b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030310 |
| CITEPA / SNAPc | 030310 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2eii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274C (ancienne) ; 2442Z (nouvelle) |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Volumes de production (pour les polluants hors GES) | Valeurs calculées à partir des émissions et de l'activité |
| Consommations de combustibles (pour les GES suivants : CO ₂ , N ₂ O, CH ₄) | Valeurs nationales et par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 2 et 3.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document environnement n°136, juin 2001
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [74] EMEP MSC EAST - Note technique 6/2000

- [107] BICOCHI S., L'HOSPITALIER C. - Les techniques de dépoussiérage des fumées industrielles, état de l'art - RECORD, éditions TEC et DOC - mars 2002

[163] UK fine particulate - Emissions from industrial processes, août 2000

[623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)

[744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Outre la 1^{ère} fusion, l'aluminium est également produit à partir d'une grande diversité de déchets (canettes de boisson usagées, feuilles minces, déchets commerciaux, métaux laminés ou coulés, résidus d'écrouissage, laitiers salés, etc.), par l'industrie de 2^{nde} fusion. Les produits à recycler passent dans un four de fusion afin de redevenir une matière première destinée à créer de nouveaux produits. Il existe actuellement une dizaine de sites en France (affineurs), de capacité variable, implantés sur tout le territoire.

Méthode générale d'estimation des émissions :

Les données de consommation de combustibles proviennent des enquêtes EACEI [26] de 1999 à 2010. Pour les années antérieures, de 1990 à 1998, les étapes et hypothèses suivantes sont suivies :

1. Estimation d'un ratio énergie/production (GJ combustible / t Al produit) sur la base des données de consommation d'énergie et de production des sites pour lesquels ces deux types de données sont disponibles (de 2003 à 2010) ;
2. Application du ratio calculé pour 2003 aux productions d'aluminium secondaire (t) pour les années 1990 à 1998, afin d'obtenir la consommation énergétique totale (en GJ) ;
3. Application de la répartition de la consommation totale entre les consommations des différents combustibles consommés en 1999 aux consommations totales de 1990 à 1998, afin d'obtenir les consommations par type de combustible.

A partir de 2011, les données de consommations ne sont plus disponibles. Par conséquent, la consommation globale annuelle est estimée en suivant les étapes 1 à 3 ci-dessus, à la différence près que le ratio utilisé à partir de 2011 est le ratio moyen des années 2003 à 2010. De plus, la répartition des consommations de combustibles de 2010 est appliquée pour les années à partir de 2011.

Les rejets atmosphériques proviennent essentiellement de la combustion de combustibles dans les fours de fusion. Les émissions sont déterminées à partir des données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets des exploitants depuis 2003 [19]. Des facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC 2006 [623] et de la littérature sont utilisés pour les années antérieures ou pour pallier l'absence d'information pour certains sites [42, 68]. Les données sur la série temporelle sont cohérentes.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont calculées à partir des consommations de combustibles utilisées pour la production d'aluminium de seconde fusion [26] et des facteurs d'émission nationaux par combustible (cf section générale énergie).

Emissions de CH₄ et N₂O

Les émissions de CH₄ sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la seconde fusion de l'aluminium.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2003.

Pour les années antérieures, le facteur d'émission de l'année 1960 provient de la littérature [42] et les années intermédiaires sont interpolées. Les émissions des sites manquants sont déterminées en utilisant le facteur d'émission des sites connus si ceux-ci représentent plus de 60% de la production.

Emissions de NO_x et COVNM

Les émissions de NO_x et COVNM sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2003. Pour les années antérieures, les émissions sont déterminées en utilisant le facteur d'émission de 2003.

Les émissions des sites manquants sont déterminées en utilisant le facteur d'émission des sites connus si ceux-ci représentent plus de 60% de la production.

Emissions de CO

A partir de 2003, les émissions de CO sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] ou à partir d'un facteur d'émission provenant de la littérature pour les sites manquants [42]. Le facteur par défaut de la littérature [42] est appliqué aux années antérieures.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de SO₂ sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2003.

Pour les années antérieures, le facteur d'émission de l'année 1990 provient de la littérature [68] et les années intermédiaires sont interpolées. Les émissions des sites manquants sont déterminées en utilisant le facteur d'émission des sites connus si ceux-ci représentent plus de 60% de la production.

La mise en place de système de dépoussiérage, tels que les filtres à manches et les électrofiltres, est de plus en plus fréquente.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Le facteur d'émission des PM₁₀ est tiré de la littérature pour l'année 1990 [68]. Le ratio PM₁₀/TSP est ensuite appliqué au facteur d'émission des TSP pour les années suivantes.

Pour les PM_{2,5}, la littérature [163] fournit un pourcentage PM_{2,5}/PM₁₀.

La part des PM_{1,0} au sein des TSP est tirée de la littérature [107].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue pour la combustion dans la métallurgie est celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire (table 3.4).

Métaux lourds (ML)

A partir de 2003

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2003, sauf pour le sélénium dont le facteur d'émission issu de la littérature [70] est appliqué pour toute la période. Les émissions des sites manquants sont déterminées en utilisant le facteur d'émission des sites connus si ceux-ci représentent plus de 60% de la production ou en utilisant un facteur d'émission de la littérature [70] pour l'arsenic et le cadmium.

Avant 2003

Pour l'arsenic et le cadmium, les facteurs d'émission sont issus de la littérature [70] et gardés constants car ils correspondent aux facteurs des déclarations.

Pour le chrome, le cuivre, le plomb et le zinc, le facteur d'émission est indexé sur l'évolution du facteur d'émission des poussières totales.

Le facteur d'émission du nickel provient de la littérature [70] pour l'année 1990 ; les années intermédiaires sont interpolées.

Pour le mercure, la valeur de 2002, calculée sur la base d'une moyenne des facteurs d'émission 2003-2011, est reportée. En effet, le mercure est, par nature, majoritairement présent sous forme gazeuse, et non particulaire comme la plupart des autres métaux lourds. Le facteur d'émission ne suit donc pas l'évolution des facteurs d'émission des poussières totales.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furannes sont connues site par site depuis 1998 au travers des déclarations annuelles des rejets [19]. Avant 1998, les émissions sont calculées en reportant les facteurs d'émission calculés site par site en 1998. Un facteur d'émission global pour chaque année est recalculé en appliquant un facteur d'émission moyen au reste de la production (pour les sites qui ne déclarent aucune émission de PCDD-F). Ce facteur d'émission moyen est déterminé à partir de la moyenne sur deux années consécutives des facteurs d'émission connus, c'est-à-dire ceux calculés pour les sites qui déclarent leurs émissions et leurs productions.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Il n'y a pas d'émission de HAP attendue lors de la seconde fusion de l'aluminium.

Polychlorobiphényles (PCB)

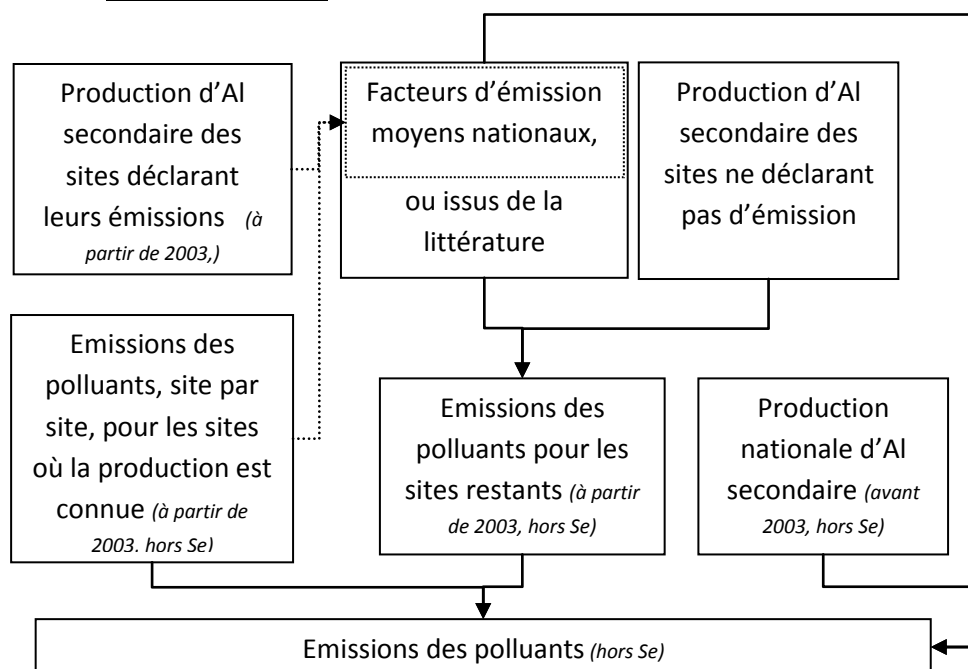
Il n'y a pas d'émission de PCB attendue lors de la seconde fusion de l'aluminium.

Hexachlorobenzène (HCB)

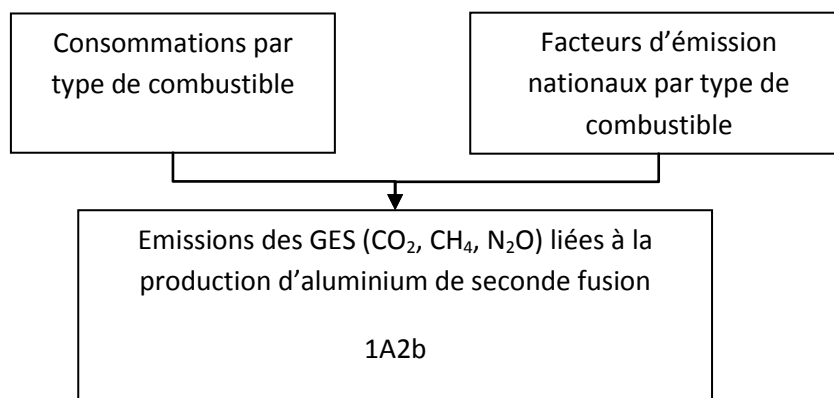
Les émissions sont déterminées à partir d'un facteur d'émission issu de la littérature [74]. A partir de 1994, la profession utilise un produit de substitution qui n'émet plus de HCB. Le facteur d'émission est donc nul à compter de 1994.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

Polluants hors GES



GES



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PLOMB ET ZINC DE SECONDE FUSION

Les activités concernées sont :

- la production de plomb de seconde fusion,
- la production de zinc de seconde fusion.

Il n'y a plus véritablement de production de zinc de seconde fusion en France depuis 2002. Cependant, dans cette activité est comptabilisé un site qui valorise des poussières d'aciérie et des résidus zincifères pour produire des oxydes de Waelz fortement chargés en zinc.

Depuis 2012, il reste trois sites de production de plomb de seconde fusion en France. Deux sites ont fermé entre 2000 et 2002, et en 2012 un troisième site a recentré son activité uniquement sur le broyage des batteries (cf. section 2C relative aux procédés de la métallurgie). Le plomb et le zinc de première fusion sont traités dans la section « Production de plomb et zinc de première fusion » (1A2b).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2b |
| CEE-NU / NFR | 1A2b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030307 et 030308 |
| CITEPA / SNAPc | 030307 et 030308 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274G (ancienne) ; 2443Zp (nouvelle) |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|----------------------------------|
| Volumes de production et consommations de combustibles | Valeurs nationales et par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

[17] EMEP / CORINAIR Guidebook

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)

[53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle

[70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996

- [223] Société de l'industrie minérale - Annuaire Statistique Mondial de Minerais et Métaux
- [227] Bennet R.L. and Knapp K.T. - Characterization of particulate emissions from non-ferrous smelters - JAPCA, February 1989, vol. 39, number 2, page 169
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [712] A3M - Communication de données annuelles relatives à la consommation de plomb
- [714] Recytech - Communications annuelles
- [744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production
- [761] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.2 Manufacturing industries and construction (combustion), tables 3-2 à 3-5

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

a/ Plomb de seconde fusion

Le plomb de seconde fusion représente les quantités de plomb qui ont déjà fait l'objet d'une première fusion et/ou de plomb contenu dans des produits recyclés. Après un prétraitement, destiné par exemple à éliminer les matériaux indésirables des batteries ou à effectuer une première fusion sélective (ressuage) des vieux métaux, les matériaux sont placés dans des fours tournants, des fours réverbères ou des hauts-fourneaux, en condition réductrice (obtention de plomb antimonieux - mélange Pb-Sb) ou oxydante (obtention de plomb doux). Les procédés d'affinage ne diffèrent pas notablement de ceux utilisés en première fusion.

b/ Zinc de seconde fusion

La récupération du zinc, dans les déchets métalliques ou vieux zinc, était nettement moins importante que pour les autres métaux (autour de 10% de la production de zinc raffiné). Elle était, de plus, difficile à cerner autant du point de vue quantitatif, à cause de la réutilisation directe du zinc usagé dans la fabrication du laiton par exemple, que du point de vue qualitatif puisque les unités et les procédés utilisés n'avaient pu être répertoriés.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Jusqu'en 2010, les consommations nationales de combustibles pour la production de plomb et zinc de seconde fusion étaient déterminées à partir des consommations d'énergie du secteur du plomb et du zinc [26], desquelles étaient déduites les consommations pour la production de plomb et zinc de première fusion (section 1A2b « production de plomb et zinc de première fusion »).

Depuis 2010, les consommations d'énergie du secteur du plomb et du zinc ne sont plus disponibles dans les statistiques. Les consommations des années suivantes sont recalculées à partir de la production nationale annuelle de plomb et zinc de seconde fusion, et du ratio énergétique de consommation de combustibles par rapport à la production pour l'année 2010, dernière année connue.

La production de plomb de seconde fusion est connue jusqu'en 2007 à partir des statistiques mondiales de minerais et minéraux [223]. Entre 2007 et 2013, la production de plomb est issue des déclarations annuelles [19]. Depuis 2014, pour cause de confidentialité, seule une valeur nationale est fournie par la fédération du secteur [712].

La production de zinc de seconde fusion est connue jusqu'en 2002, date de cessation de production hors déchets spéciaux, grâce aux bulletins mensuels de statistiques industrielles [53]. Un site de production à partir de rejets spéciaux a ouvert en 1993 et est toujours en activité : les données de productions sont communiquées par l'exploitant [714].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

a/ Plomb de seconde fusion

Les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles [26] et des facteurs d'émission par combustibles (cf. section générale énergie).

b/ Zinc de seconde fusion

Les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles [26] et des facteurs d'émission par combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de CH₄ et N₂O

a/ Plomb de seconde fusion

Les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles [26] et des facteurs d'émission par combustibles provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Le facteur d'émission ramené à la production varie selon le mix énergétique au cours de la période. Celui-ci est considéré identique à partir de 2010, dû au recalcul des consommations de combustibles.

b/ Zinc de seconde fusion

Les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles [26] et des facteurs d'émission par combustibles provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Le facteur d'émission ramené à la production varie selon le mix énergétique au cours de la période. Il est confidentiel compte tenu du nombre réduit de sites.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

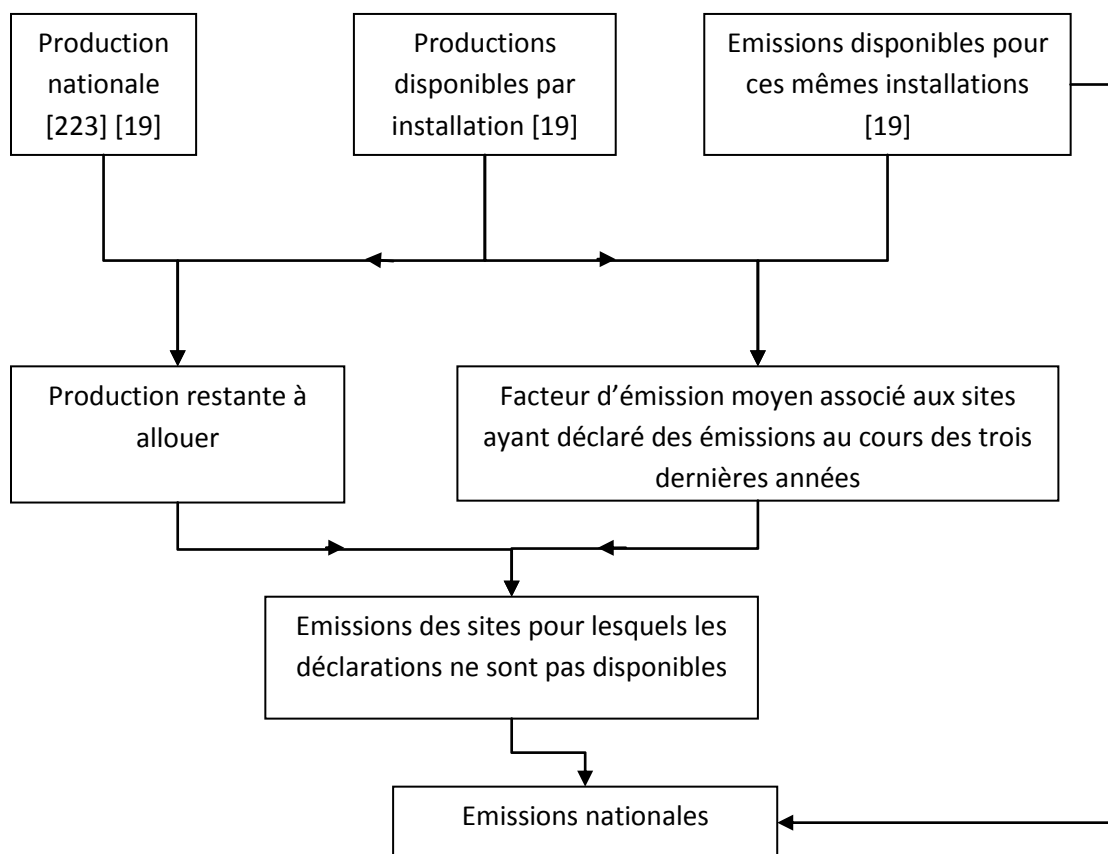
Emissions de SO₂, NO_x et COVNM

Plomb de seconde fusion

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles sont disponibles depuis 1995, notamment via les déclarations annuelles de polluants [19].

De 1990 à 1995, faute de données, le facteur d'émission moyen calculé à partir des émissions des années 1995 à 1997 [19], est appliqué à la production nationale.

A partir de 1995, les émissions déclarées pour certains sites, notamment via les déclarations annuelles de polluants [19], sont utilisées. Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission est déterminé chaque année à partir de la moyenne des émissions et productions connues des trois dernières années. Ce facteur d'émission est ensuite appliqué au solde de la production nationale. Le schéma suivant synthétise la méthodologie mise en œuvre à partir de 1995.



Zinc de seconde fusion

Les émissions sont issues des déclarations annuelles [19] pour un site et pour le reste de la production elles sont déterminées à partir des facteurs d'émission par défaut [17]. Les facteurs d'émission pour le zinc de seconde fusion sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites.

Emissions de CO

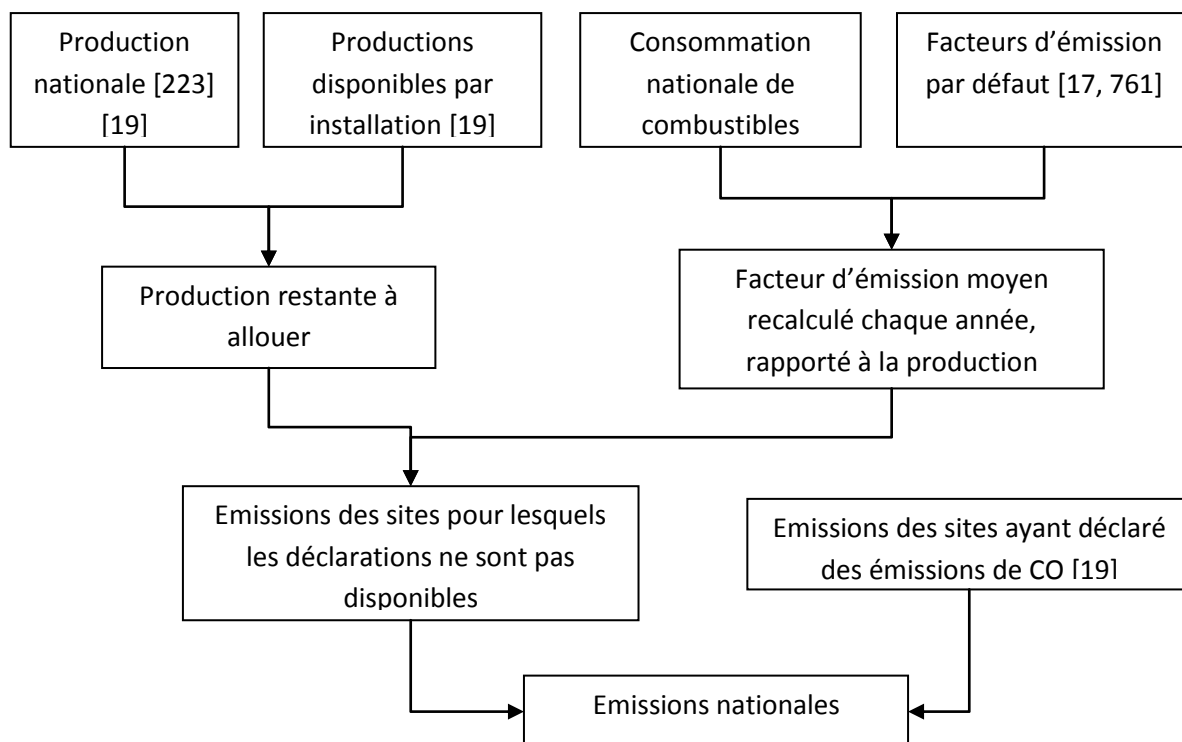
Plomb de seconde fusion

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles sont disponibles depuis 2003 via les déclarations annuelles de polluants [19].

De 1990 à 2002, faute de données disponibles, les émissions sont calculées sur la base des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par défaut [761].

A partir de 2003, les émissions déclarées pour certains sites, notamment via les déclarations annuelles de polluants [19], sont utilisées. Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des facteurs d'émission par défaut [761] et des consommations de combustibles, rapporté à la production.

Le schéma suivant synthétise la méthodologie mise en œuvre à partir de 2003.



Zinc de seconde fusion

Les émissions sont basées sur des facteurs d'émission par défaut provenant de la littérature et confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites.

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour le plomb de première fusion, les émissions de particules sont calculées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 1998. La valeur de cette dernière année est appliquée aux années antérieures.

Pour le zinc de seconde fusion, les émissions de particules sont calculées sur la base des déclarations annuelles de rejets [19] à partir de 2004. Avant 2004, les facteurs d'émission proviennent de combinaisons de plusieurs facteurs d'émission reportés ou issus de rapports de l'administration, en fonction des sites. Les facteurs d'émission du zinc de seconde fusion sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ sont calculées à partir d'une granulométrie issue de la revue JAPCA [227].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue pour la combustion dans la métallurgie est celle indiquée pour la production d'aluminium secondaire (table 3.4).

Métaux lourds (ML)

La production de plomb de seconde fusion émet plusieurs des métaux lourds inventoriés dans le SNIEBA : arsenic, cadmium, plomb et zinc. La production de zinc de seconde fusion émet quant à elle de l'arsenic, du cadmium, du mercure, du plomb et du zinc.

Plomb de seconde fusion

Les émissions de plomb sont calculées sur la base d'une compilation des déclarations annuelles des sites [19] et sont utilisées pour déterminer un facteur d'émission basé sur la production nationale.

Concernant les émissions d'arsenic, de cadmium et de zinc, les déclarations annuelles de rejets [19] permettent un suivi et un calcul annuel des facteurs d'émission depuis 2004. Le facteur d'émission de l'année 1990 provient de la littérature [70] et le facteur d'émission des années intermédiaires est interpolé.

Zinc de seconde fusion

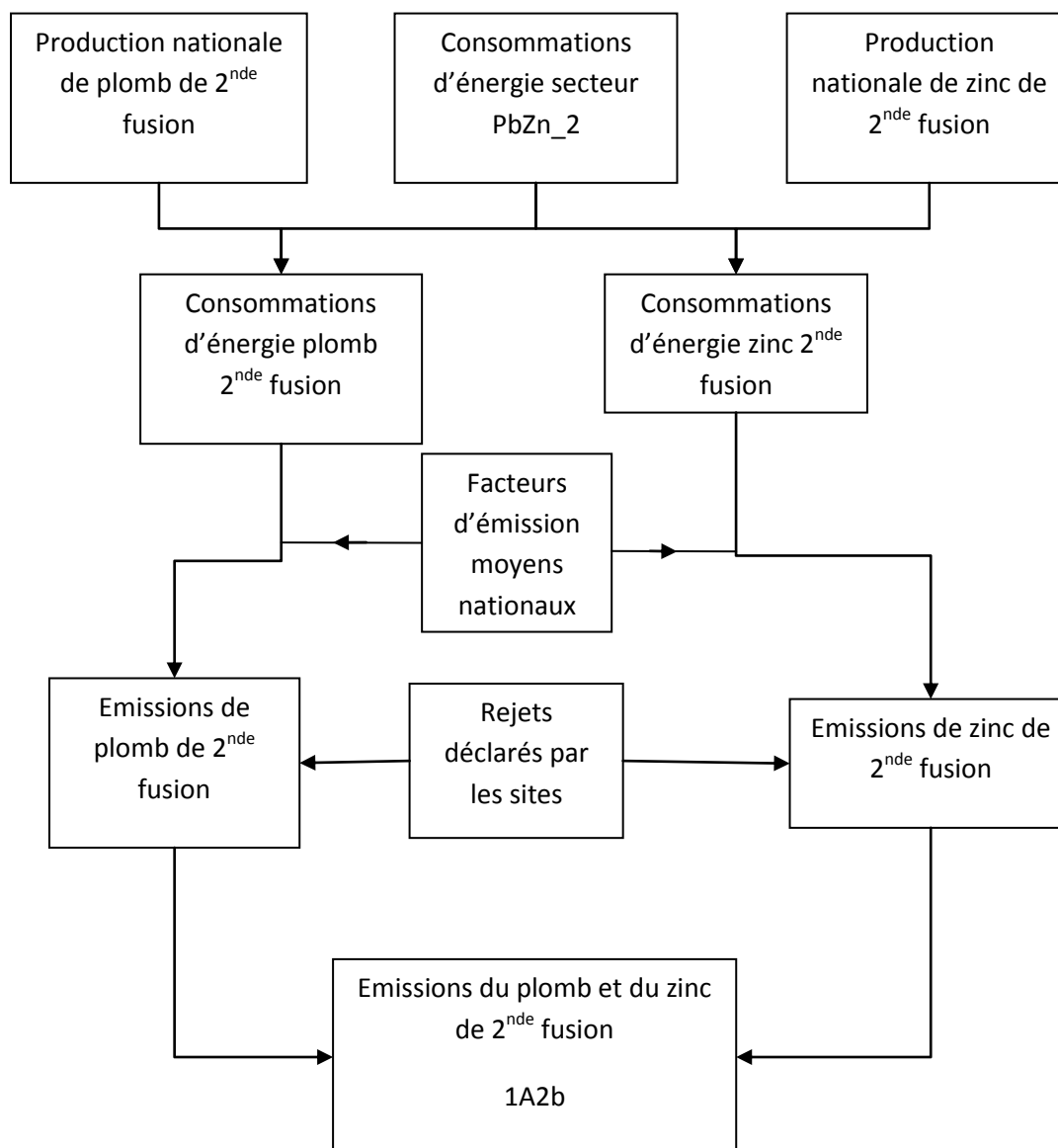
Les facteurs d'émission de l'arsenic, du cadmium, du mercure, du plomb et du zinc sont confidentiels compte tenu du nombre réduit de sites. Ils proviennent de la littérature et des déclarations annuelles de rejets [19].

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Pour le plomb de seconde fusion, les déclarations annuelles de rejets [19] permettent un suivi et un calcul annuel des facteurs d'émission depuis 2004. Le facteur d'émission de l'année 1990 provient de la littérature [70] et le facteur d'émission des années intermédiaires est interpolé.

Pour le zinc de seconde fusion, le facteur d'émission provient de la littérature et des déclarations annuelles. Il est confidentiel compte tenu du nombre réduit de sites.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/02/2017 | LS | 20/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE PRODUITS DE FOURRAGE VERT DESHYDRATE (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire le calcul des émissions liées à la combustion pour la production de produits de fourrage vert déshydraté.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1A2e |
| CEE-NU / NFR | 1A2e |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030326 |
| CITEPA / SNAPc | 030326 |
| CE / directive IED | 6.4.b.ii) (traitement et transformation uniquement de matières premières végétales, avec une capacité de production supérieure à 300 tonnes de produits finis par jour ou 600 tonnes par jour lorsque l'installation fonctionne pendant une durée maximale de 90 jours consécutifs en un an) |
| CE / E-PRTR | 8bii (d'une capacité de production de produits finis de 300 tonnes par jour (valeur moyenne sur une base trimestrielle)) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 10-12 |
| NAF 700 | 10.9 (nouvelle) |
| NCE | E14 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Production de produits déshydratés ou consommation énergétique du secteur | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement. Données nationales ou par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1, 2 ou 3 selon les polluants.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [776] Communication personnelle de COOP de France Déshydratation sur les données de production et de consommation d'énergie pour le secteur de la déshydratation de fourrage vert
- [777] Guide technique : Méthodes de quantification des flux annuels des unités de déshydratation de fourrages pour les polluants du registre E-PRTR - Etude LRD/CITEPA - Juillet 2010 - Etude confidentielle
- [778] Rapport de synthèse réglementaire - Impact du préfanage à plat sur les rejets de polluants atmosphériques des installations du secteur de la déshydratation - Etude LRD/CITEPA - Juillet 2010 - ETUDE CONFIDENTIELLE
- [779] Mise à jour du facteur d'émission des COVM des installations de déshydratation de fourrage utilisé dans le cadre de l'arrêté GEREP - Etude CITEPA pour COOP de France - Avril 2016 - ETUDE CONFIDENTIELLE

[780] Compte rendu du CITEPA (Laëtitia SERVEAU) de la réunion dans les locaux de COOP de France déshydratation avec Yann MARTINET du 24 août 2016

[781] Données communiquées par COOP de France déshydratation (Yann MARTINET) par mail le 20 juillet 2016

[782] Mail reçu de COOP de France déshydratation (Yann MARTINET) du 24/08/2016 sur deux rapports d'essai réalisés sur les particules en termes de granulométrie - ETUDE CONFIDENTIELLE

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La déshydratation de fourrage vert permet de produire des aliments pour animaux (ruminants mais aussi chevaux, lapins, volailles,...).

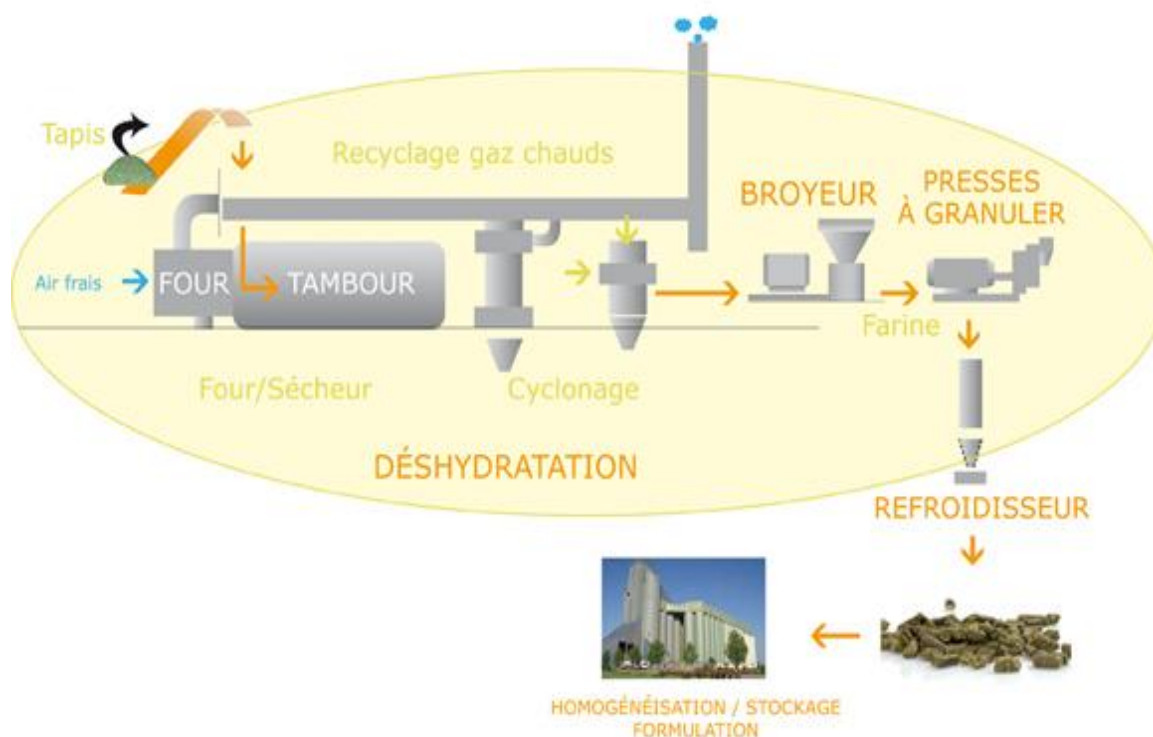
Le fourrage vert utilisé est essentiellement la luzerne puis la pulpe de betteraves et dans une moindres mesures d'autres produits. Les fourrages déshydratés se présentent sous forme de granulés ou de balles de fibres longues.

Les sécheurs fonctionnent actuellement au charbon, à la lignite, à la biomasse ou au gaz naturel. La chaleur produite entre en contact avec le produit à sécher dans le sécheur (tambour rotatif).

Un important programme de substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables est mis en place dans la filière depuis ces dernières années, en parallèle de la quête perpétuelle de la réduction de la consommation énergétique.

Le schéma suivant présente le fonctionnement d'une usine de déshydratation de fourrage vert.

La déshydratation de la luzerne



Source : www.luzernes.org

Les sites de production de fourrage vert n'existent qu'en France métropolitaine. Ils sont au nombre de 22.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de l'utilisation de combustibles pour alimenter les sécheurs.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Pour les gaz à effet de serre (CO_2 , N_2O et CH_4), les émissions sont calculées sur la base de la consommation d'énergie annuelle par combustible.

Données relatives à la production

De 1990 à maintenant, les données de production de fourrage vert sont des données communiquées par la fédération (COOP de France déshydratation) [776].

Données relatives aux consommations de combustible

Les données de consommation d'énergie sont connues pour les trois catégories de produits déshydratés : pulpes de betterave, luzerne et autres produits.

De 1990 à 2012, les données de consommation d'énergie par combustible et par type de produits sont communiquées par COOP de France déshydratation via une enquête annuelle qu'elle réalise [776].

A partir de 2013, même si ces données sont disponibles auprès de ces données COOP de France déshydratation, afin d'assurer la totale cohérence avec le système quotas gaz à effet de serre, les consommations d'énergie proviennent des déclarations annuelles des industrielles (la plupart des sites industriels sont soumis au système quotas mais tous les sites déclarent dans le cadre du système déclaratif E-PRTR) [19].

Emissions de CO_2

A partir de 2013, les données spécifiques d'émission de CO_2 disponibles par l'intermédiaire des déclarations des émissions sont utilisées que ce soit dans le cadre du système d'échanges des quotas d'émissions (SEQE) ou non (le même dispositif de déclaration servant au SEQE et à l'E-PRTR) [19].

Jusqu'en 2012 inclus, les émissions de CO_2 sont déterminées en multipliant la consommation par combustible par le facteur d'émission national relatif à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de CH_4

Pour toutes les années, les émissions de CH_4 sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de N_2O

Pour toutes les années, les émissions de N_2O sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO_2

Lors de la combustion, les oxydes de soufre sont en partie fixés par les produits de fourrage vert et non émis à l'atmosphère, selon une étude de la profession [777].

COOP de France déshydratation/LRD ont développé une méthode d'estimation des émissions de SO_x faisant intervenir un facteur d'émission commun à tous les combustibles, affecté d'un facteur d'absorption (FA) spécifique au produit déshydraté [777].

Emissions SO₂ (t) = consommation combustible (GJ) x facteur d'émission nationaux SO₂ (g/GJ) x FA (%)

Emissions de NO_x

Lors de la combustion, les oxydes d'azote sont en partie fixés par les produits de fourrage vert et non émis à l'atmosphère, selon une étude de la profession [777].

COOP de France déshydratation/LRD ont développé une méthode d'estimation des émissions de NO_x faisant intervenir un facteur d'émission commun à tous les combustibles, affecté d'un facteur d'absorption (FA) spécifique au produit déshydraté [777].

Emissions NO_x (t) = consommation combustible (GJ) x facteur d'émission nationaux NO_x (g/GJ) x FA (%)

Emissions de COVNM

Les composés organiques volatiles non méthaniques sont un cas particulier puisque, selon une étude de 2010 réalisée par le CITEPA pour la profession, environ 90% des émissions atmosphériques proviennent des produits séchés (biogéniques) et seulement 10% de la combustion de combustibles [778]. De plus, les campagnes de mesure montrent que les facteurs d'émission sont équivalents d'un produit à l'autre [778].

Par ailleurs, à partir de 2008 [778], le secteur a mis en place la technique du préfanage à plat dans les champs qui permet de diminuer les émissions de COVNM.

Période avant 2008

Avant 2008, la technique du préfanage à plat n'était pas mise en œuvre. L'étude réalisée en 2010 par le CITEPA pour le compte de COOP de France/LRD [778] sur la base de résultats de mesures disponibles avant 2008 définit un facteur d'émission pour les COVNM qui ne tient pas compte de la technique de préfanage à plat.

Période après 2012

Après 2012, la technique du préfanage à plat est généralisée sur l'ensemble des exploitations. L'étude mise à jour en 2016 par le CITEPA pour le compte de COOP de France/LRD [779] sur la base de résultats de mesures disponibles après 2012 définit un facteur d'émission pour les COVNM qui tient compte de la technique de préfanage à plat.

Période intermédiaire entre 2009-2011

Sur la période 2009-2011, une interpolation linéaire du facteur d'émission de COVNM est appliquée.

Emissions de CO

Sur l'ensemble de la période, les émissions de CO sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de NH₃

D'après l'étude faite par le CITEPA pour COOP de France déshydratation/LRD [776], il est supposé que s'il existe, le niveau d'émission de NH₃ est faible.

Les émissions de NH₃ ne sont pas quantifiées pour ce secteur.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

D'après les données de la profession [780], le premier cyclone a été installé en 1985. De 1985 à 1997, seuls des cyclones étaient installés. D'après les données de la profession [781], les cyclones performaient entre 400 et 500 mg/m³.

Depuis 1997, il s'agit d'un mix filtre à manche et cyclone sur les sites industriels.

De plus, actuellement, le niveau respecté par les industriels en termes de particules est de 150 mg/m³ [780].

Ainsi, la méthode retenue est la suivante :

- de 1990 à 1997, on retient le fait que les concentrations respectées la valeur de 400 mg/m³. En 2015 (émission retenue correspond aux émissions déclarées par les industriels [19]), le niveau respecté est de 150 mg/m³, on recalcule le facteur d'émission pour la période 1990-1997.
- de 1998 à 2002, on applique une décroissance linéaire sur le facteur d'émission car les sites se sont équipés au fur et à mesure de technique de réduction.
- depuis 2003, on utilise les déclarations individuelles GEREP [19].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

COOP de France déshydratation a réalisé deux rapports d'essai sur la granulométrie de particules [782].

Les ratios à appliquer aux facteurs d'émission des particules totales, quelle que soit l'année considérée, le combustible et le fourrage vert utilisés, sont les suivants :

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des TSP</i> |
|------------------------------------|----------------------------------|
| PM ₁₀ | 26 |
| PM _{2,5} | 6 |
| PM _{1,0} | 0,7 |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de black carbon ne sont pas estimées.

Métaux lourds (ML)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de chacun des métaux lourds sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de PCDD-F sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de chacun des HAP pris en compte dans le cadre de la CEE-NU et de la directive NEC sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Polychlorobiphényles (PCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de PCB sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Hexachlorobenzène (HCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de HCB sont estimées en multipliant la consommation par combustible par les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/2017 | LS | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CIMENT (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire le calcul des émissions liées à la combustion pour la production de ciment.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1A2f |
| CEE-NU / NFR | 1A2g viii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030311 |
| CITEPA / SNAPc | 030311 |
| CE / directive IED | 3.1 (installations avec des fours rotatifs de capacité de production supérieure à 500 tonnes par jour) |
| CE / E-PRTR | 3ci et iii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.5-6 |
| NAF 700 | 265A (ancienne) ; 2351Z (nouvelle) |
| NCE | E20 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production de clinker ou consommation énergétique du secteur | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement. Valeurs nationales pour certaines années. |

Niveau de méthode :

Rang 2+ du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [28] ATILH - Statistiques énergétiques annuelles de la profession cimentière
- [218] SFIC (Syndicat Français de l'Industrie Cimentière) - données annuelles de production de clinker
- [273] ATILH - Communication spécifique relative aux facteurs d'émission de métaux lourds et de particules, août 2006
- [300] ATILH - Communication de M. Fauveau du 11 octobre 1999 relative aux émissions de PCDD/F pour 1996
- [301] FRABOULET I. - INERIS - Aerosol size distribution determination from stack emissions : the case of a cement plant, DUST CONF, Maastricht, April 2007
- [399] ATILH - données internes communiquées le 28 octobre 2005 relatives à l'estimation du facteur d'émission de NH₃ dans les cimenteries
- [560] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1A2 Cement production (table 3-24)

[625] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook - table 3-24 - cement production - 1A2, Edition 2013

[753] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A1 Cement production - table 3.1

[754] US EPA - AP 42 - 5ème édition, Volume 1 - Chapter 11.6 : portland cement manufacturing

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les principales étapes lors de la fabrication de ciment sont les suivantes :

- les matières premières sont extraites des carrières. Les émissions induites par les carrières ne sont pas comptabilisées dans cette section (cf. section relative aux carrières).
- des broyeurs sont utilisés pour réduire ces matières premières en poudre. La poudre obtenue est appelée "farine crue".
- cette farine est transformée en granules par addition d'eau. Les granules sont introduits dans un échangeur à grille pour séchage puis dans des fours dont la plupart sont des fours rotatifs. La température de la flamme est de 2000 °C et la température des matières de 1450 °C. Le produit obtenu est du **clinker**.
- le produit final, le ciment, est obtenu par ajout de produits tels que du gypse, des cendres volantes, etc.

Plusieurs procédés ont été ou sont utilisés en France :

- le procédé par voie sèche,
- le procédé par voie semi-sèche,
- le procédé par voie humide.

Le procédé par voie sèche est le procédé le plus utilisé en France.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de l'utilisation de combustibles pour alimenter les fours et les sécheurs.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Pour les gaz à effet de serre (CO₂, N₂O et CH₄), les émissions sont calculées sur la base de la consommation d'énergie annuelle par combustible.

De 1990 à 2004, la consommation par combustible pour l'ensemble du secteur provient de la profession (ATILH) [28].

A partir de 2005, afin d'assurer la cohérence avec le système d'échange de quotas d'émission, les consommations par combustible pour l'ensemble de la profession proviennent des déclarations annuelles des industriels [19].

Emissions de CO₂

A partir de 2005, les données spécifiques d'émission de CO₂ disponibles par l'intermédiaire des déclarations des émissions sont utilisées que ce soit dans le cadre du système d'échanges des quotas d'émissions (SEQE) ou non (le même dispositif de déclaration servant au SEQE et à l'E-PRTR) [19].

Jusqu'en 2004 inclus, les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible qui correspondent à la moyenne des facteurs d'émission par

combustible déterminés, sur la période 2005-2012 (1^{ère} période du SEQE), à partir des déclarations des émissions par combustible [19].

Emissions de CH₄

Pour toutes les années, les émissions de CH₄ sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de N₂O

Pour toutes les années, les émissions de N₂O sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie et la base de données OMINEA).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Pour les polluants hors gaz à effet de serre, la production nationale annuelle de clinker est utilisée [218] pour déterminer les émissions de polluants.

Emissions de SO₂

La méthode par bilan ne peut pas être utilisée dans le secteur de la cimenterie car le soufre contenu dans les combustibles et/ou dans les matières premières est en partie capté par le clinker. Les émissions de SO₂ des installations sont donc déterminées par mesure directe [19].

La méthodologie de calcul des émissions de SO₂ pour le secteur des cimenteries est la suivante :

- Depuis 1994, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de SO₂ de l'ensemble des installations de production de ciment. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.
- Avant 1994, le plus ancien facteur d'émission estimé sur une base individuelle est relatif à l'année 1994 (FE 94r). Cette même année, le facteur d'émission déduit des combustibles utilisés a été estimé à partir des consommations nationales et des facteurs d'émission nationaux associés (cf. section générale énergie) (FE 94c). Ces données sont rapprochées de la production nationale. Le facteur d'émission relatif à une année N (FE Nr) est déterminé selon la formule suivante à partir du facteur d'émission déduit des combustibles cette même année (FE Nc) :

$$FE\ Nr = (FE\ 94r / FE\ 94c) \times FE\ Nc$$

Les fluctuations du facteur d'émission sont liées à la variation de la teneur en soufre des matières premières, en particulier l'argile, et des combustibles utilisés. La présence sur certaines installations de dispositifs d'abattement des SO_x explique la tendance à la réduction des émissions sur la période.

Emissions de NO_x

Les émissions déclarées par installation sont déterminées principalement par mesure en continu [19].

La méthodologie mise en œuvre est la suivante :

- Depuis 1994, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de NO_x de l'ensemble des installations de production de ciment. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

- Avant 1994, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission des années 1994 à 1996.

Globalement, sur l'ensemble de la période, la baisse du facteur d'émission s'explique par la mise en place d'équipements de réduction des NOx (ie. SNCR - Réduction Sélective Non Catalytique) sur plus de la moitié des installations. Toutefois, la hausse observée depuis 2011 par rapport à 2010 provient des fluctuations de la composition des matières entrantes dans le procédé.

Emissions de COVNM

Les émissions déclarées par installation sont déterminées par mesure en continu ou ponctuelle [19].

La méthodologie mise en œuvre est la suivante :

- Depuis 1994, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de COVNM de l'ensemble des installations de production de ciment. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.
- Avant 1994, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission des années 1994 à 1996.

Emissions de CO

Les émissions déclarées par installation sont déterminées par mesure en continu ou ponctuelle [19].

La méthodologie mise en œuvre est la suivante :

- A partir de 2002, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de CO de l'ensemble des installations de production de ciment. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, le facteur d'émission retenu est celui du Guidebook EMEP/EEA [625].
- Avant 2002, le facteur d'émission utilisé correspond à celui déterminé pour l'année 2002.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ proviennent de l'azote contenu dans les combustibles ou dans la matière première ainsi que des éventuelles fuites liées à l'utilisation des techniques d'abattement des NOx mises en place.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est celui proposé par l'ATILH [399], fixé à 19 g/t clinker.

A partir de 2004, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de l'ensemble des cimenteries [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur manque, le facteur d'émission retenu est celui fourni par l'ATILH (cf. ci-dessus).

L'augmentation sur le facteur d'émission résulte de la mise en œuvre progressive depuis 2006 de dispositifs de traitement secondaire des NOx.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission est évolutif depuis 1990. En effet, la mise en place progressive de techniques de dépoussiérage (électrofiltre, filtre à manches) et de procédures d'entretien

(entretien des manches en particulier) dans le secteur des cimenteries a permis de réduire les émissions de particules.

A compter de 2001, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de l'ensemble des installations de production de ciment [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente est reportée ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

Avant 2001, des facteurs d'émission communiqués par la profession ont été utilisés [273].

Certaines fluctuations récentes du facteur d'émission s'expliquent par des dysfonctionnements de certains équipements sur un ou deux sites tels que : fonctionnement non optimal de l'électrofiltre d'un refroidisseur, fuite sur un filtre broyeur difficile à repérer et à réparer ainsi qu'un mauvais fonctionnement de filtres révisés lors d'un arrêt annuel.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Des ratios exprimés par rapport aux particules totales sont utilisés [301].

Les ratios à appliquer aux facteurs d'émission des particules totales, quelle que soit l'année considérée, sont les suivants :

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des TSP</i> |
|------------------------------------|----------------------------------|
| PM_{10} | 90 |
| $PM_{2,5}$ | 70 |
| $PM_{1,0}$ | 59,5 |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Les émissions de BC représentent 3% des émissions de $PM_{2,5}$ ([753 - guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants 2016]).

Métaux lourds (ML)

A partir de 2003, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de l'ensemble des installations de production de ciment [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente est reportée ou une valeur moyenne déduite des autres installations est utilisée.

Avant 2003, des facteurs d'émission communiqués par la profession ont été utilisés [273].

Pour le sélénium, un facteur d'émission national constant est utilisé pour toutes les années [560].

Les métaux lourds sont principalement introduits dans le procédé par les déchets qui sont recyclés, soit comme correcteur chimique, soit comme substitution à des combustibles classiques. La nature et la composition des produits recyclés peuvent varier très significativement d'une année à l'autre, ce qui explique les fluctuations observées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

De 1990 à 1996, le facteur d'émission est une valeur moyenne communiquée par la profession [300].

A partir de 2003, les émissions sont déterminées sur la base des déclarations annuelles des rejets [19].

De 1997 à 2002, les valeurs sont interpolées car la réduction s'est faite progressivement.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les facteurs d'émission sont documentés pour les composés pris en compte dans le cadre de la CEE-NU et de la directive NEC [754]. Les valeurs retenues sont appliquées uniformément sur l'ensemble de la période étudiée.

Polychlorobiphényles (PCB)

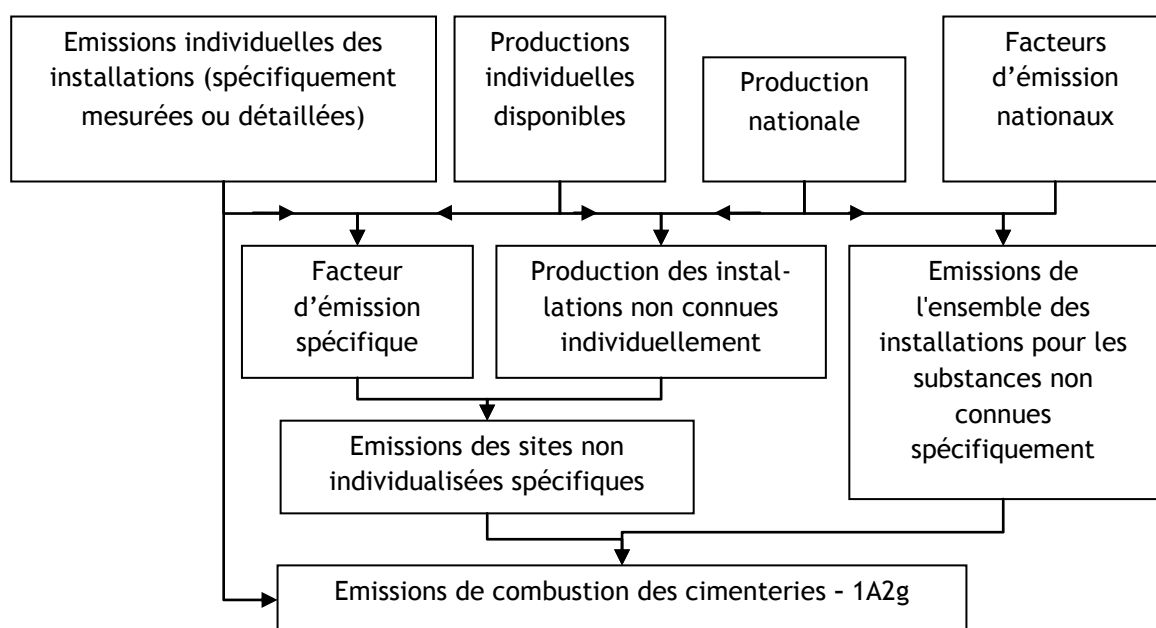
Les émissions sont déterminées à partir d'un facteur d'émission des PCB identiques pour toutes les années [560].

Hexachlorobenzène (HCB)

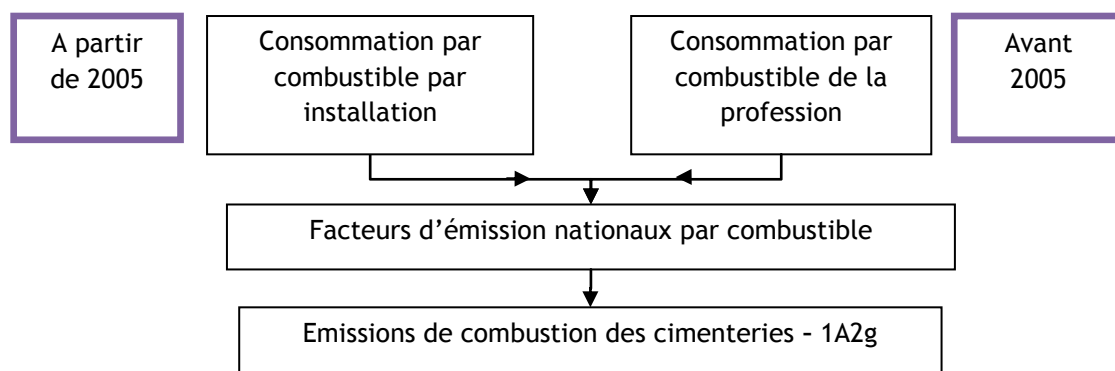
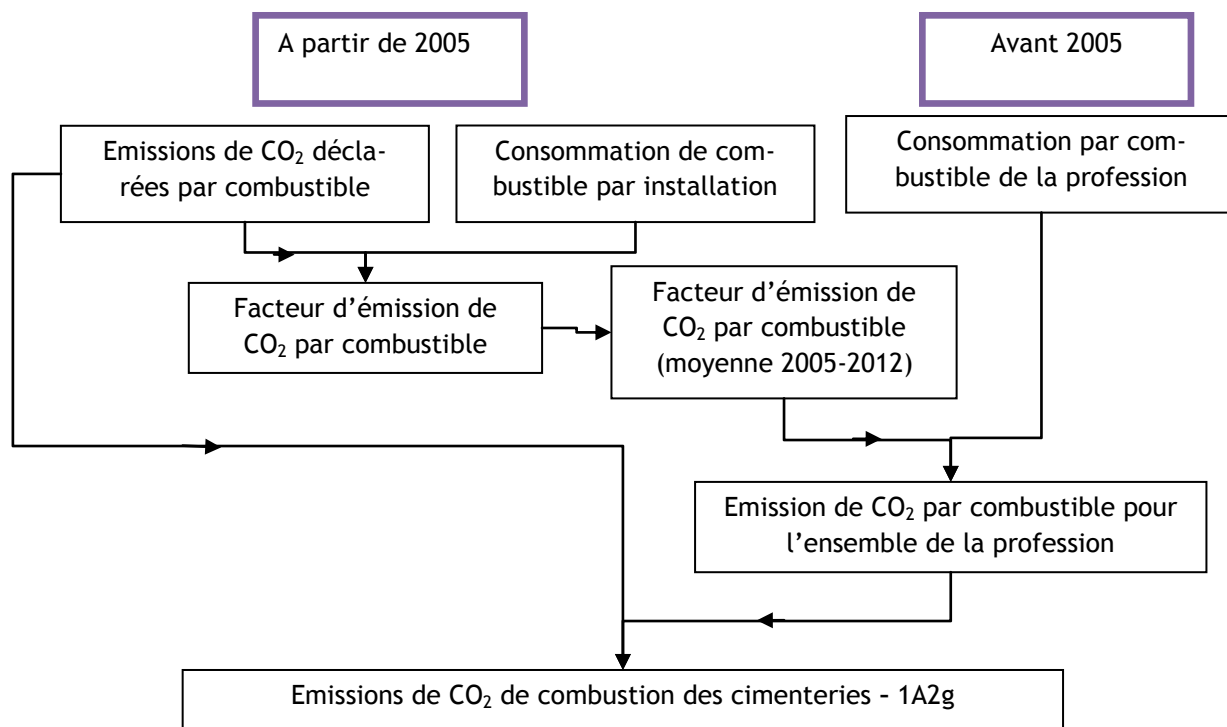
Les émissions sont déterminées à partir d'un facteur d'émission des HCB identiques pour toutes les années [560].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

Logigramme du processus d'estimation des émissions - cas des polluants hors GES



Logigramme du processus d'estimation des émissions - cas du N₂O et du CH₄

Logigramme du processus d'estimation des émissions - cas du CO₂

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 30/01/2017 | LS | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION D'EMAIL (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthodologie mise en œuvre pour déterminer les émissions liées à la combustion dans le secteur de la production d'email.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2f |
| CEE-NU / NFR | 1A2f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030325 |
| CITEPA / SNAPc | 030325 |
| CE / directive IED | 3.4 |
| CE / E-PRTR | 3f |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 |
| NAF 700 | 243Z (ancienne) et 2030Z (nouvelle) |
| NCE | E28 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

Niveau de méthode :

Rang 2+ du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

[756] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1A2 Manufacturing industries and construction - table 3.3 Tier 1 emission factor for 1A2 combustion in industry using gaseous fuels

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section concerne uniquement les émissions provenant de la combustion dans les sites de production d'email.

Les émissions de CO₂ liées au phénomène de décarbonatation dans les installations de production d'email sont présentées dans la section relative aux procédés industriels.

En France, quatre sites de production d'email sont identifiés. Seuls deux de ces sites sont soumis à la déclaration annuelle des rejets de polluants atmosphériques du fait de leur taille. Faute d'informations, seuls ces deux sites sont retenus dans le calcul de l'inventaire national. Toutefois, ils sont pris en compte dans le solde du bilan de l'énergie.

De plus, depuis avril 2010, un des deux sites retenus dans l'inventaire national a fermé.

Le principe de fabrication d'émail est le suivant :

L'émail est un mélange de silice, minium, potasse et soude. Par la fusion à haute température de ces différents éléments, il est obtenu après broyage une poudre incolore appelée « fondant », qui par sa nature s'apparente davantage au cristal qu'au verre.

L'émail peut être soit transparent, soit opaque. La coloration du fondant s'obtient par addition d'oxydes métalliques réduits en poudre.

L'émaillage consiste à fixer la poudre d'émail sur son support métallique par des cuissons successives et rapides de l'ordre de 800°C. L'or, l'argent, le cuivre, l'acier peuvent constituer le support de toute pièce émaillée.

L'émail est utilisé essentiellement en verrerie et en céramique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de la consommation de combustibles pour alimenter les fours et éventuellement celles provenant des produits utilisés ou ajoutés.

Compte tenu du nombre restreint d'installations concernées, les facteurs d'émission ne sont pas communiqués dans la base de données OMINEA.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions des installations de production d'émail [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou un facteur d'émission moyen est utilisé.

Emissions de CH₄

Les émissions nationales sont estimées à partir des consommations de combustibles déclarées par les sites [19] et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de N₂O

Les émissions nationales sont estimées à partir des consommations de combustibles déclarées par les sites [19] et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de SO₂ des installations de production d'émail [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou un facteur d'émission moyen est utilisé.

Les émissions proviennent très majoritairement de l'apport de soufre contenu dans les matières premières.

Emissions de NO_x

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de NO_x des installations de production d'émail [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou un facteur d'émission moyen est utilisé.

Les émissions de NO_x proviennent majoritairement des matières premières utilisées chargées en nitrates.

Emissions de COVNM

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de COVNM des installations de production d'émail [19]. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente ou un facteur d'émission moyen est utilisé.

Emissions de CO

Un facteur d'émission déterminé à partir des déclarations annuelles de CO [19] relatif à l'année 2002 est appliqué sur toute la période.

Emissions de NH₃

Compte tenu des déclarations annuelles [19], il n'est pas attendu d'émission significative de NH₃ par les installations de production d'émail.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules totales en suspension sont mesurées périodiquement et déclarées à l'administration par chaque installation [19].

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions des installations de production d'émail. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la valeur de l'année précédente est reportée ou un facteur d'émission moyen est utilisé.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

A partir de quelques résultats de mesure [19], un ratio pour les PM₁₀, exprimé par rapport aux particules totales, est déterminé puis appliqué pour chaque année aux émissions totales de particules en suspension.

Selon le guidebook EMEP CORINAIR [756] le facteur d'émission des PM_{2,5} est le même que celui des PM₁₀ dans le cas de la consommation de gaz naturel comme combustible.

Faute de données disponibles dans la littérature, il est fait l'hypothèse que le ratio des PM_{1,0} est le même que celui des PM_{2,5}.

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des TSP</i> |
|------------------------------------|----------------------------------|
| PM ₁₀ | 46 |
| PM _{2,5} | 46 |
| PM _{1,0} | 46 |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Les émissions de BC représentent 0,25% des émissions de PM_{2,5}. Il a été fait l'hypothèse que le ratio pour la production d'émail est le même que celui pour la production de ciment [681].

Métaux lourds (ML)

Pour tous les métaux lourds, les émissions sont mesurées ponctuellement et déclarées à l'administration pour chaque installation [19], sauf pour le sélénium.

Les émissions nationales correspondent à la somme des émissions des installations de production d'émail. Toutefois, lorsqu'une valeur d'émission spécifique manque, la dernière valeur disponible du facteur d'émission du site concerné (sur la base des données déclarées) est appliquée.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Un facteur d'émission national a été déterminé à partir des quelques résultats de mesure disponibles [19].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les facteurs d'émission relatifs aux autres HAP sont également fournis (BaA, BghiPe, BahA et FluorA).

Les émissions nationales pour chacun des 8 HAP sont estimées à partir des consommations de combustibles déclarées par les sites [19] et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

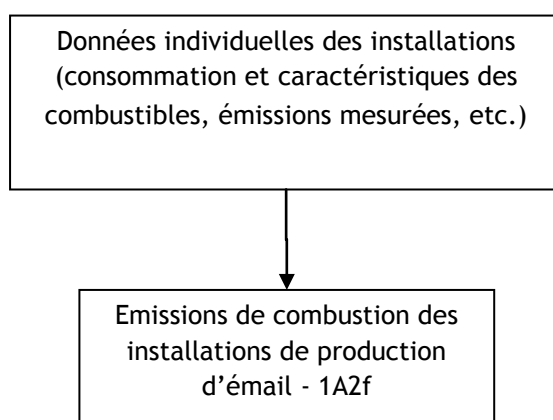
Polychlorobiphényles (PCB)

Compte tenu du type de combustible utilisé par les producteurs d'émail, il n'est pas attendu d'émission de PCB.

Hexachlorobenzène (HCB)

Compte tenu du type de combustible utilisé par les producteurs d'émail, il n'est pas attendu d'émission de HCB.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 31/01/2017 | LS | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE VERRE (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions liées à la combustion dans le secteur de la production de verre.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1A2f |
| CEE-NU / NFR | 1A2f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030314 ; 030315 ; 030316 ; 030317 ; 030318 |
| CITEPA / SNAPc | 030314 ; 030315 ; 030316 ; 030317 ; 030318 |
| CE / directive IED | 3.3 (installations de capacité de production supérieure à 20 tonnes par jour) et 3.4 |
| CE / E-PRTR | 3e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.1 |
| NAF 700 | 261A ; 261C ; 261E ; 261G ; 261J ; 261K ; 268C (partiel) (ancienne) 2311Z à 2314Z ; 2319Z (partiel) ; 2399Z (partiel) (nouvelle) |
| NCE | E22 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Production nationale (statistique ou données industrielles par type de verre) pour les polluants hors gaz à effet de serre | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement pour tous les polluants. Report de valeurs nationales pour certaines années. |
| Consommation énergétique par combustible pour les gaz à effet de serre (CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O) | |

Niveau de méthode :

Rang 2+ du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [53] SESSI / INSEE- Production industrielle - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [240] Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre - données communiquées au CITEPA
- [407] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, édition 2000, page 90
- [409] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, Part 1A2, table 3-26, May 2009
- [457] Fédération des industries du verre - Rapport d'activité annuel
- [757] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A3 Glass Production, tables 3.2 à 3.7

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La production de verre se répartit en plusieurs secteurs :

- la production de verre plat (SNAP 030314) qui correspond aux glaces et verres à vitres, 6 sites de production en activité.
- la production de verre creux (SNAP 030315) qui comporte les bouteilles et bombonnes, les flacons et les pots industriels, la gobeletterie et les bocaux. Le verre creux, avec 35 sites en activité, est le poste le plus important dans la fabrication de verre puisqu'il représente plus de 60% de la production totale de verre en poids.
- la production de fibres de verre (en particulier laine de verre et fils de verre) (SNAP 030316) compte 9 sites en activité.
- la production de verre technique (SNAP 030317) qui regroupe en particulier, la lunetterie et l'optique, les ampoules, le verre pour télévision et radio, le verre de laboratoire, les isolateurs, compte 6 sites en activité.
- la production de fibre minérale (laine de roche) (SNAP 030318), uniquement 2 sites en activité.

Tous les sites de production de verre sont localisés en France métropolitaine.

Les sources de données relatives à la production qui ont été utilisées sont les suivantes :

- **Verre plat (030314)** : de 1990 à 2010, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Les statistiques de l'INSEE ne sont plus disponibles depuis 2011. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2011.
- **Verre creux (030315)** : de 1990 à 2013, les données proviennent de la Fédération des Industriels du Verre [457]. Le rapport d'activité de la Fédération des Industriels du Verre n'est plus disponible depuis 2014. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2013.
- **Fibre de verre (030316)** : de 1990 à 2010, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Les statistiques de l'INSEE ne sont plus disponibles depuis 2011. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2011.
- **Verre technique (030317)** : de 1990 à 2004, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Depuis 2005, le SESSI ne fournit plus de donnée sur cette activité. Comme des écarts importants sont observés entre les statistiques de la Fédération des Industriels du Verre [457] et les statistiques du SESSI, la production retenue correspond à l'évolution entre deux années des statistiques de la Fédération des Industriels du Verre appliquée à la dernière année disponible du SESSI. Le rapport d'activité de la Fédération des Industriels du Verre n'est plus disponible depuis 2014. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2013.
- **Fibre minérale (030318)** : depuis 2001, les données de production proviennent des déclarations individuelles des industriels [19]. Avant cette date, faute de données précises, il est fait l'hypothèse du maintien de la production de 2001 depuis la date de création de chaque site industriel.

Les différentes étapes intervenant dans la fabrication du verre sont les suivantes :

- Le calcin, nécessaire à la fusion, est une matière première qui est, soit produite par l'installation (réutilisation du surplus de production, récupération des pièces rejetées par le contrôle qualité, etc.), soit récupérée à l'extérieur (recyclage du verre).
- Les matières premières utilisées lors de la fabrication de verre sont : la silice sous forme de sable, l'oxyde de sodium sous forme de carbonate, les éléments alcalino-terreux sous forme de chaux ou de dolomie.
- La fusion de ces matières premières ainsi que du calcin s'effectue, soit dans un four de combustion, soit dans un four électrique à une température de 1550 °C.
- Le verre incandescent en fusion quitte le four pour passer dans l'avant bassin où il est amené à sa température de travail (500 °C).
- Il s'écoule ensuite par des goulottes jusqu'aux machines.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) : RAS

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Pour quantifier les gaz à effet de serre (CO₂, N₂O et CH₄), les consommations énergétiques par combustible sont utilisées.

Pour les différentes catégories, les sources de données utilisées pour déterminer les consommations par combustible sont les suivantes :

- après 2005, les consommations proviennent des données individuelles des sites à partir des déclarations (approche site par site) [19].
- de 1990 à 2004, les consommations totales de l'ensemble des activités verrières hors laine de roche (code NCE E22 fourni par le SESSI [26]) sont connues. Afin de répartir les consommations par catégorie, les ratios déterminés en 2005 par catégorie sur la base des données individuelles sont appliqués à la consommation totale annuelle de 1990 à 2004.

Emissions de CO₂

La méthodologie mise en œuvre est appliquée à l'ensemble de la production de verre. Elle est présentée sur le schéma ci-après.

A partir de 2005, les émissions par combustible et par installation sont directement connues via les déclarations annuelles [19]. A partir des consommations par combustible, un facteur d'émission par combustible est déterminé par année.

Pour les années antérieures à 2005, un facteur d'émission moyen est déterminé sur la période 2005-2012 par combustible et par type de verre. Il est ensuite appliqué aux consommations par combustible et par type de verre pour calculer les émissions de CO₂.

Les émissions ainsi obtenues par année et par combustible sont sommées pour estimer les émissions de CO₂ totales annuelles.

Emissions de CH₄

Pour toutes les années et quel que soit le type de verre produit, les émissions de CH₄ sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible appliqués uniformément à toutes les installations et présentés en section générale énergie.

Emissions de N₂O

Pour toutes les années et quel que soit le type de verre produit, les émissions de N₂O sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible appliqués uniformément à toutes les installations et présentés en section générale énergie.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Selon les polluants, les produits et la période, différentes approches méthodologiques sont mises en œuvre :

Approche A : les émissions nationales correspondent à la somme, d'une part, des émissions des sites qui déclarent annuellement leurs rejets [19] et, d'autre part, des émissions calculées des sites pour lesquels les émissions ne sont pas directement disponibles (le calcul est alors basé sur l'utilisation de données des sites connus et/ou des reports de l'année précédente).

Approche B : les émissions sont déterminées comme étant égales au produit de l'activité par un facteur d'émission. Ce facteur est établi pour une année particulière pour laquelle des données ont permis de le déterminer.

Autres approches : les émissions sont déterminées par un autre moyen (facteur d'émission de la littérature, etc.).

Les approches mises en œuvre sont précisées au cas par cas dans les paragraphes ci-après.

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ des installations de production de verre, quel que soit le type de verre produit, peuvent être déterminées par bilan matière ou par mesure [19].

| Code SNAP | Type de produit | Période | Approche méthodologique |
|-----------|-----------------|-------------|-------------------------|
| 030314 | Verre plat | Depuis 1993 | A |
| | | Avant 1993 | B base 1993 |
| 030315 | Verre creux | Depuis 1993 | A |
| | | Avant 1993 | B base 1993 |
| 030316 | Fibre de verre | Depuis 1993 | A |
| | | Avant 1993 | B base 1993 |
| 030317 | Verre technique | Depuis 1994 | A |
| | | Avant 1994 | B base 1994 |
| 030318 | Laine de roche | Depuis 1994 | A |
| | | Avant 1994 | B base 1994 |

Emissions de NO_x

Les émissions déclarées de NO_x des installations de production de verre, quel que soit le type de verre produit, sont déterminées par mesure.

Les mêmes approches méthodologiques par type de verre que pour le SO₂ sont mises en œuvre.

Emissions de COVNM

Les émissions déclarées de COVNM des installations de production de verre, quel que soit le type de verre produit, sont déterminées par mesure.

En fonction du type de verre et de l'année, différentes approches méthodologiques sont mises en œuvre.

| Code SNAP | Type de produit | Période | Approche méthodologie |
|-----------|-----------------|-------------------|--|
| 030314 | Verre plat | Toutes les années | A |
| 030315 | Verre creux | Depuis 2004 | A |
| | | Avant 2004 | B base 2004 |
| 030316 | Fibre de verre | Toutes les années | Inclus dans la catégorie relative à l'enduction de la fibre de verre (cf. section relative au code CRF 3D) |
| 030317 | Verre technique | Toutes les années | Facteur d'émission de la littérature [407] |
| 030318 | Laine de roche | Depuis 2002 | A |
| | | Avant 2002 | B base 2002 |

Emissions de CO

Les émissions déclarées de CO des installations de production de verre, quel que soit le type de verre produit, sont déterminées par mesure.

En fonction du type de verre et de l'année, différentes méthodologies sont mises en œuvre.

| Code SNAP | Type de produit | Période | Approche méthodologie |
|-----------|-----------------|-------------|---|
| 030314 | Verre plat | Depuis 2004 | A avec facteur d'émission provenant de la référence [409] pour la fraction des installations dont les émissions ne sont pas directement disponibles |
| | | Avant 2004 | B base 2004 |
| 030315 | Verre creux | Depuis 2004 | A avec facteur d'émission provenant de la référence [240] pour la fraction des installations dont les émissions ne sont pas directement disponibles |
| | | Avant 2004 | Utilisation d'un facteur d'émission issu de données communiquées par la profession [240] |
| 030316 | Fibre de verre | Depuis 2004 | A |
| | | Avant 2004 | B base 2004 |
| 030317 | Verre technique | Depuis 2004 | A avec facteur d'émission provenant de la référence [409] pour la fraction des installations dont les émissions ne sont pas directement disponibles |
| | | Avant 2004 | B base 2004 |
| 030318 | Laine de roche | Depuis 1994 | Somme des émissions déclarées |
| | | Avant 1994 | B base 2004 |

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ des verreries ne sont produites que par certaines fabrications de verre, en particulier lors de la fabrication de produits isolants (laine de verre et laine de roche). Ces émissions ne sont pas induites par la fusion du verre mais lors de la fabrication de la fibre. En effet, ces émissions proviennent des liants et des encollages qui se dégradent au fibrage et en étuve de polymérisation.

Les facteurs d'émission ont été déterminés à partir des données disponibles dans les déclarations annuelles des émissions à partir de 2004 [19] puis, pour les années suivantes, le facteur d'émission relatif à l'année 2004 est appliqué uniformément à toutes les années antérieures.

Attention, les facteurs d'émission présentés dans la base de données OMINEA sont des facteurs d'émission rapportés à l'ensemble de la production nationale même si tous les sites ne sont pas émetteurs.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les différentes méthodologies mises en œuvre sont les suivantes :

- **M1.** Les émissions déclarées sont utilisées [19] et, pour les autres sites, les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission moyen par année estimé à partir des déclarations.
- **M2.** Les facteurs d'émission utilisés proviennent de la profession [240].
- **M6.** Les émissions sont déterminées à partir d'une interpolation linéaire entre deux années dont les facteurs d'émission sont connus.

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|--|---|--|------------------|--|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | <p>A partir de 2000 : M1</p> <p>En 1992, 1993 et de 1994 à 1999 : M6</p> <p>En 1990 et 1993 : M2</p> | <p>A partir de 2002 : M1</p> <p>En 1991, 1992, 1994 et de 1998 à 2001 : M6</p> <p>En 1990, 1993, et de 1995 à 1997 : M2</p> | <p>A partir de 2000 : M1</p> <p>En 1991, 1992, 1994, 1998 et 1999 : M6</p> <p>En 1990, 1993 et de 1995 à 1997 : M2</p> | Idem verre creux | <p>A partir de 2001 : M1</p> <p>En 1991, 1992, 1994, 1998 et entre 1998 et 2000 : M6</p> <p>En 1990, 1993 et de 1995 à 1997 : M2</p> |

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

D'après la profession [240], les poussières émises lors de la fabrication du verre plat, verre creux, verre technique et laine de roche sont toutes submicroniques. Les facteurs d'émission des PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ sont donc les mêmes que ceux relatifs aux particules totales (se reporter au tableau ci-dessus).

En ce qui concerne la fabrication de fibre de verre, les déclarations annuelles de rejets [19] fournissent des données sur les émissions de PM_{10} différentes des émissions de TSP. Les mêmes facteurs d'émission que ceux relatifs aux PM_{10} sont appliqués aux $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ faute d'information plus précise.

Emissions de Black Carbon/Carbone suie (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$ (cf. tableau ci-dessous).

| Code SNAP | % BC par rapport aux PM _{2,5} | Référence |
|--------------------------|--|---|
| 030314 - Verre plat | 0,062 | [757 - table 3.2] |
| 030315 - Verre creux | 0,062 | [757 - table 3.3] |
| 030316 - Fibre de verre | 2 | [757 - table 3.5] |
| 030317 - Verre technique | 0,062 | [757 - table 3.7] |
| 030318 - Laine minérale | 0,062 | Hypothèse : même ratio que le verre technique |

Métaux lourds (ML)

Les facteurs d'émission relatifs aux métaux lourds proviennent, soit d'une compilation des données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets (dont les consommations de combustibles) [19], soit de données de la profession [240]. Les fluctuations observées reflètent la variabilité des conditions de fonctionnement des installations.

Les différentes méthodologies mises en œuvre sont les suivantes :

- **M1.** Les émissions déclarées sont utilisées [19] et, pour les autres sites, les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission moyen par année estimé à partir des déclarations complétées.
- **M2.** Les facteurs d'émission utilisés proviennent de la profession [240].
- **M3.** Le facteur d'émission retenu est celui déterminé relativement à une certaine année qui est précisée.
- **M4.** Les émissions déclarées sont utilisées [19] et, pour les autres sites, les émissions sont déterminées à partir du facteur d'émission communiqué par la fédération [240].
- **M5.** Les émissions sont estimées à partir des consommations de combustibles des sites [19] et des facteurs d'émission nationaux relatifs aux métaux lourds (cf. section générale énergie).
- **M6.** Les émissions sont déterminées à partir d'une interpolation linéaire entre deux années dont les facteurs d'émission sont connus.
- **M7.** Les émissions déclarées sont utilisées [19] et, pour les autres sites, les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission déterminé une certaine année à partir des déclarations.

Pour l'ensemble des métaux lourds, les différentes méthodologies mises en œuvre dépendent de l'année considérée ainsi que du type de verre produit.

Arsenic et Cadmium

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|--|---|---|---|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | Avant 2003 : M2 A partir de 2003 : M1 | Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission de 2003) A partir de 2003 : M1 | Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission de 2003) A partir de 2003 : M1 | Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission de 2004) A partir de 2004 : M4 | M5 |

Chrome

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|---|---|--|--|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | A partir de 2003 : M1 Entre 1999 et 2003 : M6 Avant 1999 : M2 | Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission de 2003) A partir de 2003 : M1 | Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission national de 2003) A partir de 2003 : M7 (utilisation du facteur d'émission de 2003 à partir des déclarations) | Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission national de 2004) A partir de 2004 : M4 | M5 |

Cuivre

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|---|---|---|-----------------|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | <p>Avant 2003 : M2</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2003 : M2</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission national de 2004)</p> <p>A partir de 2004 : M7 (utilisation du facteur d'émission de 2004 à partir des déclarations)</p> | M2 | M5 |

Mercure

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|--|---|---|---|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | <p>A partir de 2003 : M1</p> <p>Entre 1999 et 2003 : M6</p> <p>Avant 1999 : M2</p> | <p>Avant 2003 : M2</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission national de 2003)</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission national de 2004)</p> <p>A partir de 2004 : M4</p> | M5 |

Nickel

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|---|---|---|---|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | <p>A partir de 2003 : M1</p> <p>Entre 1999 et 2003 : M6 (entre 1999 et 2003)</p> <p>Avant 1999 : M2</p> | <p>Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission national de 2003)</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission national de 2003)</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission national de 2004)</p> <p>A partir de 2004 : M4</p> | M5 |

Plomb

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|---|---|---|---|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | <p>Avant 2003 : M2</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2003 : M2</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2003 : M3 (report du facteur d'émission national de 2003)</p> <p>A partir de 2003 : M1</p> | <p>Avant 2004 : M3 (report du facteur d'émission national de 2004)</p> <p>A partir de 2004 : M7 (utilisation du facteur d'émission de 2004)</p> | M5 |

Sélénium

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|------------|-------------|----------------|-----------------|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | M2 | M2 | M5 | M2 | M5 |

Zinc

| Code SNAP | 030314 | 030315 | 030316 | 030317 | 030318 |
|-----------------------|--|--|----------------|-----------------|----------------|
| Type de verre produit | Verre plat | Verre creux | Fibre de verre | Verre technique | Laine de roche |
| Méthodologie | A partir de 2003 : M1 Entre 1999 et 2003 : M6 (entre 1999 et 2003) Avant 1999 : M2 | Avant 2003 : M2 A partir de 2003 : M4 | M5 | M2 | M5 |

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furannes sont négligeables quel que soit le type de verre produit.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les facteurs d'émission relatifs aux autres HAP sont également fournis (BaA, BghiPe, BahA et FluorA).

La méthodologie mise en œuvre consiste à déterminer les émissions au moyen des consommations annuelles du secteur par combustible et du facteur d'émission approprié (cf.section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)

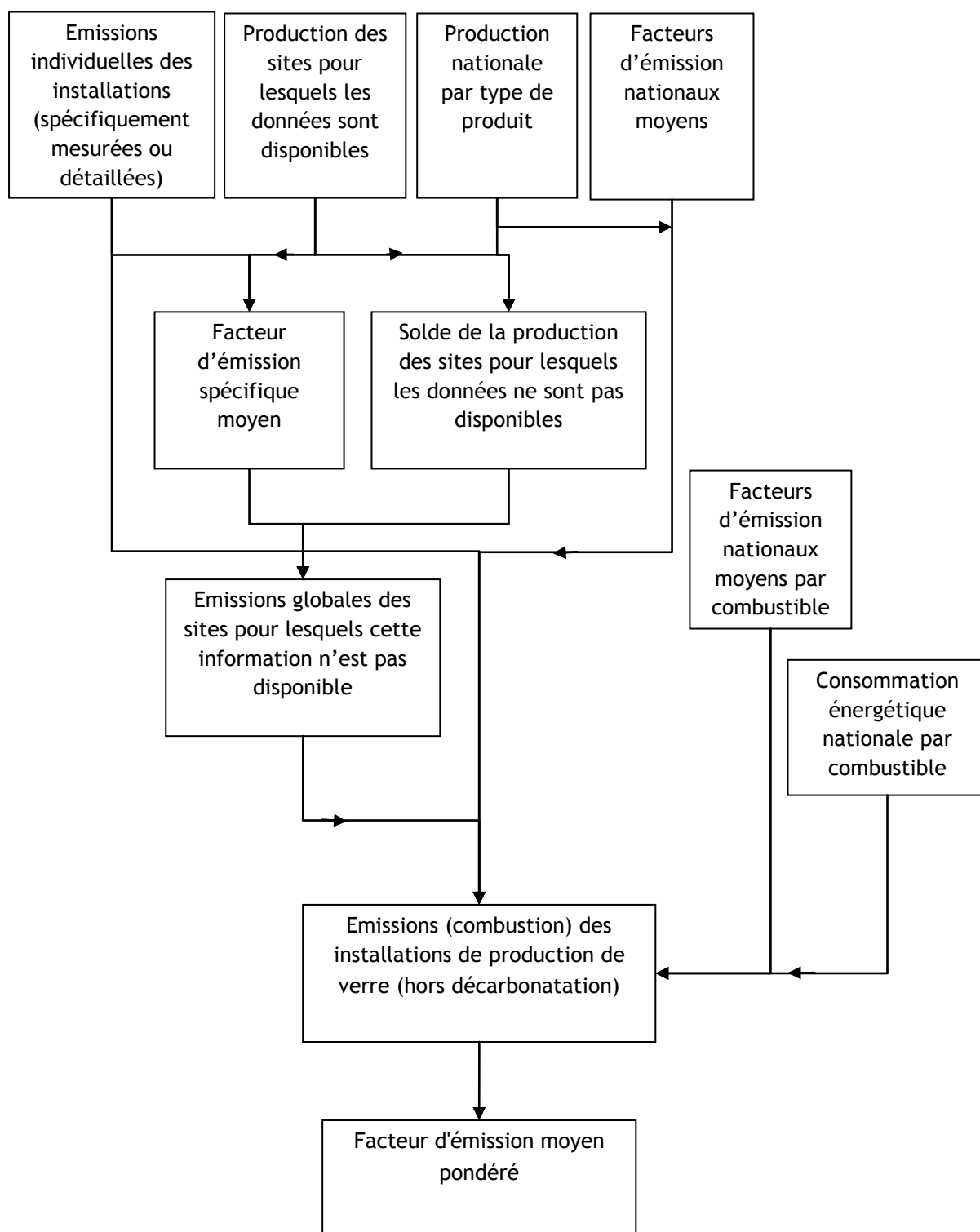
Les émissions de PCB sont calculées à partir de la consommation de combustibles et des facteurs d'émission associés (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont calculées à partir de la consommation de combustibles et des facteurs d'émission associés (cf. section générale énergie).

Compte tenu des combustibles utilisés, des émissions ne sont déterminées que pour la production de laine de roche (SNAP 030318).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 31/01/2017 | LS | 06/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CHAUX (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions induites par la combustion dans le secteur de la production de chaux.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1A2f |
| CEE-NU / NFR | 1A2f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030312 |
| CITEPA / SNAPc | 030312 |
| CE / directive IED | 3.1 (installations avec des fours rotatifs de capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour) |
| CE / E-PRTR | 3cii et iii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.5-6 |
| NAF 700 | 265C (ancienne) ; 2352Z (nouvelle) |
| NCE | E20 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Production nationale provenant de la profession (Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes) et production de chaux hydraulique (ATILH) pour les polluants hors gaz à effet de serre | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement |
| Consommation énergétique par combustible pour les gaz à effet de serre (CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O) | |

Niveau de méthode :

Rang 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [190] Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes -Statistiques annuelles de production de chaux grasses (aériennes) et magnésiennes
- [196] Données annuelles de production nationale des installations de production de chaux hydraulique fournies par l'ATILH (données confidentielles)

[758] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A2 Lime Production, table 3.1

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section concerne uniquement les installations de combustion des installations de production de chaux. Il s'agit donc des émissions liées à la combustion des combustibles dans les fours.

La partie relative à la décarbonatation provenant des installations de production de chaux est traitée dans la section relative au code CRF 2A2.

Les auto-producteurs de chaux des secteurs de la papeterie et de la sucrerie sont pris en compte dans les secteurs correspondants.

Fabrication de la chaux

La fabrication de la chaux se déroule en plusieurs étapes dont les principales sont les suivantes :

- Le calcaire est extrait des carrières. Il est l'élément de base de la fabrication de la chaux. Les émissions provenant des carrières ne sont pas comptabilisées dans cette partie.
- Le calcaire est concassé puis introduit dans des fours verticaux ou des fours rotatifs. Les combustibles utilisés diffèrent selon les fours. Le produit obtenu est de la chaux vive.
- Le passage de la chaux vive à la chaux éteinte se fait par réaction chimique exothermique, dite hydratation. Cette réaction a lieu dans un appareil appelé hydrateur où chaux et eau sont mises en contact.

Deux types de production de chaux sont à distinguer :

- d'une part, la **chaux aérienne** [190], également appelée chaux grasse ou chaux calcique et, d'autre part, la **chaux magnésienne**. La chaux aérienne est principalement constituée d'oxyde ou d'hydroxyde de calcium qui durcit lentement à l'air sous l'effet du CO₂ présent dans l'air. La chaux magnésienne est constituée intégralement d'oxyde ou d'hydroxyde de calcium et de magnésium. Elle résulte de la calcination de la dolomie.
- d'autre part, la production de **chaux hydraulique** [19, 196] produite par la calcination d'un calcaire plus ou moins argileux et siliceux avec réduction en poudre par extinction avec ou sans broyage. Elle est constituée d'hydroxyde de calcium, de silicates et d'aluminates de calcium.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Selon les substances et le type de chaux, les approches méthodologiques passent :

- soit sur l'utilisation de données spécifiques aux installations sur une base individuelle qui servent, par extrapolation à déterminer les émissions de l'ensemble des installations,
- soit sur l'utilisation de données nationales de production et de facteurs d'émission associés (exemple : cas des particules),
- soit sur l'utilisation de données nationales de consommation d'énergie et de facteurs d'émission (nationaux ou spécifiques à une année donnée).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Pour quantifier les gaz à effet de serre (CO₂, N₂O et CH₄), les consommations énergétiques par combustible sont utilisées.

Détermination des consommations énergétiques

A partir de 2005, les consommations énergétiques par combustible sont disponibles dans les déclarations annuelles [19]. Toutefois, quelques petits sites de production de chaux ne sont pas soumis au système déclaratif de leurs émissions. Une estimation de leurs consommations énergétiques est réalisée à partir, d'une part, du ratio énergétique des sites faisant l'objet de déclarations annuelles exprimée en GJ/t chaux produite, d'autre part, de la répartition par année

de la consommation énergétique des sites déclaratifs et enfin de la production de chaux associée à ces petits sites.

Entre 1993 et 2004, les consommations énergétiques proviennent des statistiques nationales de consommations énergétiques [26] qui prennent en compte tous les sites de production de chaux.

Pour les années 1990 à 1992, les consommations énergétiques par combustible sont estimées à partir des consommations disponibles en 1993 et en appliquant le ratio d'évolution de la production entre les années.

Emissions de CO₂

La méthodologie mise en œuvre pour calculer les émissions de CO₂ du secteur de la production de chaux aérienne, magnésienne et de chaux hydraulique s'applique pour l'ensemble de la production de chaux mais dépend de l'année considérée.

Méthode mise en œuvre depuis 2005

Pour les plus gros sites de production de chaux, les émissions de CO₂ (par combustible) proviennent des déclarations individuelles [19]. Les autres données disponibles dans ces déclarations sont les données de consommation par combustible par site. Ainsi, un facteur d'émission moyen par année et par combustible est déterminé sur la base des données déclarées.

Pour les plus petits sites pour lesquels aucune déclaration individuelle n'est disponible, les émissions de CO₂ sont calculées sur la base des consommations associées à ces petits sites (méthode décrite précédemment) et des facteurs d'émission moyens annuels déterminés par combustible sur la base des données déclarées par les sites plus importants.

Méthode mise en œuvre avant 2005

Pour l'ensemble des sites de production de chaux (aucune donnée individuelle disponible), les émissions de CO₂ sont calculées sur la base des consommations par combustible et des facteurs d'émission moyens de la période 2005-2012 par combustible.

Emissions de CH₄

Pour toutes les années, les émissions de CH₄ sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les différentes sources utilisées pour déterminer les consommations de combustibles sont présentées dans la section précédente. Les facteurs d'émission nationaux par combustible sont appliqués uniformément à toutes les installations (cf. section générale énergie).

Emissions de N₂O

Pour toutes les années, les émissions de N₂O sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les différentes sources utilisées pour déterminer les consommations de combustibles sont présentées dans la section précédente. Les facteurs d'émission nationaux par combustible sont appliqués uniformément à toutes les installations (cf. section générale énergie).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Pour les polluants hors gaz à effet de serre, la production nationale annuelle de chaux est utilisée pour déterminer les émissions de polluants.

Emissions de SO₂

Au niveau des sites industriels, les émissions de SO₂ des installations de production de chaux aérienne, magnésienne et hydraulique peuvent être déterminées par bilan matière, par mesure ou à partir des consommations de combustibles.

Trois méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles sont disponibles pour les années 1994 et 1995 et à partir de 1999 via les déclarations annuelles de polluants [19].

Pour les années 1994 et 1995 et à partir de 1999, les émissions déclarées pour certains sites via les déclarations annuelles de polluants [19] sont utilisées. Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission est déterminé chaque année à partir des sites qui ont déclaré des émissions de SO₂. Ce facteur d'émission est ensuite appliqué au solde de la production nationale. Le schéma suivant précise la méthodologie mise en œuvre pour les années 1994 et 1995 et à partir de 1999.

Entre 1996 et 1998, les facteurs d'émission sont obtenus par linéarisation des facteurs d'émission connus en 1995 et 1999.

Avant 1994, les émissions nationales sont estimées en utilisant le facteur d'émission déterminé en 1994.

Emissions de NO_x

Au niveau des sites industriels, les émissions déclarées de NO_x des installations de production de chaux aérienne, magnésienne et hydraulique sont déterminées par mesure ponctuelle ou en continu.

Pour estimer les émissions de NO_x des installations de production de chaux, la même méthodologie que pour le SO₂ est mise en œuvre.

Emissions de COVNM

Au niveau des sites industriels, les émissions déclarées des installations de production de chaux aérienne, magnésienne et hydraulique sont déterminées par mesure périodique.

Pour estimer les émissions de COVNM des installations de production de chaux, la même méthodologie que pour le SO₂ est mise en œuvre.

Emissions de CO

Pour estimer les émissions de CO des installations de production de chaux, la même méthodologie que pour le SO₂ est mise en œuvre.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant qu'il n'y a actuellement aucune installation munie de dispositif d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance en quantité significative.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Trois méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles sont disponibles pour les années 1994 et 1995 et à partir de 1999 via les déclarations annuelles de polluants [19].

Pour les années 1994 et 1995 et à partir de 1999, les émissions déclarées pour certains sites via les déclarations annuelles de polluants [19] sont utilisées. Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission est déterminé chaque année à partir des sites qui ont déclaré des émissions

de particules totales. Ce facteur d'émission est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Entre 1996 et 1998, les facteurs d'émission sont obtenus par linéarisation des facteurs d'émission connus en 1995 et 1999.

Avant 1994, les émissions nationales sont estimées en utilisant le facteur d'émission déterminé en 1994.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les facteurs d'émission relatifs aux PM_{10} sont obtenus de manière similaire aux TSP mais avec un échantillon de données plus restreint.

Les valeurs retenues pour les $PM_{2,5}$ sont issues de l'étude IER / CITEPA dans le cadre d'Interreg III [183].

Les $PM_{1,0}$ ne sont pas estimées faute de données disponibles.

Ces facteurs d'émission s'appliquent quel que soit le type de chaux produite.

Emissions de Black Carbon/Carbone suie (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Les émissions de BC représentent 0,46% des émissions de $PM_{2,5}$ [758].

Métaux lourds (ML)

Pour tous les métaux lourds traités dans le SNIEBA et pour l'ensemble de la période depuis 1990, les émissions sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furannes induites par les fours à chaux sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les facteurs d'émission relatifs aux autres HAP sont également fournis (BaA, BghiPe, BahA et FluorA).

La même méthodologie que pour les dioxines et furannes est utilisée pour chaque composé HAP. Les facteurs d'émission par combustible sont disponibles dans la section générale énergie.

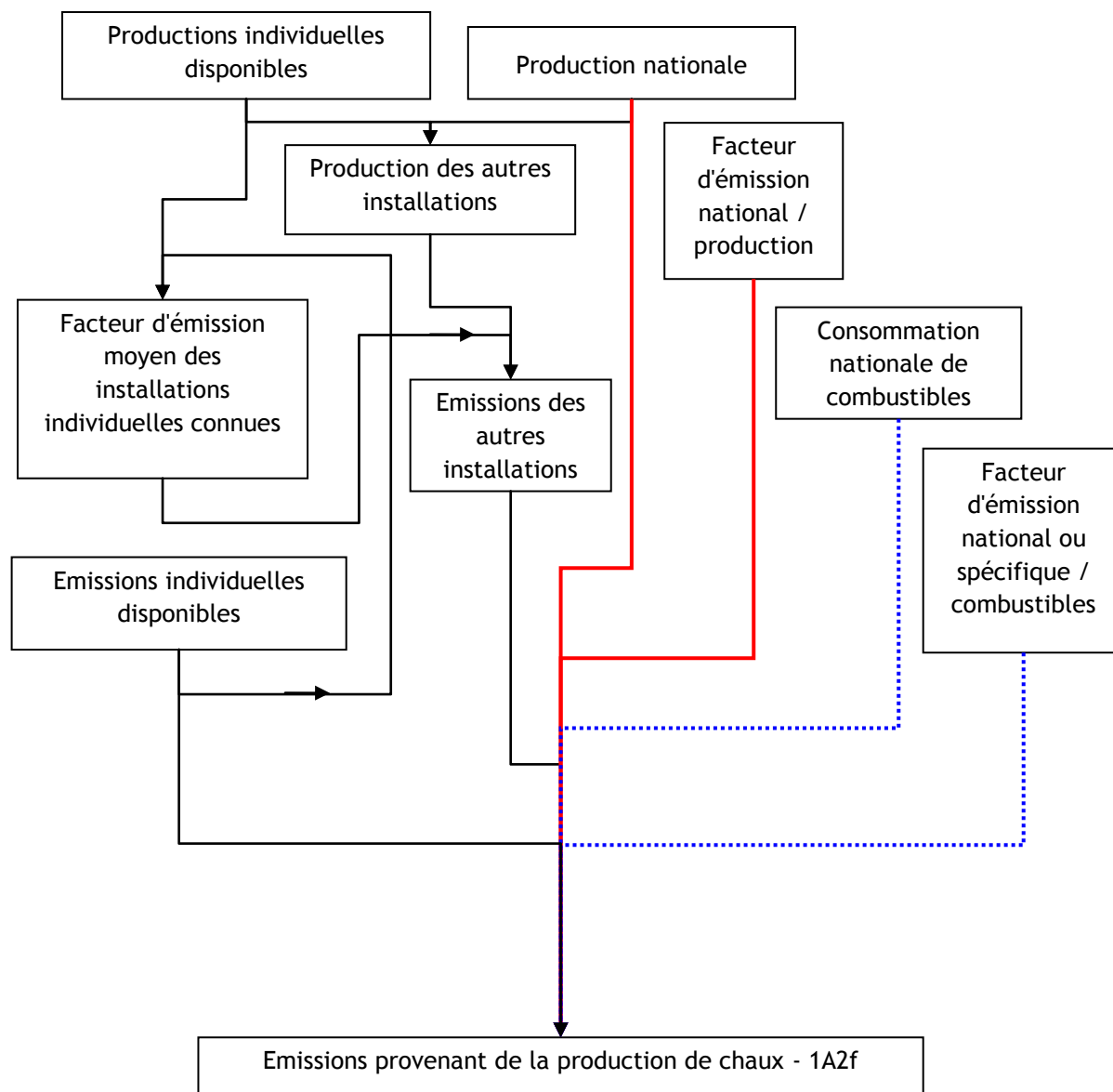
Polychlorobiphényles (PCB)

La même méthodologie que pour les dioxines et furannes est utilisée. Les facteurs d'émission par combustible décrits dans la section générale énergie sont appliqués.

Hexachlorobenzène (HCB)

La même méthodologie que pour les dioxines et furannes est utilisée. Les facteurs d'émission par combustible décrits dans la section générale énergie sont appliqués.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 01/02/2017 | LS | 06/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE PLÂTRE (COMBUSTION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions induites par la combustion dans le secteur de la production de plâtre.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1A2f |
| CEE-NU / NFR | 1A2g.viii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030204 |
| CITEPA / SNAPc | 030204 |
| CE / directive IED | 3.4 |
| CE / E-PRTR | 3f |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.5-6 |
| NAF 700 | 26.5E (ancienne) ; 2352Z en partie, 2362Z en partie et 2369Z en partie (nouvelle) |
| NCE | E20 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Production de plâtre pour les polluants hors gaz à effet de serre | Déterminés à partir des données individuelles ou à partir de facteurs spécifiques aux combustibles consommés |
| Consommation énergétique par combustible pour les gaz à effet de serre (CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O) | |

Niveau de méthode :

Rangs 1 et 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document environnement n°136, juin 2001
- [364] Syndicat National des Industries du Plâtre - communication de données internes relatives à la production annuelle
- [395] EPA - AP42. Janvier 1995, page 11.16-8, table 11.16-4
- [452] INSEE - Publication annuelle - Les consommations d'énergie dans l'industrie
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le plâtre est produit à partir de gypse. Le gypse est un sulfate de calcium hydraté, de formule Ca(SO₄)₂H₂O. C'est le sulfate naturel le plus distribué dans la nature. Le plâtre est préparé à partir du gypse naturel par chauffage à une température pas trop élevée.

La cuisson des gypses peut avoir lieu dans différents types de four : à chambre, à cuve ou tubulaire rotatif.

Différents types de plâtre sont obtenus suivant la température de cuisson :

- plâtres à prise rapide, préparés à basse température (107°C), qui prennent en 1 ou 2 minutes,
- plâtres à staff et à stuc, préparés à une température inférieure à 180°C, qui prennent en 3 à 4 minutes,
- plâtres d'ouvrages, préparés à une température de 200 à 230°C, qui prennent en plusieurs minutes.

Lorsqu'on atteint une température de 600°C, le gypse n'a pratiquement plus de prise et est appelé « plâtre mort ». Par contre, si on atteint 900 à 1200°C, le composé perd une partie du sulfate et devient de la chaux (CaO) qui présente une bonne résistance mécanique et que l'on emploie comme hourdis pour carrelages, dallages, etc. (plâtre à carrelage).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section proviennent de l'utilisation de combustibles alimentant les fours.

Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, mesures des émissions, etc.) permettent une estimation fine des émissions.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Les émissions de gaz à effet de serre sont calculées à partir de la consommation énergétique.

Consommation énergétique

La méthode d'estimation des consommations du secteur du plâtre est présentée ci-après :

Méthode après 2003

A partir de 2003, les consommations par combustible proviennent, d'une part, des déclarations individuelles des industriels [19] et, d'autre part, pour les sites non soumis au système déclaratif (consommation surfacique), un calcul est réalisé par année :

Consommation surfacique par combustible = (consommation connue par combustible / production connue) x (production nationale - production connue)

Entre 1990 et 2002

Le secteur du plâtre est inclus dans le code NCE E20. Ainsi, en 2003, il est possible de déterminer la part que représente le secteur du plâtre dans le total du code NCE E20 par combustible [452].

Ce ratio par combustible déterminé en 2003 est supposé constant sur la période 1990-2002.

Les consommations par combustible sur la période 1990-2002 correspondent donc au produit entre les consommations par combustible du code NCE E20 et le ratio déterminé pour l'année 2003.

Emissions de CO₂

La méthodologie mise en œuvre est la suivante. Elle permet d'assurer une cohérence temporelle.

A partir de 2005, les émissions de CO₂ par combustible proviennent, d'une part, des déclarations annuelles [19] et, d'autre part, elles sont calculées par produit entre la consommation surfacique telle que décrite précédemment et le facteur d'émission de CO₂ par combustible déterminé par année sur la base des déclarations individuelles.

Pour les années antérieures à 2005, les émissions de CO₂ sont estimées sur la base des données de consommation par combustible (méthode décrite précédemment) et des facteurs d'émission moyens de la période 2005-2012 par combustible (cas particulier : pour le gaz naturel, le facteur d'émission national est retenu car il est évolutif en fonction des années).

Emissions de CH₄

Pour toutes les années, les émissions de CH₄ sont estimées à partir des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible appliqués uniformément à toutes les installations (cf. section générale énergie).

Emissions de N₂O

La méthode appliquée est similaire à celle du CH₄.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Les émissions sont calculées à partir de la production de plâtre nationale [364], de la production de plâtre déclarée par les sites industriels [19] mais également selon certaines années à partir de la consommation énergétique (méthode décrite précédemment).

Emissions de SO₂

A partir de 2003, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de SO₂ provenant, d'une part, des déclarations annuelles [19] (toutefois, lorsqu'une donnée n'est pas déclarée une année, la valeur de l'année précédente ou une valeur moyenne calculée à partir des données disponibles pour d'autres installations est utilisée) et, d'autre part, du calcul pour la production surfacique. Les émissions de SO₂ provenant de la production surfacique correspondent au produit entre la production surfacique (production nationale - production des sites connus) et le facteur d'émission déduit des données de SO₂ déclarées par les industriels.

Avant 2003, les émissions sont déterminées à partir des consommations du secteur par combustible et des facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

La méthode pour déterminer les émissions de NO_x est la même que celle pour le SO₂.

Emissions de COVNM

La même méthodologie que pour le SO₂ est employée.

Emissions de CO

La même méthodologie que pour le SO₂ est employée.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables pour la production de plâtre.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Avant 2003, le facteur d'émission de l'OFEFP [68] est retenu.

A partir de 2003, les émissions nationales correspondent à la somme des émissions de TSP provenant, d'une part, des déclarations annuelles [19] (toutefois, lorsqu'une donnée n'est pas déclarée une année, la valeur de l'année précédente ou une valeur moyenne calculée à partir des données disponibles pour d'autres installations est utilisée), et, d'autre part, du calcul pour la production surfacique. Les émissions de TSP provenant de la production surfacique correspondent au produit entre la production surfacique (production nationale - production des sites connus) et le facteur d'émission déduit des données de TSP déclarées par les industriels.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie provient respectivement pour les PM₁₀ et PM_{2,5} de l'OFEFP [68] et de l'US EPA [395] (la proportion correspond à la moyenne des trois procédés proposés).

| <i>tranche granulométrique</i> | <i>% répartition des TSP</i> |
|------------------------------------|------------------------------|
| PM ₁₀ | 62 |
| PM _{2,5} | 37 |
| PM _{1,0} | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de Black Carbon/Carbone Suie (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Les émissions de BC représentent 0,25% des émissions de PM_{2,5}. Il a été fait l'hypothèse que le ratio pour la production de plâtre est le même que celui pour la production de ciment [681].

Métaux lourds (ML)

Pour tous les métaux lourds traités dans le SNIEBA et pour l'ensemble de la période depuis 1990, les émissions sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furannes induites par les fours à plâtre sont calculées sur la base des consommations annuelles des différents combustibles employés et des facteurs d'émission communs relatifs à ces mêmes combustibles (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy). Les facteurs d'émission relatifs aux autres HAP sont également fournis (BaA, BghiPe, BahA et FluorA).

La même méthodologie que pour les dioxines et furannes est utilisée pour chaque HAP. Les facteurs d'émission par combustible sont disponibles dans la section générale énergie.

Polychlorobiphényles (PCB)

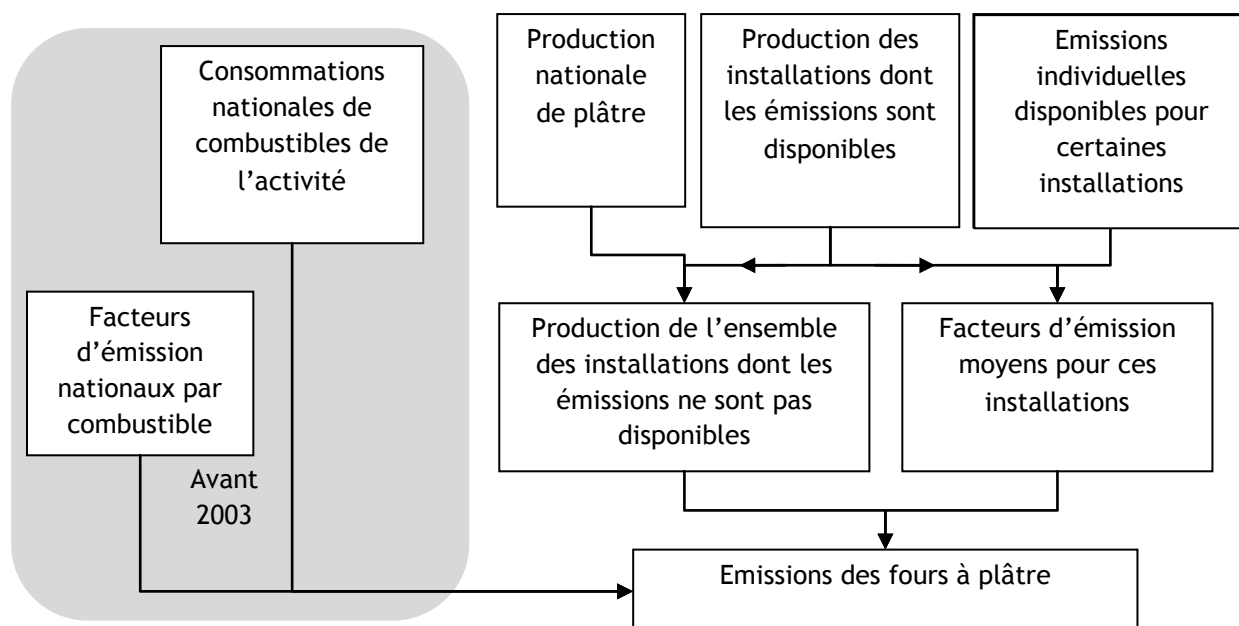
La même méthodologie que pour les dioxines et furannes est utilisée. Les facteurs d'émission par combustible décrits dans la section générale énergie sont appliqués.

Hexachlorobenzène (HCB)

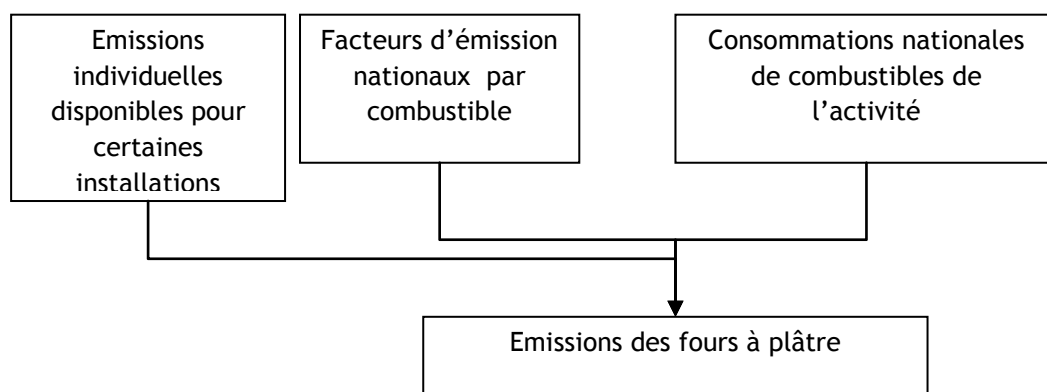
Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

Pour les polluants hors gaz à effet de serre



Pour les gaz à effet de serre



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 30/01/2017 | LS | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CERAMIQUES FINES

Cette section concerne uniquement les émissions provenant de la combustion dans les installations de production de céramiques fines. Les émissions de CO₂ liées au phénomène de décarbonatation dans les installations de production de céramiques fines sont traitées dans la section relative aux procédés industriels.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.f |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 03.03.20 à 03.03.20 |
| CITEPA / SNAPc | 03.03.20 à 03.03.20 |
| CE / directive IED | 3.5 (installations de capacité de production supérieure à 75 tonnes par jour et/ou de capacité de four de plus de 4m ³ et d'une densité d'enfournement de plus de 300 kg/m ³ par four) |
| CE / E-PRTR | 3g |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.2-4, 23.7-9 |
| NAF 700 | 262A, 262C, 262 ^E , 262G, 262J, 262L, 262Z (ancienne) 2331Z, 2341 à 2344Z, 2349Z (nouvelle) |
| NCE | E21 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Production nationale de céramiques fines et consommations de combustibles du secteur | Données spécifiques à chaque installation, facteurs d'émission nationaux et par défaut |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2+ pour le CO₂ et les autres polluants atmosphériques, du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations. Rang GIEC 1 pour le CH₄ et le N₂O.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [251] Confédération des Industries céramiques de France - Chiffres clés de la profession - statistiques annuelles (confidentielles)
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le terme "céramique" regroupe quatre grandes familles :

- la poterie,
- la faïence,
- le grès,
- la porcelaine.

La fabrication de céramiques fines se décompose en quatre étapes principales :

- la fabrication de la terre : les matières premières constituées de terres argileuses sont broyées avec de l'eau. Le grain obtenu est filtré puis pressé dans des filtres à presse. La terre subit ensuite une dernière opération : le désaérage (étape permettant de supprimer les bulles d'air).
- le façonnage ou modelage : étape de mise en forme du produit.
- la cuisson : avant d'être décoré, l'objet subit une première cuisson à 900°C dont le but est de sécher l'objet déjà façonné avant d'être émaillé. La porcelaine dure doit atteindre 1400°C.
- la décoration : les couleurs sont obtenues grâce à des oxydes métalliques après cuisson - le bleu par le cobalt, le vert/turquoise par le cuivre, le jaune/rouge par le fer, le brun par le manganèse, le rose/pourpre par le chlorure d'or.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de l'utilisation de combustibles pour alimenter les fours.

Avant 2011, la consommation nationale de combustibles provenait de la publication de l'EACEI [26]. Depuis 2011, cette consommation nationale n'est plus disponible. Un ratio énergétique de la consommation de combustibles par tonne de produit est déterminé chaque année à partir des sites déclarants. Ce ratio est ensuite appliqué à la production nationale [251]. La répartition des consommations par combustible est ensuite effectuée, proportionnellement à celle de l'année précédente.

Méthode générale d'estimation des émissions (spécifique NIR) :

Les émissions sont calculées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par combustible associés.

Méthode générale d'estimation des émissions (spécifique IIR) :

Différentes méthodes d'estimation des émissions peuvent être utilisées, en fonction du polluant concerné : émissions déclarées directement [19], émissions calculées à partir de la consommation de combustibles ou de la production nationale.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Sur l'ensemble de la période, les émissions de CO₂ sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Ces émissions peuvent être ramenées, au niveau national, soit à la consommation d'énergie, soit à la production nationale.

Emissions de CH₄

Sur l'ensemble de la période, les émissions de CH₄ sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par défaut tirés du GIEC 2006 [623], relatifs à chaque combustible.

Emissions de N₂O

Sur l'ensemble de la période, les émissions de N₂O sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par défaut tirés du GIEC 2006 [623], relatifs à chaque combustible.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Deux méthodes distinctes sont utilisées pour estimer les émissions de polluants :

- **Emissions déclarées** directement, via les déclarations annuelles de polluants [19] ;
- **Emissions calculées**, soit :
 - à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie) appliqués à la consommation de combustibles ; soit
 - à partir de facteurs d'émission moyens recalculés, appliqués à la production.

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont induites, d'une part, par les combustibles et, d'autre part, par l'apport de matières premières. Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de SO₂ via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen relatif aux émissions induites par la matière première est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de SO₂, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale. Les émissions induites par la consommation de combustibles sont quant à elles recalculées à partir du solde de la consommation nationale et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).
- Un facteur d'émission moyen au niveau national est alors recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Avant 2004, les émissions provenant des combustibles sont calculées à partir des consommations de combustibles du secteur et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Les émissions induites par la matière première sont calculées en multipliant la production nationale par le facteur d'émission moyen déterminé à partir des déclarations annuelles de polluants des années 2004 à 2006. Un facteur d'émission moyen au niveau national est également recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Emissions de NO_x

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de NO_x via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de NO_x, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, les émissions nationales sont estimées en utilisant le facteur d'émission moyen déterminé en 2004, la variabilité des émissions étant supposée au moins égale aux évolutions a priori limitées du procédé au cours de la période démarrant en 1990.

Emissions de COVNM

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de COVNM via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de COVNM, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, les émissions nationales sont estimées en appliquant le facteur d'émission issu de l'OFEFP [42] à la production nationale.

Emissions de CO

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de CO via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de CO, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, les émissions nationales sont estimées en appliquant le facteur d'émission issu de l'OFEFP [42] à la production nationale.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de TSP via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de TSP, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, les émissions nationales sont estimées en appliquant le facteur d'émission moyen déterminé en 2004.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont calculées en utilisant des ratios exprimés par rapport aux particules totales [183].

Les émissions de $PM_{1,0}$ ne sont pas estimées.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Les émissions de BC représentent 0,25% des émissions de $PM_{2,5}$. Il a été fait l'hypothèse que le ratio pour la production de céramique est le même que celui pour la production de ciment [681].

Métaux lourds (ML)

Les émissions de certains métaux lourds proviennent, d'une part, de l'utilisation de combustibles et, d'autre part, des éléments contenus dans la matière première. Pour d'autres métaux lourds, les émissions ne proviennent que de la combustion.

Chaque année, depuis 2004, les émissions déclarées pour certains sites via les déclarations annuelles de polluants [19] sont utilisées pour déterminer un facteur d'émission moyen induit par la matière première. Ce facteur d'émission moyen est ensuite appliqué à la production nationale [251] pour chaque année depuis 1990. Pour les émissions induites par la combustion, les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie) sont appliqués à la consommation nationale.

Un facteur d'émission moyen au niveau national est alors recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de dioxines et furannes sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de HAP de chacun des composés (BaP, BkF, BbF, IndPy, BghiPe, BaA, BahA, FluorA) sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Des facteurs d'émission moyens au niveau national sont recalculés chaque année, à partir des émissions totales des polluants, ramenées à la production nationale.

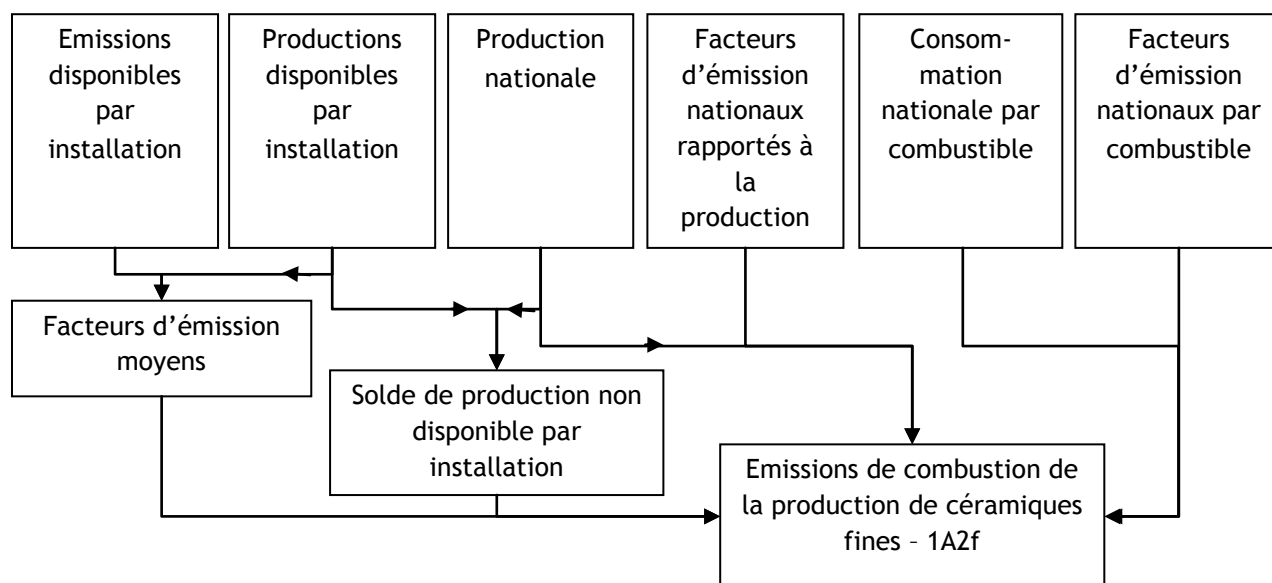
Polychlorobiphényles (PCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de PCB sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Hexachlorobenzène (HCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de HCB sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/02/2017 | LS | 06/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE TUILES ET BRIQUES

Cette section concerne uniquement les émissions provenant de la combustion dans les installations de production de tuiles et briques. Les émissions de CO₂ liées au phénomène de décarbonatation dans les installations de production de tuiles et briques sont présentées dans la section relative aux procédés industriels.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.f |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 03.03.19 |
| CITEPA / SNAPc | 03.03.19 |
| CE / directive IED | 3.5 (installations de capacité de production supérieure à 75 tonnes par jour et/ou de capacité de four de plus de 4 m ³) |
| CE / E-PRTR | 3g |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.2-4 ; 23.7-9 |
| NAF 700 | 264A, 264B et 264C (ancienne) ; 2332Z (nouvelle) |
| NCE | E21 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production nationale de tuiles et briques (pour les polluants) | Données spécifiques à chaque installation pour le CO ₂ |
| Consommations de combustibles du secteur (pour les gaz à effet de serre) | Facteurs d'émission par défaut pour le CH ₄ et N ₂ O Autres polluants (cf. section spécifique) |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2/3 pour le CO₂, du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations. Rang GIEC 1 pour le CH₄ et le N₂O.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [241] FFTB (Fédération Française des Tuiles et Briques) - Statistiques annuelles
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La fabrication de tuiles et briques se décompose en plusieurs étapes :

- La matière première est extraite des carrières.
- Un mélange constitué de 20% d'argile jaune et 80% d'argile noire est passé au broyeur puis stocké pendant trois semaines afin de lui assurer une parfaite malléabilité.
- De l'eau et des produits complémentaires tels que du calcaire sont ajoutés à l'argile.
- Une mouleuse constitue ensuite des galettes qui sont emmenées vers des moules types.
- Les tuiles formées sont ensuite séchées dans un sécheur tunnel pendant 12 heures à une température de 85°C.
- De couleur rouge grâce à l'oxyde de fer très présent dans l'argile, les tuiles peuvent être colorées avec des pigments d'origine naturelle par exemple.
- Les tuiles sont ensuite cuites pendant 21 heures dans des fours tunnel. La température peut atteindre environ 1100°C.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de l'utilisation de combustibles pour alimenter les fours.

Consommation d'énergie

Avant 2005, la consommation nationale de combustibles provient de l'EACEI [26]. Depuis 2005, cette consommation nationale n'est plus disponible. Elle est recalculée à partir de deux sources complémentaires : des consommations par site, disponibles dans les déclarations annuelles des émissions [19], et pour la consommation surfacique, du ratio énergétique de la consommation de combustibles par tonne de produit pour l'année 2004, appliqué au solde de la production [241].

Production de tuiles et briques

Les données de production proviennent de la Fédération Française des Tuiles et Briques [241].

Méthode générale d'estimation des émissions (spécifique NIR) :

Les émissions sont calculées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par combustible associés.

Méthode générale d'estimation des émissions (spécifique IIR) :

Différentes méthodes d'estimation des émissions peuvent être utilisées, en fonction du polluant concerné : émissions déclarées directement [19], émissions calculées à partir de la consommation de combustibles ou de la production nationale.

La disponibilité de données détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [19, 26] pour certaines années permet une estimation assez fine des émissions. De plus, cet apport de données spécifiques permet de calculer des facteurs d'émission propres au secteur, ce qui contribue à la complexité mais permet d'atteindre un niveau qualitatif plus élevé des estimations.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

A partir de 2005, les émissions de CO₂ par combustible proviennent, d'une part, des déclarations annuelles [19] et, d'autre part, elles sont calculées sur la base des consommations surfaciques et des facteurs d'émission nationaux de CO₂ par combustible (mix Tier 2/3).

Pour les années antérieures à 2005, les émissions de CO₂ sont estimées sur la base des données de consommation par combustible (méthode décrite précédemment) et des facteurs d'émission nationaux (Tier 2).

La cohérence temporelle est vérifiée en comparant les facteurs d'émission de CO₂ recalculés depuis 2005 à partir des données des exploitants avec les facteurs d'émission CO₂ nationaux.

Pour information, pour les sites soumis au SEQE, un contrôle de cohérence est effectué entre les émissions déclarées dans ce cadre, et les données disponibles dans les déclarations annuelles des émissions [19].

Emissions de CH₄

Sur l'ensemble de la période, les émissions de CH₄ sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de N₂O

Sur l'ensemble de la période, les émissions de N₂O sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Deux méthodes distinctes sont utilisées pour estimer les émissions de polluants :

- **Emissions déclarées** directement, via les déclarations annuelles de polluants [19] ;
- **Emissions calculées**, soit :
 - à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie) appliqués aux consommations ; soit
 - à partir de facteurs d'émission moyens recalculés, appliqués à la production.

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont induites, d'une part, par les combustibles et, d'autre part, par l'apport de matières premières. Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de SO₂ via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen relatif aux émissions induites par la matière première est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de SO₂, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale. Les émissions induites par la consommation de combustibles sont quant à elles recalculées à partir du solde de la consommation nationale et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).
- Un facteur d'émission moyen au niveau national est alors recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est la moyenne des facteurs d'émission recalculés au niveau national, sur la période 2004-2013. Ce facteur d'émission moyen est appliqué à la production nationale [241].

Emissions de NO_x

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de NO_x via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de NO_x, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est la moyenne de ceux déterminés sur la période 2004-2013, appliqué à la production nationale.

Emissions de COVNM

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de COVNM via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de COVNM, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est la moyenne de ceux déterminés sur la période 2004-2013, appliqué à la production nationale.

Emissions de CO

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de CO via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.
- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de CO, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est la moyenne de ceux déterminés sur la période 2004-2013, appliqué à la production nationale.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction de l'année car certaines données individuelles ne sont disponibles que depuis 2004 via les déclarations annuelles de polluants [19].

A partir de 2004 :

- Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de TSP via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées.

- Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions de TSP, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale.

Avant 2004, le facteur d'émission utilisé est la moyenne de ceux déterminés sur la période 2004-2013, appliqué à la production nationale.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont calculées en utilisant des ratios exprimés par rapport aux particules totales [183].

Les émissions de $PM_{1,0}$ ne sont pas estimées.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de carbone suie sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Les émissions de BC représentent 0,25% des émissions de $PM_{2,5}$. Il a été fait l'hypothèse que le ratio pour la production de tuiles et briques est le même que celui pour la production de ciment [681].

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds proviennent, d'une part, de l'utilisation de combustibles et, d'autre part, des éléments contenus dans la matière première. La même approche est utilisée pour l'ensemble des métaux lourds étudiés ici.

Deux méthodologies sont mises en œuvre en fonction des années et des métaux lourds :

- Méthodologie 1 : Les données d'émissions sont disponibles via les déclarations annuelles de polluants [19],
- Méthodologie 2 : Les données d'émissions ne sont pas disponibles.

Méthodologie 1 - Données d'émissions disponibles

Pour les sites ayant déclaré leurs émissions de métaux lourds via les déclarations annuelles de polluants [19], ces émissions sont directement utilisées. Pour le reste de la production nationale, un facteur d'émission moyen relatif aux émissions induites par la matière première est déterminé chaque année à partir des sites qui déclarent des émissions du métal lourd considéré, et est ensuite appliqué au solde de la production nationale. Les émissions induites par la consommation de combustibles sont quant à elles recalculées à partir du solde de la consommation nationale et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Un facteur d'émission moyen au niveau national est alors recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Méthodologie 2 - Pas de données d'émissions disponibles

Si les données d'émissions ne sont pas disponibles via les déclarations individuelles, les émissions sont déterminées à partir de la consommation de combustibles et des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie), auxquelles les émissions induites par la matière première sont ajoutées. Pour évaluer les émissions induites par la matière première, la production nationale est multipliée par le facteur d'émission moyen déterminé à partir des années où il y a eu des déclarations annuelles de polluants pour le métal lourd considéré.

Un facteur d'émission moyen au niveau national est alors recalculé chaque année, à partir des émissions totales (induites par l'utilisation de combustibles et par les éléments contenus dans la matière première), ramenées à la production nationale.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de dioxines et furannes sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf.

section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de HAP de chacun des composés (BaP, BkF, BbF, IndPy, BghiPe, BaA, BahA, FluorA) sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Des facteurs d'émission moyens au niveau national sont recalculés chaque année, à partir des émissions totales des polluants, ramenées à la production nationale.

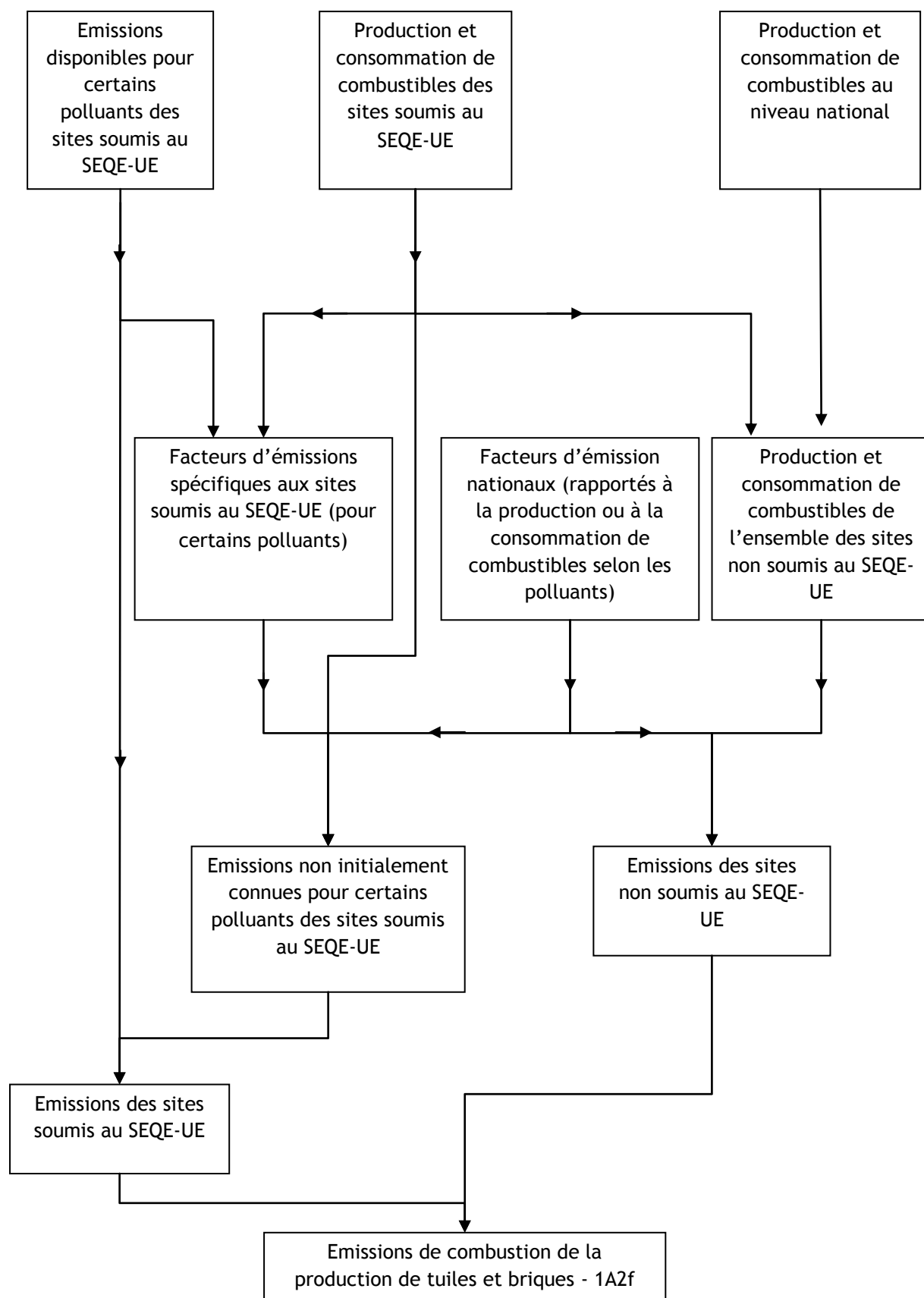
Polychlorobiphényles (PCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de PCB sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Hexachlorobenzène (HCB)

Sur l'ensemble de la période, les émissions de HCB sont déterminées à partir des consommations de combustibles et des facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Un facteur d'émission moyen au niveau national est recalculé chaque année, à partir des émissions totales ramenées à la production nationale.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION D'ENROBES ROUTIERS

Cette section concerne les émissions provenant de la combustion dans les stations de production d'enrobés routiers.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1A2g |
| CEE-NU / NFR | 1A2g |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030313 |
| CITEPA / SNAPc | 030313 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | 3f (en partie) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 |
| NAF 700 | 268C (en partie) (ancienne) ; 2399Z (en partie) (nouvelle) |
| NCE | E21 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Consommation nationale de bitume routier | Facteurs d'émission nationaux et spécifiques au secteur en fonction des combustibles et des polluants |

Niveau de méthode :

Rang 2 du fait de l'utilisation de facteurs d'émissions nationaux et de valeurs spécifiques à la production d'enrobés routiers selon les polluants les combustibles.

Références utilisées :

- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [184] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Consommation annuelle de bitume routier. Communication en 2006
- [185] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Données internes confidentielles transmises en 2001 et 2003
- [267] USIRF - Evolution du parc de centrales, Octobre 1998
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [715] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Les produits de l'industrie routière. Publication annuelle
- [717] CITEPA - Analyse réglementaire relative aux émissions atmosphériques des installations de production d'enrobés routiers. Rapport d'étude et base de données B11. Janvier 2016, confidentiel
- [745] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2D3b Road paving with asphalt

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La fabrication d'enrobés routiers se décompose en plusieurs étapes :

- la sélection et le transport de la matière première. Au cours de cette étape, les agrégats sont concassés au niveau de la carrière afin d'obtenir des éléments de taille standard. La matière première est généralement constituée de pierres et de cailloux mais on utilise parfois également du verre pilé.
- l'asphalte est produit, soit par un procédé continu, soit par un procédé discontinu. Simultanément, la matière première (pierres et cailloux concassés) est transportée dans un sécheur puis passe à travers un jeu de tamis.
- l'opération finale consiste à mélanger la matière première et l'asphalte dans une cuve spéciale.

Les centrales d'enrobage mobiles se partagent par moitié entre les procédés continus et discontinus.

La consommation de bitume représente entre 7% et 8% de la production d'enrobés.

Les émissions déterminées dans cette section sont celles provenant de l'utilisation de combustibles pour alimenter les fours (sécheurs).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions sont calculées, selon les polluants :

- soit à partir de la consommation nationale de bitume des centrales d'enrobage, obtenue auprès de l'USIRF par communication avant 2005 [184] et dans une publication annuelle à partir de 2005 [715] ;

- soit à partir de la répartition par type de combustibles, obtenue auprès de la profession pour certaines années et de la consommation spécifique d'énergie rapportée au bitume consommé [185].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles consommés [185] et du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de CH₄ et N₂O

Les émissions sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles consommés [185] et du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission nationaux du secteur par combustible provenant d'une étude nationale [717] pour le fioul lourd et le gaz naturel et des lignes directrices du GIEC 2006 [623] pour les autres combustibles.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles utilisés [185], du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x, COVNM et CO

Les émissions de NO_x, COVNM et CO sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles utilisés [185], du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission sectoriels par combustible [717].

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles utilisés [185], du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission sectoriels par combustible issus d'une étude nationale [717]. Faute de données disponibles, les émissions de NH₃ ne sont pas estimées pour le gaz naturel.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP sont déterminées au moyen de la répartition par type de combustibles utilisés [185], du ratio énergétique associé [717] ainsi que des facteurs d'émission sectoriels par combustible issus d'une étude nationale [717]. D'après l'USIRF [267], le type de dépoussiéreur le plus utilisé depuis 1988 est le filtre à manches.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}

Les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont estimées au moyen d'une granulométrie fournie par l'étude ASPA [183].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [745] pour le recouvrement des routes.

Métaux lourds (ML)

Arsenic, cadmium, chrome, cuivre, mercure, nickel, plomb, sélénium et zinc

Les émissions de métaux lourds sont calculées à partir des facteurs d'émission sectoriels par combustible issus d'une étude nationale [717], du ratio énergétique associé [717] et de la répartition par combustible fournie par la profession [185].

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furanes sont calculées à partir des facteurs d'émission nationaux de dioxines/furanes par combustible (cf. section générale énergie), du ratio énergétique associé [717] et de la répartition par combustible fournie par la profession [185].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

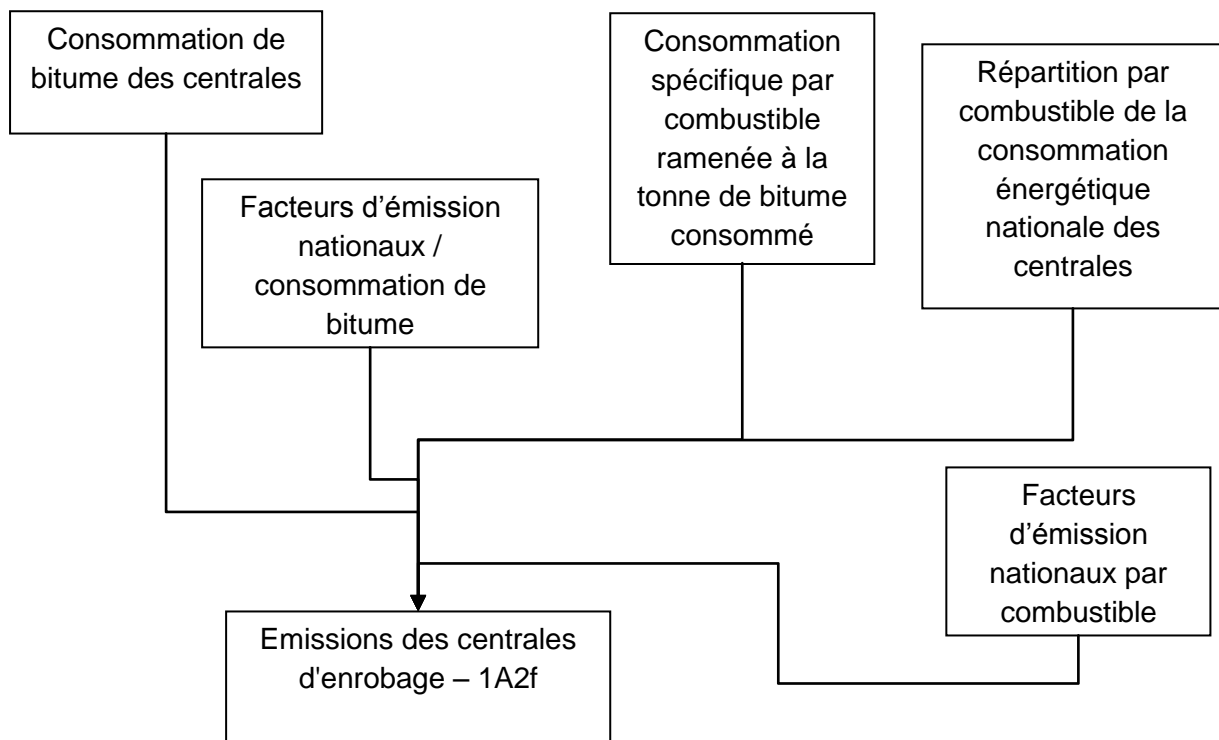
Les émissions de HAP sont calculées à partir des facteurs d'émission sectoriels par combustible issus d'une étude nationale [717], du ratio énergétique associé [717] et de la répartition par combustible fournie par la profession [185]. Les HAP considérés sont : BaA, BaP, BbF, BghiPe, BkF, BahA, FluorA et IndPy.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont calculées à partir des facteurs d'émission nationaux de PCB par combustible (cf. section générale énergie), du ratio énergétique associé [717] et de la répartition par combustible fournie par la profession [185].

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont supposées négligeables.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

AUTRES FOURS

Cette section concerne les émissions provenant de la combustion de certains combustibles dans les fours de vapocraquage. La plus grande part des émissions est prise en compte dans la section 2B10_ethylene propylene.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------|
| CCNUCC / CRF | 1A2g |
| CEE-NU / NFR | 1A2g |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030205 |
| CITEPA / SNAPc | 030205 |
| CE / directive IED | 1.1 |
| CE / E-PRTR | 1c |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 |
| NAF 700 | 19.20 |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO ₂ , CO ₂ et parfois NO _x . Valeurs nationales pour les autres substances ou par défaut. |

Niveau de méthode :

Niveau supérieur ou égal à 2.

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [22] Ministère de l'Environnement - Circulaire du 24 décembre 1990
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le vapocraquage est un procédé pétrochimique qui consiste à obtenir, à partir d'une coupe pétrolière telle que le naphta ou des alcanes légers (C_nH_{2n+2}) les produits suivants :

- des alcènes (aussi appelés oléfines) : C_nH_{2n} ; ex : éthylène (C₂H₄), propylène (C₃H₆), butène,
- des hydrocarbures aromatiques (cycliques insaturés) : benzène, toluène, xylène.

Les coupes pétrolières sont introduites en présence de vapeur d'eau (de l'ordre de 30 à 100 % en poids) dans le vapocraqueur qui possède une série de fours. Ce mélange est porté brutalement à 800°C pendant une fraction de seconde puis est très rapidement refroidi. Dans ces conditions, les molécules se scindent en plusieurs morceaux et donnent naissance à divers gaz (hydrogène, méthane, éthane, etc.), de l'éthylène, du propylène, du butadiène, de l'isobutène et d'autres produits insaturés.

Depuis octobre 2015, il reste 6 vapocraqueurs en activité, tous situés en métropole.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [19, 39] permettent une estimation assez fine des émissions de la combustion pour la plupart des substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique.

Les combustibles liquides ne sont utilisés que certaines années (NAPFUE 225).

Les combustibles gazeux sont du gaz naturel (NAPFUE 301) et des déchets industriels gazeux (NAPFUE 307, 308 et 314). Les émissions liées au gaz naturel sont bien prises en compte dans cette section mais les déchets industriels gazeux sont considérés dans la section 2B10_éthylène propylène car il s'agit de sous-produits issus de la matière première introduite dans le vapocraqueur (naphta). Les émissions de ces sous-produits sont donc considérés dans la partie procédé comme le recommande les lignes directrices 2006 du GIEC.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du SEQUE, basées sur des mesures spécifiques. Lorsque l'exploitant ne donne pas de facteurs spécifiques, une moyenne du facteur d'émission par combustible et par site ou les valeurs nationales (par combustible) (cf. section générale énergie) sont appliquées.

Emissions de CH₄ et N₂O

Sur l'ensemble de la période, les émissions de CH₄ et N₂O sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont induites par la consommation des combustibles. Les émissions des vapocraqueurs sont le plus souvent déterminées par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs teneurs en soufre recensées chaque année et généralement suivies en continu ou avec une fréquence élevée [19]. Lorsqu'une valeur spécifique manque pour un paramètre donné, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

Emissions de NO_x

Les émissions sont déterminées à partir d'une mesure ou au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [22] ou de la section générale énergie.

Emissions de COVNM et CO

Les émissions de COVNM et de CO sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP, PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, $\text{PM}_{1,0}$)

Les émissions de poussières totales en suspension sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Les émissions de PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ et $\text{PM}_{1,0}$ sont déterminées à l'aide de ratios granulométriques issus d'une combinaison de systèmes de dépoussiérage (cf. section générale énergie).

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $\text{PM}_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus dépendent du type de combustible :

- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 4% pour le gaz naturel.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furanes sont déterminées à partir des consommations [19] et au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

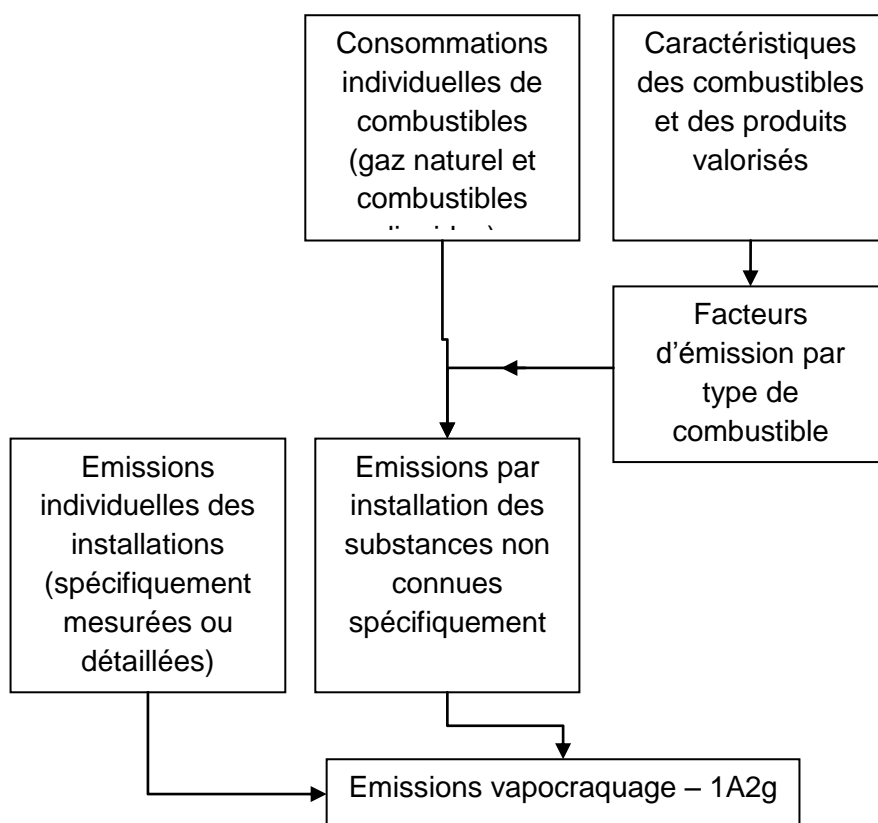
Les émissions de HAP sont déterminées à partir des consommations [19] et au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission de PCB puisque les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible sont nuls (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont supposées négligeables.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

INDUSTRIE MANUFACTURIERE (COMBUSTION) - SOURCES MOBILES

La présente section traite des émissions liées à la combustion provenant de sources mobiles du secteur de l'industrie et du BTP (engins mobiles non routiers). Les engins concernés sont essentiellement les équipements de machinerie tels que les groupes électrogènes, les chariots élévateurs, etc. Les engins de transport sont inclus dans les modes de transport correspondants.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1.A.2.a / 1.A.2.b / 1.A.2.c / 1.A.2.d / 1.A.2.e / 1.A.2.f / 1.A.2.g |
| CEE-NU / NFR | 1.A.2.g.vii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 08.08 |
| CITEPA / SNAPc | 08.08.01 et 08.08.02 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 07 à 08 / 10 / 12 à 13 / 15 à 18 / 20 à 22 / 23.1 / 23.2-4 / 23.7-9 / 23.5-6 / 24.1-3 / 24.4 / 24.5 / 25 à 33 / 41 / 43 |
| NAF 700 | Tous les codes relatifs à l'industrie manufacturière |
| NCE | Tous secteurs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|---|
| Top down | Valeurs nationales pour les polluants réglementés et valeurs par défaut pour les autres |

Niveau de méthode :

Rang 2 du fait de l'utilisation et de l'évolution des FE nationaux pour les polluants réglementés.

Références utilisées :

- [17] EMEP / EEA Guidebook
- [25] MEDDE / SOeS (ex Observatoire de l'Energie) - Données transmises à l'AIE et à EUROSTAT
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [71] SAMARAS Z. & ZIEROCK K-H. - The estimation of other mobile sources and machinery. May 1994
- [141] Directive 2004/26/CE du Parlement européen et du Conseil, du 21 avril 2004, modifiant la directive 97/68/CE sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluants provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers

[312] AEE - COPERT IV - Technical report N° 11/2006 - EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - Group 7: Road transport - 2006

[452] INSEE - Publication annuelle - Les consommations d'énergie dans l'industrie

[624] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 3, Combustion mobile, Table 3.3.1 et 3.2.2

[681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

[748] UNEP - Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. Edition 2.1 - Décembre 2005 - UNEP Chemicals - Table 35, 37, 48, 50

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les équipements mobiles consommateurs d'énergie fossile dans le secteur de l'industrie et du BTP sont nombreux et divers. Leur identification et leur dénombrement sont délicats car il n'existe pas de statistiques spécifiques et très fiables concernant les parcs et les consommations d'énergie.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Il est fait l'hypothèse que les engins spéciaux dans l'industrie ne consomment que du fioul domestique (FOD) et du gaz de pétrole liquéfié (GPL). A partir de 2011, il ne s'agit plus de FOD mais de gazole non routier (GNR). Cependant, les consommations énergétiques n'étant pas connues spécifiquement dans les statistiques, des hypothèses sont formulées, à savoir que la part des "autres usages" des publications de l'INSEE et du Ministère de l'agriculture [26] est affectée à ce type d'engins.

Par ailleurs, les publications de l'INSEE et du Ministère de l'agriculture [26] ne prennent pas en compte le secteur du BTP (Bâtiments et Travaux Publics). Il est fait l'hypothèse que les engins de ce secteur ne consomment que du FOD jusqu'en mai 2011 et uniquement du GNR par la suite. Les données de consommations sont celles transmises à l'AIE par le SOeS [25].

Les facteurs d'émission utilisés sont basés sur les sources disponibles et/ou dérivés des caractéristiques des combustibles [17, 70, 71, 74, 141, 312].

Les caractéristiques des combustibles prises en compte sont les caractéristiques moyennes par défaut (cf. section générale énergie). Les consommations d'énergie pour l'ensemble du secteur de l'industrie manufacturière sont indiquées en annexe 13.

Les émissions sont calculées à partir des consommations d'énergie estimées et des facteurs d'émission retenus pour chaque sous-ensemble « équipement x combustible » qui tiennent compte des avancées technologiques au travers des réglementations en vigueur. Une activité globale pour chaque combustible et des facteurs d'émission pondérés sont recalculés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les valeurs nationales (par combustible) sont appliquées uniformément à tous les équipements (cf. section générale énergie).

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission dont les valeurs différentes selon les combustibles sont issues de plusieurs références [624, 71].

Emissions de N₂O

Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation. Les facteurs d'émission proviennent du GIEC 2006 [624].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission calculés pour le FOD, le GNR et le GPL à partir des teneurs en soufre réglementaires et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x, COVNM et CO

Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation. Les facteurs d'émission sont établis sur la base de plusieurs références [71, 141] et varient selon le combustible et les années, en fonction de l'évolution des réglementations et de la mixité du parc.

Pour information les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins diesels sont présentés ci-après :

| Engin - Etape | FE NO _x (g/GJ) | FE COVNM (g/GJ) | FE CO (g/GJ) |
|-----------------------|------------------------------|--------------------|-----------------|
| Industrie pre-control | 1 161,9 | 168,6 | 376,2 |
| Industrie stage I | 742,3 | 131,2 | 376,2 |
| Industrie stage II | 484,1 | 100,9 | 376,2 |
| Industrie stage IIIA | 295,9 | 33,6 | 376,2 |
| Industrie stage IIIB | 266,3 | 19,2 | 376,2 |
| Industrie stage IV | 32,3 | 19,2 | 376,2 |

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

a/ combustion de carburants

Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation. Les facteurs d'émission sont établis sur la base de plusieurs références [17, 141] et varient selon le combustible et les années, en fonction de l'évolution des réglementations et de la mixité du parc.

Pour information les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins diesels sont présentés ci-après :

| Engin - Etape | FE TSP comb. (g/GJ) |
|-----------------------|---------------------------|
| Industrie pre-control | 136,4 |
| Industrie stage I | 77,6 |
| Industrie stage II | 33,3 |
| Industrie stage IIIA | 33,3 |
| Industrie stage IIIB | 2,2 |
| Industrie stage IV | 2,8 |

b/ abrasion mécanique

Les émissions de particules totales relatives à l'abrasion (usure des pneus, des freins, des embrayages et du revêtement routier) sont déterminées par rapport à une distance parcourue par les engins. Ces facteurs ont été déterminés à partir d'assimilation avec le transport routier et des hypothèses faites par le CITEPA.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

a/ combustion de carburants

Les facteurs d'émission PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ sont estimés à partir de données du CEPMEIP [49] et du guidebook EMEP / EEA [17]. Les particules de diamètre inférieur à 2,5 μm sont supposées être également en totalité ou en quasi totalité inférieures à 1,0 μm de diamètre.

b/ abrasion mécanique

Les facteurs d'émission sont déterminés à partir d'assimilation avec le transport routier et d'hypothèses du CITEPA.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

a/ combustion de carburants

Les ratios retenus sont différents selon les combustibles considérés :

- Diesel : évolution annuelle selon l'évolution du parc des engins (cf. base de données),
- GPL : 4%.

b/ abrasion mécanique

Le ratio retenu est 10,6%.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible et supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées au moyen de facteurs d'émission provenant d'une étude de l'UNEP [748].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

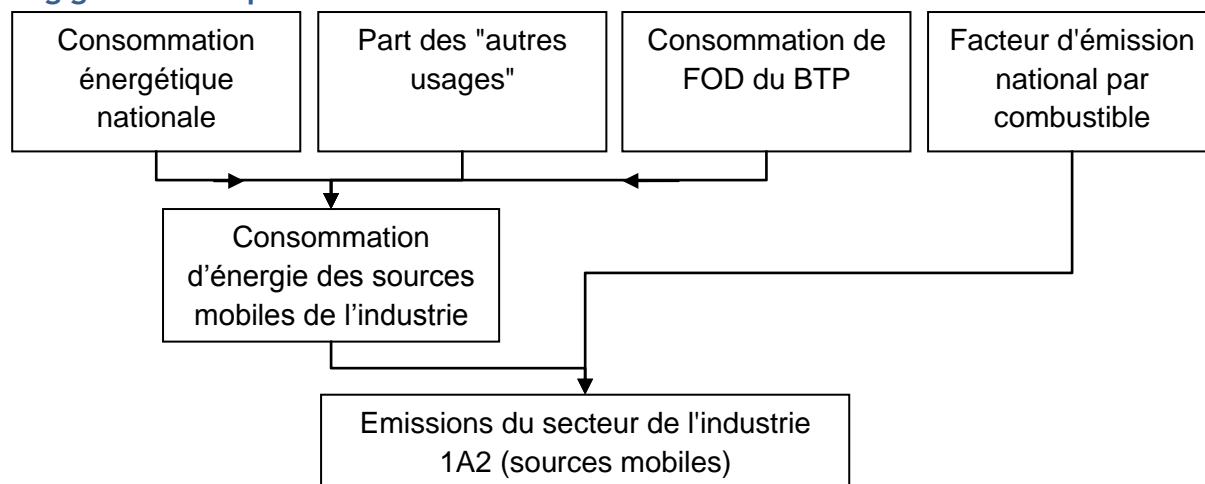
Le calcul des émissions fait intervenir de multiples hypothèses sur la nature des équipements et leur utilisation. Les facteurs d'émission des HAP proviennent de COPERT IV [312].

Polychlorobiphényles (PCB)

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de PCB n'est attendue.

Hexachlorobenzène (HCB)

Du fait des combustibles utilisés, aucune émission de PCB n'est attendue.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

TRANSPORTS

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 23/01/2017 | JR | 20/02/2017 | JPC |

TRANSPORT AERIEN

Cette section ne porte que sur les rejets des aéronefs à l'exclusion des engins militaires. Les rejets relatifs aux infrastructures et activités connexes sont exclus sauf mention contraire.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1.A.3.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.3.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 08.05.01 à 08.05.04 |
| CITEPA / SNAPc | 08.05.01 à 08.05.06 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 51 |
| NAF 700 | 621Z et 622Z (ancienne) ; 5110Zp et 5121Zp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up basé sur les mouvements par type de couples avion x moteur, par destinations et caractéristiques du vol | <ul style="list-style-type: none"> - Pour le cycle LTO, spécifiques aux types de couples avion x moteur et aux différentes phases du LTO. - Pour la partie croisière, par type d'appareils et selon les différentes phases de la croisière |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 3a

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [16] MEET 1997
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document environnement n°136, juin 2001
- [79] TNO - Particulate matter emissions (PM10 - PM2.5 - PM0.1) in Europe in 1990 and 1993 - February 1997
- [127] DGAC - données relatives aux liaisons domestiques et internationales
- [128] OACI - caractéristiques sur les moteurs et guide sur les APU 2007
- [129] DGAC - fichier « bruit » de Roissy
- [130] DGAC - données internes
- [131] DGAC - données internes relatives à AIR France
- [132] DGAC - Bulletin statistique annuel

[543] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b.vi Road tyre and brake wear

[666] Bilan de l'énergie Outre-mer annuel compilé par le CITEPA

[667] Gasoline Aviation Designation, DERD 2485, 91-90/Issue 1, 8 May 1996

[682] FE CO₂ par défaut du transport aérien, CENWG10 EG 5 : "Default values for air transport" - FNAM, Date: 11/02/2010

[697] BORT R., ANDRE J-M., SERVEAU L. - Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs - CITEPA, 2013

[787] Guide EMEP/EEA 2013 - Chapitre 1A3a - Aviation

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le transport aérien est à l'origine d'émissions de diverses substances dans l'atmosphère. Ces dernières sont constituées schématiquement par :

- Les rejets lors de la combustion de carburants par les équipements de propulsion ou de servitude (par exemple les APU). Les engins militaires sont exclus pour des raisons de confidentialité. L'ensemble de l'activité militaire est inclus dans les sources institutionnelles,
- Les émissions connexes attachées aux aéronefs (usure des pneumatiques, des freins, érosion des pistes, etc.),
- Les émissions liées aux activités environnantes telles que : engins de piste, trafic routier induit, servitudes aéroports (chaufferie, restauration, entretien espaces verts, etc.). Ces sources sont généralement incluses dans les activités de même nature à une échelle plus générale (par exemple trafic routier, combustion, etc.). C'est pourquoi, cette catégorie n'est pas traitée dans cette section. Au niveau de la plate forme aéroportuaire, elles sont d'importance variable selon la taille du site. Il est parfois justifié de les appréhender spécifiquement. Le lecteur se reportera éventuellement au guide méthodologique développé par le CITEPA [697].

Contrairement à la plupart des autres sources, les aéronefs se caractérisent par :

- Une altitude de rejet dans un domaine beaucoup plus étendu et variable au cours du vol, comprise entre le sol et plus de 10 000 m,
- Une localisation des rejets très étendue située dans des pays différents pour un même aéronef en vol international.

Par suite, en application des règles convenues dans le cadre des conventions internationales mais également de la particularité de la répartition du territoire français hors Europe ainsi que de la variabilité des caractéristiques de fonctionnement des aéronefs au cours des différentes phases de vol, il est nécessaire de décomposer le trafic aérien en sous-ensembles relatifs :

- A la phase de vol, dite « LTO (Landing and Take Off) », située au-dessous 3000 ft (914 m, souvent arrondi à 1000 m),
- A la phase de vol, dite « croisière », au-dessus de 3000 ft (914 m souvent arrondi à 1000 m).

Chacun de ces deux sous-ensembles est lui-même partagé en :

- Trafic domestique ou intérieur (liaisons entre deux points situés dans le pays considéré, en l'occurrence la France),
- Trafic international (liaisons entre deux points, l'un en France l'autre à l'étranger) pour la contribution relative aux ventes de carburant sur le territoire national.

La combinaison de ces deux critères, conduit à définir quatre catégories qui sont diversement prises en compte dans les inventaires :

| | Trafic < 1000 m (LTO) | Trafic > 1000 m (croisière) |
|-----------------------------|---|--|
| <i>Liaisons domestiques</i> | SNAP 080501 - dans le total CCNUCC - dans le total CEE-NU/NEC ¹³ | SNAP 080503 - dans le total CCNUCC - hors total CEE-NU/NEC |
| Liaisons internationales | SNAP 080502 - hors total CCNUCC - dans le total CEE-NU/NEC | SNAP 080504 - hors total CCNUCC - hors total CEE-NU/NEC |

NB : selon les lignes directrices de la CEE-NU de 2008, à partir des inventaires CEE-NU du 15 février 2009, le périmètre de l'inventaire CEE-NU pour le secteur de l'aviation a été modifié pour s'harmoniser avec celui de la directive sur les plafonds d'émission nationaux (NEC). Par contre, le périmètre diffère à présent de celui des inventaires des gaz à effet de serre pour la CCNUCC.

Le cycle LTO

La partie du vol au-dessous de 3000 ft correspond aux phases de décollage et d'atterrissage des avions. Elle comprend plusieurs phases :

- L'approche (de 3000 ft au sol),
- Le roulage sur la piste (après l'atterrissage et avant le décollage),
- Le parking,
- Le décollage,
- La montée (jusqu'à 3000 ft, soit environ 1000 m).

Les émissions dépendent de la durée de chacune de ces phases (elle-même variable selon les aéroports et les couples avion x moteur) et des caractéristiques des aéronefs (notamment du couple avion x moteur et des conditions d'exploitation).

NB : à partir des inventaires d'émissions de décembre 2007, les émissions des APU ont été ajoutées dans les émissions LTO.

La croisière

La partie du vol au-dessus de 3000 ft dite « croisière » comporte :

- La montée (de 3000 ft à l'altitude de croisière),
- La croisière stabilisée (partie du vol à altitude stabilisée),
- La descente (de l'altitude de croisière à 3000 ft).

Les émissions dépendent de la durée de chacune de ces phases (elle-même variable selon les types d'avions) et des caractéristiques des aéronefs (selon les types d'avions et les conditions d'exploitation).

Données caractéristiques du trafic

Les données relatives aux mouvements des aéronefs sont recensées par la DGAC [127, 131, 132]. Le temps de « taxi » est déterminé pour chaque aéroport, lorsque ces données sont disponibles dans les bases de la DGAC. En l'absence d'information, des données moyennes des années disponibles sont appliquées. Les aéroports pour lesquels aucune information n'est disponible se voient appliquer des temps forfaitaires et sont regroupés selon les classes suivantes :

- Roissy et Orly,

¹³ Format utilisé dans le cadre de la directive sur les plafonds d'émission nationaux (National Emission Ceilings)

- Les 11 aéroports français dont les trafics commerciaux (en nombre de mouvements) sont les plus importants après Roissy et Orly : Ajaccio, Bâle-Mulhouse, Bordeaux-Mérignac, Lille-Lesquin, Lyon-Satolas, Marseille-Provence, Montpellier-Méditerranée, Nantes-Atlantique, Nice-Côte d'Azur, Strasbourg-Entzheim, Toulouse-Matabiau,
- Les autres aéroports français,
- Les aéroports internationaux étrangers.

Les informations sur la motorisation des aéronefs et les consommations associées proviennent de différentes sources [787, 127, 128, 129, 130]. Certaines assimilations sont opérées en cas d'information manquante ou de multiples motorisations.

Le partage des liaisons entre métropole et Outre-mer (avec distinction des Territoires inclus dans l'UE ou non) est effectué en retenant l'hypothèse du partage pour moitié des liaisons respectives entre ces trois ensembles.

Données statistiques de consommation

Les données de ventes de carburants à usage de l'aviation (CPDP [14]) sont disponibles et permettent d'assurer un bouclage sur les consommations totales de carburants avions. Pour les territoires d'Outre-mer inclus ou non dans l'UE, c'est le bilan de l'énergie compilé par le CITEPA qui est utilisé [666].

La consommation relative à la croisière internationale est bornée par le solde obtenu entre le total des ventes françaises diminué des consommations déterminées pour les cycles LTO (domestique et international) et la croisière domestique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

L'activité relative à la combustion est donc déterminée pour les divers éléments fins (par type de couple avion x moteur, phase, liaison, etc.). Face au volume important de données (le seul fichier de trafic des vols commerciaux par liaison type comporte plus de un million d'enregistrements pour une année, et aux divers paramètres en relation, le traitement des données est réalisé au moyen d'une application informatique développée conjointement avec la DGAC, qui constitue un outil commun pour les inventaires d'émissions nationaux et le calculateur DGAC.

Les émissions sont déterminées chaque année aussi bien pour les vols commerciaux et non commerciaux de manière à renseigner les différents sous-ensembles requis par le reporting des inventaires. Des résultats individualisés par aéroport peuvent également être déduits pour des applications locales. De manière analogue, un traitement approprié permet de déterminer au sein du trafic international, la fraction correspondant aux liaisons intra UE.

Les émissions non liées à la combustion (abrasion des pneus, des freins, de la piste) sont déterminées en fonction du nombre de cycles LTO au moyen de facteurs d'émission.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission retenu est de 71,6 kg CO₂/GJ (cf. partie générale combustion), pour le kérosène et 70,5 kg CO₂/GJ pour l'essence aviation [682]. Les émissions sont calculables à partir des consommations d'énergie déterminées pour l'entité considérée (type de trafic, d'aéronef, d'aéroport, etc.).

Emissions de CH₄

Selon les hypothèses du Guidebook EMEP [787], il est supposé que les émissions de CH₄ n'ont lieu que pendant les phases LTO et sont estimées à 10% des émissions des COV totaux.

Emissions de N₂O

Des facteurs d'émission de N₂O moyens sont utilisés : 2,8 g/GJ pour le LTO et 2,3 g/GJ pour la croisière [787].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Le carburant avion ne contient que peu de soufre. Le facteur d'émission de 22,7 g/GJ est utilisé (cf. partie générale combustion). Les émissions sont calculables à partir des consommations d'énergie déterminées pour l'entité considérée (type de trafic, d'aéronef, d'aéroport, etc.).

Emissions de NO_x, COVNM et CO

Les facteurs d'émission et par suite les émissions sont des valeurs moyennes nationales tous types d'aéronefs confondus (y compris avions non commerciaux mais avions militaires exclus) rapportés à la consommation d'énergie.

Si, les valeurs par type de couple avion x moteur, par aéroport, par phase sont considérées dans le calcul, seuls les émissions et facteurs d'émissions agrégés au niveau des inventaires nationaux sont présentés in fine. Compte tenu des différents périmètres géographiques éventuellement considérés, ces facteurs d'émission moyennés peuvent différer [16, 787, 128]. Par suite de l'évolution de la structure pondérée du trafic et des appareils, les facteurs d'émission moyens varient au cours du temps.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables et donc non estimées.

Emissions de particules poussières totales en suspension (TSP), PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}, BC

Les rejets de particules proviennent, d'une part, de la combustion et, d'autre part, de l'abrasion de différents organes et de la piste.

PM Combustion

Les émissions de particules lors de la combustion sont calculées à partir de données ne distinguant pas les différents types de couple avion x moteur et donc sont appliquées sans variation au cours du temps pour la combustion hors APU [79] et pour les APU [128]. Le facteur d'émission de TSP et de PM₁₀ est 11 g/GJ (hors APU), il est de 9,6 g/GJ pour les PM_{2,5} et 7,9 g/GJ pour les PM_{1,0}.

Pour les APU, les facteurs d'émission de TSP sont respectivement de 25 et 40 g/LTO pour les vols domestiques et internationaux [128], la même spéciation granulométrique que pour la combustion (hors APU) est utilisée.

Les émissions de BC de la combustion (APU et hors APU) sont calculées à partir d'une spéciation des émissions de PM_{2,5}. Les ratios appliqués proviennent du guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [787]. Les ratios appliqués sont de 57% de PM_{2,5} pour le kérosène et de 18% des PM_{2,5} pour l'avgas.

PM Abrasion

Les facteurs d'émissions de particules provenant de l'abrasion couvrent l'abrasion des pneus, des freins et des pistes. Les facteurs d'émission ci-dessous représentent une pondération de ces trois sources. Les émissions sont indépendantes de la consommation d'énergie et les facteurs d'émission sont exprimés par rapport au nombre de cycles LTO sans autre distinction au cours du temps ou du type d'avion.

Le facteur d'émission pour les PM₁₀ est 190 g/LTO. Les facteurs d'émission des TSP et des PM_{2,5} sont extrapolés de la valeur des PM₁₀ [68]. Ainsi, le facteur d'émission des TSP est de 381 g/LTO, celui des PM_{2,5} est de 79 g/LTO et celui du BC est de 11% des PM_{2,5} en se basant sur l'abrasion du secteur routier [543].

Métaux lourds (ML)

Il n'y a pas d'émission attendue de métaux lourds lors de la combustion car le kérosène en contient très peu.

Seules les émissions de plomb sont considérées pour l'essence avion (AVGAS 100LL), utilisée pour les avions munis de moteurs à pistons. Ce carburant, contrairement à l'essence automobile, contient toujours une petite part de plomb.

Le facteur d'émission de plomb pour les avions à piston est de 16,9 g/GJ [667]. Le trafic international effectué avec des moteurs à piston est très faible et de ce fait négligé, i.e. tout le carburant essence avion est affecté aux vols domestiques.

A noter que dans les rapports d'inventaires nationaux, le trafic aérien est caractérisé par une consommation de carburants tous types confondus. Par suite, le facteur d'émission apparent pour le plomb, rapporté à l'ensemble des carburants avions, évolue au cours du temps en fonction des quantités respectives des autres carburants.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Ces émissions ne sont pas prises en compte actuellement dans l'inventaire.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Ces émissions ne sont pas prises en compte actuellement dans l'inventaire.

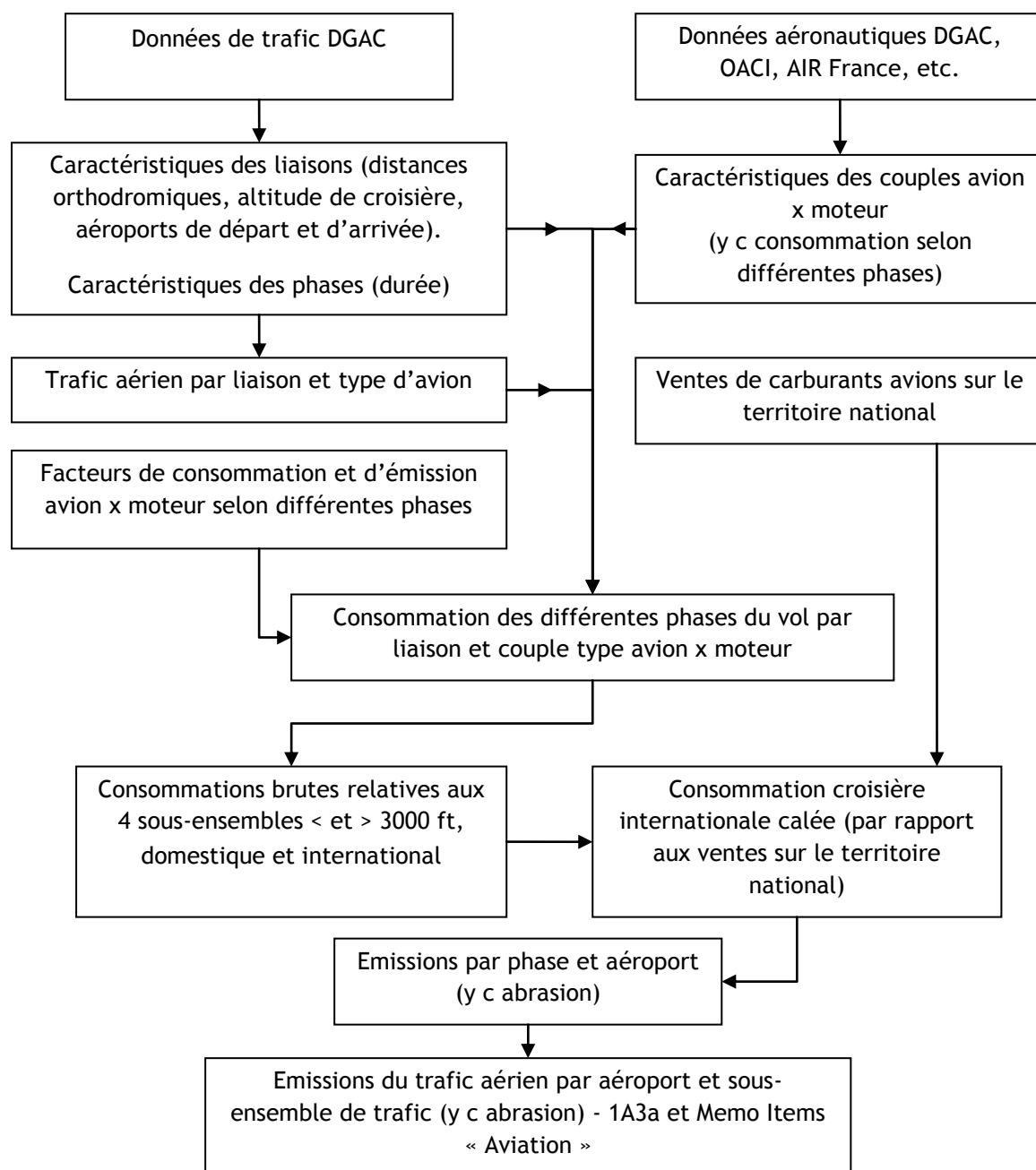
Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB liées à la combustion sont considérées comme nulles ou négligeables et donc non estimées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Ces émissions ne sont pas prises en compte actuellement dans l'inventaire.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | JMA | 21/02/2017 | JPC |

TRANSPORT ROUTIER

Cette section concerne le transport routier de personnes et de marchandises à l'exclusion des engins dits « off-road » tels que engins agricoles, forestiers, industriels, de loisirs, etc. Les émissions non directement liées à l'utilisation de l'énergie sont également traitées dans cette section.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.3.b |
| CEE-NU / NFR | 1.A.3.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 07 |
| CITEPA / SNAPc | 07 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | Toutes les rubriques sauf 0011 et 0012 |
| NAF 700 | pour la partie commerciale 60.2 (ancienne) ; 4931Zp, 4932Zp, 4939 A à C, 4941 A à C, 4942Z, 4950Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|--|
| Top-down | Recours à des modèles et des fonctions ou facteurs spécifiques à chaque catégorie, facteurs d'émission par défaut pour CO ₂ et certaines autres substances. |

Niveau de méthode (GES et PA):

CO₂ :

Méthode de rang 3 (modèle d'émissions COPERT), mais avec des facteurs d'émission de CO₂ par défaut de COPERT (contenus en carbone moyen par défaut Européen) pour le gazole, l'essence et le GPLc. Un facteur d'émission spécifique national est utilisé pour le CO₂ du GNV.

CH₄, N₂O :

Méthode de rang 3 (modèle d'émissions COPERT), avec des facteurs d'émission prenant en compte les conditions de trafic national.

Autres polluants :

Méthode de rang 3 (modèle d'émissions COPERT), avec des facteurs d'émission prenant en compte les conditions de trafic national, pour CO, NOx, COVNM, NH₃, PM, c'est-à-dire volumes de trafic par type de véhicule, vitesses en milieux urbain, rural, et autoroute, et les différents types de motorisation en fonction des normes EURO.

SO₂, Métaux lourds : les émissions de ces polluants sont estimées sur la base des consommations de carburant et de facteurs d'émissions.

HAP, PCCD/F, PCB : ces émissions de polluants sont déterminées sur la base des données de trafic par type de véhicule et de facteurs d'émissions.

Références utilisées :

- [14] Pétrole - statistiques annuelles des carburants
- [54] CCFA - Note annuelle sur le parc automobile français
- [55] Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - DAEI - Le marché des véhicules, immatriculations et parcs au 1er janvier (publication annuelle)
- [56] ARGUS - Numéro annuel spécial statistiques
- [57] FIEV / CSNM - Statistiques sur le motocycle en France
- [58] INRETS - BOURDEAU B. - Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020 - 1998
- [60] Ministère chargé des Transports - Rapports annuels de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)
- [61] Ecole des Mines de Paris - PALANDRE L., BARRAULT S., CLODIC D. - Inventaire et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions (mise à jour annuelle)
- [311] HUGREL C., JOUMARD R. - Transport routier - Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, INRETS, Rapport LTE n°0420, Septembre 2004
- [318] INSEE - Tableau économique de la Réunion, chapitre transport routier
- [319] INSEE - Tableau économique de la Martinique, chapitre transport routier
- [320] INSEE - Tableau économique de la Guadeloupe, chapitre transport routier
- [321] INSEE - Tableau de l'économie calédonienne, chapitre transport routier
- [322] INSEE - Tableau économique de la Guyane, chapitre transport routier
- [387] L'officiel du cycle, de la moto et du quad - Numéro annuel spécial statistique
- [400] I.E.O.M. Institut d'Emission d'Outre Mer, rapport annuel
- [401] I.E.D.O.M. Institut d'Emission des Départements d'Outre-mer, rapport annuel
- [402] Observatoire Energie Réunion - Bilan énergétique de l'île de Mayotte, année 2008, édition 2009 -
- [403] DIMENC - Bilan de l'énergie de Nouvelle-Calédonie 2007 à 2009 + coefficients de conversion
- [453] NERI - Heavy metal emissions for Danish road transport, technical report n° 780, 2010
- [499] Kreider et al. - Physical and chemical characterization of tire-related particles: Comparison of particles generated using different methodologies - Science of total environment, 2010, p 632-659
- [500] ADEME - Véhicules particuliers vendus en France. Evolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques. Données et Références. Publication annuelle
- [501] MIQUEL G. - Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport n° 261 du Sénat, avril 2001
- [542] PULLES T. et al. - Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles, Atmospheric Environment 2012, n° 61, pp 641-651
- [543] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b.vi Road tyre and brake wear
- [544] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook -- Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b Road transport
- [545] EEA - Données annuelles relatives à la surveillance des émissions de CO₂ des véhicules particuliers en application du règlement 443/2009
- [546] Observatoire national interministériel de la sécurité routière - Bilans annuels de la sécurité routière en France

- [547] ANDRE M. et al. - Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, rapport provisoire de l'IFSTTAR, 2013
- [548] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquêtes annuelles sur le transport routier de marchandises (TRM, publication annuelle)
- [549] MEDDE/CGDD/SOeS - Le transport collectif routier de voyageurs (publication annuelle)
- [550] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquêtes sur l'utilisation des VUL (publication quinquennale depuis 1986)
- [551] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquête sur l'utilisation des deux-roues motorisés, 2012
- [630] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - Technical report N° 12/2013-1.A.3.b.v Gasoline evaporation
- [716] COPERT 4 software, version 11.0 Sept 2014 -www.emisia.com

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les émissions associées aux transports routiers sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés dans ces trois grandes catégories :

- Les émissions liées à la combustion et son post-traitement,
- Les émissions liées à l'évaporation des carburants et aux fuites des climatisations
 - L'évaporation de composés organiques volatils (COV) contenus dans les carburants tant lors du fonctionnement qu'à l'arrêt du véhicule,
 - Les fuites de fluides frigorigènes utilisés pour la climatisation.
- Les émissions liées à l'abrasion
 - L'abrasion mécanique de divers organes des véhicules (freins, pneumatiques),
 - L'usure du revêtement routier.

Méthode générale d'estimation des émissions (communes au NIR et à l'IIR) :

Introduction

D'ordinaire, les instances internationales classent dans des catégories différentes les émissions liées à l'utilisation de l'énergie et les émissions liées aux autres causes. Dans le cas du transport routier, elles dérogent en partie à cette règle et classent dans la même catégorie 1.A.3.b toutes les émissions dues au transport routier à l'exception :

- des fluides frigorigènes rapportés dans la catégorie 2.F,
- des émissions de CO₂ liées à l'utilisation de l'urée dans les systèmes de catalyse déNOx SCR (Selective Catalyst Reduction), rapporté en 2.D.3.4 « autres usages non énergétiques de produits »,
- les émissions de CO₂ liées à la combustion des huiles 4 temps (usage non énergétique), rapportées dans la catégorie CRF 2.D.1 (les autres polluants sont rapportés en NFR 2.G).

Les données pour le calcul des émissions du transport routier

L'estimation des émissions des véhicules routiers liées à la combustion/évaporation fait appel à de très nombreux paramètres relatifs :

- Au parc de véhicules :

- Type de véhicule : véhicule particulier (VP), véhicule utilitaire léger (VUL), poids lourd (PL), bus et cars, deux-roues,
- Type de motorisation / carburant : essence, diesel, bicarburation, GPLc, GNV, etc.,
- Taille, masse ou cylindrée,
- Age du véhicule et conformité aux normes environnementales notamment EURO (donc de la présence d'équipements tels que pot catalytique, filtre à particules, injection, type de réservoir, climatisation),
- A l'utilisation du véhicule :
 - Répartition par type de voie / comportement routier (autoroute, route, urbain),
 - Vitesse moyenne,
 - Pente de la route,
 - Distance annuelle parcourue,
 - Longueur moyenne du trajet,
- A divers autres :
 - Température ambiante,
 - Bilan des ventes de carburants y compris la part d'agro-carburants.

L'estimation des émissions des véhicules routiers liées à l'abrasion et aux fluides frigorigènes fait appel aux paramètres suivants :

- Les émissions de particules, de métaux lourds et de HAP provenant de l'usure de divers organes du véhicule (frein et pneumatiques), d'une part, et provenant de l'érosion du revêtement routier, d'autre part, sont basées sur les parcs dynamiques (i.e. trafic) issus du modèle COPERT [544] et d'une étude du WBCSD [499].
- Les émissions de HFC utilisées comme fluide frigorigène pour la climatisation des véhicules sont déterminés à partir des travaux réalisés par l'Ecole des Mines de Paris [61] considérant les quantités de fluide mises en jeu à partir des caractéristiques des équipements, des données de parc et d'une hypothèse de renouvellement du fluide tous les trois ans (cf. 2.F).

Les modèles de calculs pour les émissions à l'échappement/évaporation

Deux modèles sont couplés pour déterminer les émissions : le modèle OPALE pour le parc statique (nombre) des véhicules et le modèle COPERT pour les émissions.

1/ Le modèle OPALE (Ordonnancement du Parc Automobile en Liaison avec les Emissions)

Il a été développé par le CITEPA pour établir un parc statique détaillé des véhicules immatriculés en France à partir des données statistiques disponibles [54, 55, 56, 57, 58, 60, 311, 387] qui soit compatible avec le modèle COPERT (COmputer Programme to Calculate Emissions from Road Traffic) [544].

➤ Calcul du parc statique pour les VP

Le parc global de référence retenu pour les VP est celui établi par le CCFA [54] qui, de l'avis de nombreux experts, est le plus représentatif et, contrairement aux données administratives, tient mieux compte des véhicules en fin de vie retirés du parc.

La structure plus fine nécessaire pour le modèle COPERT [544] est établie à partir des immatriculations de véhicules de particuliers neufs par cylindrée [56], introduites dans une base de données au CITEPA depuis 1960.

Les taux de survie annuels déterminés à partir des deux jeux de données précédents (parc par âge et immatriculations) sont de facto appliqués uniformément à cette structure fine de véhicules.

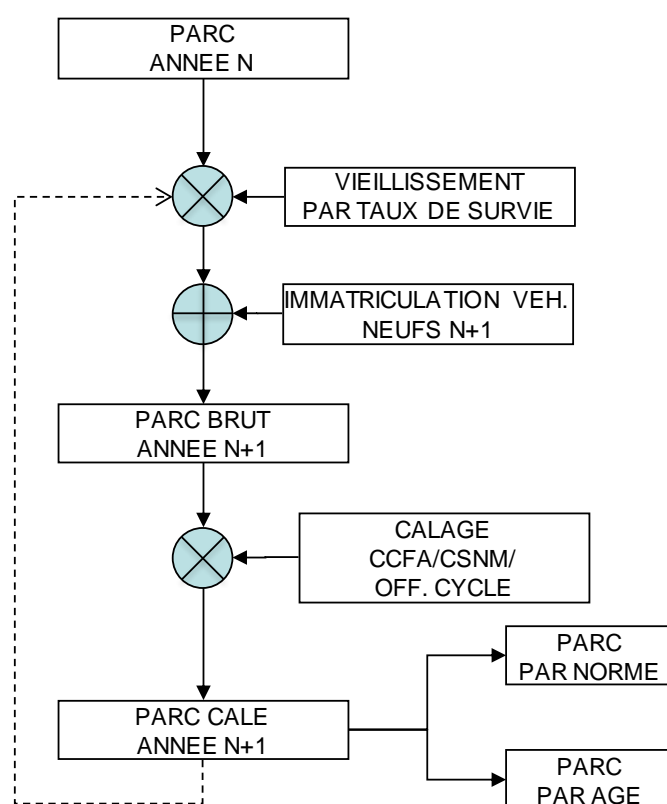
Pour les VP roulant au GPL ou au GNV, la structure fine est obtenue en appliquant la répartition fine des véhicules essences, car en général ces véhicules ont une double motorisation.

➤ Calcul du parc statique pour les VUL

Comme pour les VP, le parc global de référence est celui établi par le CCFA [54].

La structure plus fine nécessaire est établie à partir des immatriculations de véhicules utilitaires légers neufs par PTAC [55], introduites dans une base de données au CITEPA depuis 1960.

Les taux de survie annuels déterminés à partir des deux jeux de données précédents (parc par âge et immatriculations) sont de facto appliqués uniformément à cette structure fine de véhicules.



Logigramme du processus d'estimation du parc statique dans le modèle OPALE

➤ Calcul du parc statique pour les PL (y compris les bus et cars)

Comme pour les VUL, le parc global de référence est celui établi par le CCFA [54] et le calage se fait en appliquant une fonction de pondération en fonction de l'âge pour éviter entre autre de recalculer les véhicules nouvellement immatriculés.

La structure plus fine nécessaire est établie à partir des immatriculations des poids lourds, bus et cars neufs par PTAC [55], introduites dans une base de données au CITEPA depuis 1960.

Les taux de survie sont ceux de la littérature [311].

Pour les Bus roulant au GNV, la structure fine est obtenue en appliquant la répartition fine des PL essences.

➤ Calcul du parc statique pour les 2 roues

Le parc global de référence est celui établi par le CSNM [57] (jusqu'en 2005) et par l'officiel du cycle [387] (depuis 2007). Le calage se fait en appliquant une fonction de pondération en fonction de l'âge.

La structure plus fine nécessaire est établie à partir des immatriculations des 2 roues neufs par cylindrée [55], introduites dans une base de données au CITEPA depuis 1960. Pour les 2 roues dont la cylindrée est inférieure à 50 cm³ les immatriculations ne sont disponibles que depuis mi-2004. Avant cette date, il est fait l'hypothèse que les ventes représentent les immatriculations.

Les taux de survie sont ceux de la littérature [311].

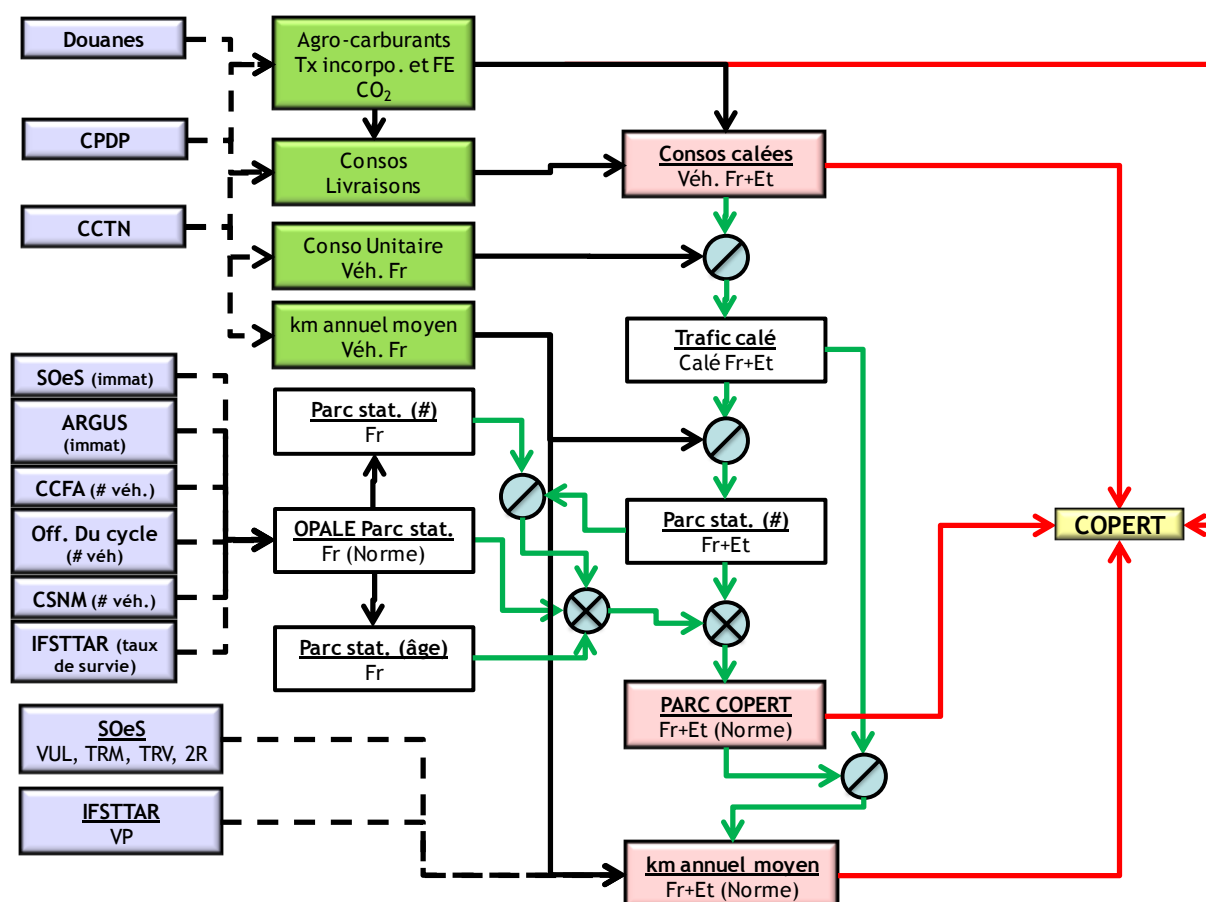
Quel que soit le type de véhicule (VP, VUL, PL ou 2 roues), hypothèse est faite que 30% des immatriculations qui précèdent la mise en place d'une norme sont conformes à la dite norme [547].

Le parc détaillé (type de véhicule, type de motorisation, cylindrée, rattachement aux normes d'émissions) est alors disponible.

Le modèle OPALE estime donc un parc statique au 31 décembre de chaque année et pour chaque type de véhicules par norme.

Le parc par norme ainsi calculé est le parc des véhicules immatriculés en France. Or les ventes de carburants en France concernent principalement des véhicules français mais aussi des véhicules étrangers.

Il faut donc estimer les parcs statiques et roulants des véhicules français et étrangers roulant sur prise carburant en France.



Logigramme du processus d'estimation des données nécessaires au calcul des émissions dans le modèle COPERT.

Les consommations de carburants, calées sur les ventes en France, par type de véhicules/motorisations ($Conso_{calée, Fr+et}(type\ veh, motorisation)$) sont estimées à partir des

consommations sur le territoire par type de véhicules (Français et étrangers)/motorisation ((Conso_{territoire,Fr+Et}(type veh, motorisation)) et du solde aux frontières (solde) issues de la CCTN [60].

$$Conso_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation) = \frac{Conso_{territoire,Fr+Et}(type\ veh, motorisation) * \sum_i Conso_{territoire,Fr+Et}(i, motorisation) + solde}{\sum_i Conso_{territoire,Fr+Et}(i, motorisation)}$$

$i = 2\ Roues, VP, VUL, PL, Bus\ et\ cars$

Le trafic par type de véhicules/motorisations calé sur les ventes de carburants en France (Trafic_{calé,Fr+Et}(type veh, motorisation)) est obtenu en divisant les consommations obtenues précédemment par la consommation unitaire [60] par type de véhicules (français)/motorisations (Conso Unitaire_{Fr}(type veh, motorisation)).

$$Trafic_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation) = \frac{Conso_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation)}{Conso\ Unitaire_{Fr}(type\ veh, motorisation)}$$

Ce trafic, divisé par les kilométrages annuels moyens [60] par type de véhicules (français)/motorisations (km_{Fr}(type veh, motorisation)), donne le nombre de véhicule (VP, VUL, PL, Bus et cars et les deux roues) circulant sur prise carburant française (Nb véhicule_{calé,Fr+Et}(type veh, motorisation)).

$$Nb\ vehicule_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation) = \frac{Trafic_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation)}{km_{Fr}(type\ veh, motorisation)}$$

L'hypothèse que les véhicules étrangers ayant fait une prise de carburant en France sont plus jeunes que le parc français est appliquée de la façon suivante :

$$Nb\ vehicule_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation, \acute{a}ge) = Nb\ vehicule_{OPALE}(type\ veh, motorisation, \acute{a}ge) * \alpha_{type\ veh, motorisation}^{(\acute{a}ge_{max} - \acute{a}ge)}$$

avec $\acute{a}ge_{max}$ = longévité maximum des véhicules (30 ans pour VP et VUL, 24 ans pour les PL, 30 ans pour les bus et cars, 15 ans pour les 2 roues).

$$Et \sum_{\acute{a}ge} Nb\ vehicule_{OPALE}(type\ veh, motorisation, \acute{a}ge) * \alpha_{type\ veh, motorisation}^{(\acute{a}ge_{max} - \acute{a}ge)} =$$

$$Nb\ vehicule_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation) = \sum_{\acute{a}ge} Nb\ vehicule_{cal\acute{e},Fr+Et}(type\ veh, motorisation, \acute{a}ge)$$

Cette hypothèse ne s'applique qu'au VP essence et diesel, VUL essence et diesel, PL diesel et cars diesel.

Nous gardons l'hypothèse que les VP GPL, électriques, GNV, les bus diesel et GNV ainsi que les 2 roues sont des véhicules français.

La répartition par norme est obtenue en considérant la norme à la date de première immatriculation correspondante.

Les données entrées dans le modèle COPERT sont des parcs à mi-année calculés par moyenne arithmétique des parcs estimés ci-dessus de deux années consécutives.

2/ Le modèle COPERT [544]

Développé au travers de projets européens financés par l'AEE et la Commission européenne, ce modèle est utilisé pour estimer les émissions à l'échappement et par évaporation. Ses données d'entrée sont les paramètres mentionnés précédemment.

Le modèle calcule dans un premier temps la consommation globale de chaque carburant (essence + bio-essence, gazole + bio-gazole, GPLc, GNV) sur la base des divers paramètres renseignés. Le

rapprochement de ces consommations calculées avec les ventes de carburants conduit à un processus itératif d'ajustement de certains paramètres jusqu'à obtention de balances énergétiques satisfaisantes. Les valeurs des paramètres sont fixées à partir de diverses études [58, 60, 311]. Des règles logiques sont respectées comme la décroissance de la distance annuelle parcourue en fonction de l'âge du véhicule [547, 548, 549, 550, 551], la hiérarchie des vitesses moyennes sur les différents réseaux [546], etc.

Toutes les valeurs des paramètres et conditions de trafic sont revues et si nécessaire ajustées chaque année. Les principaux paramètres d'ajustement sont :

- Les distances annuelles parcourues pour tous les véhicules pour la période 1960-1989 (pour les véhicules GPLc, GNV et les 2 roues à partir de 1990),
- Les vitesses moyennes sur les différents réseaux pour les VP et VUL à partir de 1990, ainsi que les réductions annuelles des consommations unitaires des VP et VUL basées sur les données du « car labelling » [500, 545],
- La pente pour les poids lourds à partir de 1990.

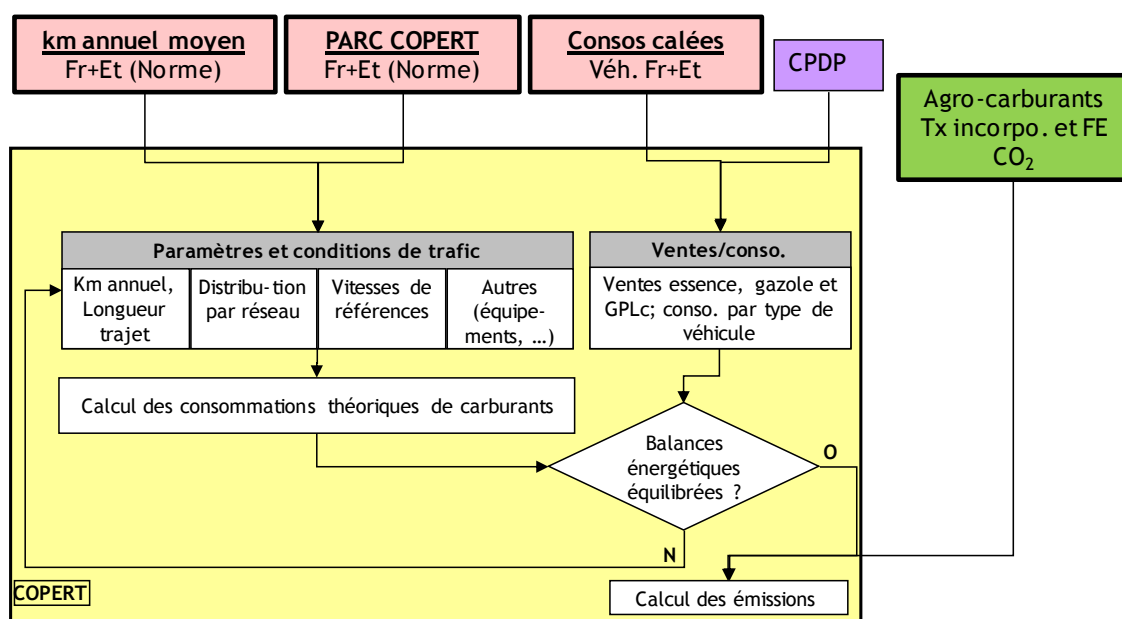
Les bilans énergétiques

Ils servent dans le modèle COPERT d'éléments de calage et de validation globale, par le biais d'un processus d'ajustement itératif entre le calcul théorique COPERT de la consommation de carburant (dépendant des paramètres de circulation) et la valeur statistique entrée¹⁴ (respectivement pour les différents carburants) (cf. logigramme ci-dessous).

La différenciation entre les livraisons sur le territoire français (ventes CPDP [14] auxquelles sont soustraites les usages non routiers) et les consommations sur le territoire français [60] est nécessaire du fait des exigences liées aux spécifications du rapportage des émissions auprès des instances internationales.

Les spécifications des inventaires d'émissions CCNUCC pour les gaz à effet de serre et CEE-NU pour les autres polluants requièrent pour le transport routier un calage énergétique sur les ventes de carburant plutôt que sur l'estimation des consommations de carburant sur le territoire national. Les chiffres de consommation de carburant de la CCTN [60] sont des estimations de consommation sur le territoire français (indépendamment du lieu d'achat du carburant, en France ou à l'étranger). C'est pourquoi, pour les inventaires d'émissions, ces chiffres de consommation de carburant par grand type de véhicules de la CCTN [60] sont recalés sur les livraisons de carburant du transport routier (déterminées comme les livraisons CPDP de carburant auxquelles les consommations des usages non routiers estimées par la CCTN [60] sont soustraites).

¹⁴ Les statistiques énergétiques disponibles (et utilisées dans les inventaires) pour les carburants routiers, correspondent aux données de livraisons de carburants plutôt qu'à des ventes à la pompe. La différence entre les deux valeurs est faible et est due à un décalage temporel de stock(s).



Logigramme du processus d'estimation des émissions dans le modèle COPERT.

Pour ce qui est des données et conditions de circulation, celles-ci concernent :

- Les kilomètres parcourus (trafic) : du fait du recalage des consommations CCTN [60] par rapport aux livraisons pour le routier, et du ratio entre ces consommations et les consommations unitaires de la CCTN [60], le trafic correspond au trafic des véhicules circulant sur prise carburant française. Après cet ajustement, les kilomètres parcourus par grand type de véhicule servent de référence pour l'estimation des kilomètres parcourus par type de véhicule défini dans COPERT.
- Les kilométrages annuels moyens par véhicule : la variation des kilométrages annuels moyens en fonction de l'âge des véhicules est prise en compte, d'après les éléments du rapport de l'IFSTTAR [547] pour les VP, des enquêtes TRM, TRV, VUL et 2R [548, 549, 550, 551] pour les autres types de véhicules. D'autre part, comme indiqué ci-avant, un bouclage sur les kilomètres parcourus (trafic) CCTN [60] ajustés est assuré par grand type de véhicule.
- La répartition du trafic sur les 3 modes (urbain, rural, autoroute) : la répartition du trafic sur les 3 modes par type de véhicule est estimée à partir d'éléments relatifs dans le rapport de l'IFSTTAR [547] et avec un recalage sur la répartition par réseau de la CCTN [60], globale tout véhicule.
- Les vitesses moyennes de référence sur les 3 modes (urbain, rural, autoroute) : finalement de nombreux paramètres et conditions de trafic sont calés et contraints par les statistiques nationales (les ventes de carburant, les kilomètres parcourus, la distribution globale par réseau, le parc global de véhicule). Par conséquent, les degrés de liberté dans l'application du modèle COPERT sont limités. Ainsi, en pratique, c'est in-fine sur les vitesses moyennes de référence que sont effectués les ajustements qui permettent le bouclage de validation entre le calcul théorique COPERT des consommations et le bilan énergie (les livraisons de carburant pour l'usage du transport routier). Toutefois, la variation des vitesses sur les différents réseaux [545] est prise en compte pour refléter au mieux la réalité des conditions de trafic en France.

A ce stade du processus, le kilométrage et donc le parc roulant (i.e. trafic = véhicules x kilomètres parcourus) sont disponibles ainsi que le bilan énergétique par type de véhicule.

Dans un deuxième temps, le modèle COPERT permet d'estimer les émissions de certains polluants sur la base du jeu de paramètres déterminés. Des tests de sensibilité ont montré que l'incidence de la paramétrisation est relativement limitée du fait que les fourchettes plausibles de valeurs sont assez bien maîtrisées et que pour obtenir une balance énergétique équilibrée, l'incidence de la modification d'un paramètre nécessite généralement la modification d'un ou plusieurs paramètres dont l'effet sera antagoniste.

Les émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) par évaporation, véhicule en fonctionnement, à l'arrêt ou au remplissage du réservoir sont aussi déterminées [630].

La consommation d'huile servant de lubrifiant dans les moteurs et qui est brûlée avec le carburant est déterminée en utilisant la méthodologie développée par le NERI [453]. La consommation d'huile est fonction du type de véhicule (VL, PL, 2 roues hors motocyclettes) et de l'âge de celui-ci en considérant que les véhicules neufs consomment entre 0,25 litre / 10 000 km (2 roues) et 2,5 litres / 10 000 km (PL). Pour les motocyclettes et les motos à moteur 2 temps, l'hypothèse que l'huile est mélangée à l'essence à hauteur de 3% en volume est retenue.

L'huile consommée contribue en tant qu'hydrocarbure aux émissions liées à la combustion de manière similaire aux carburants, à l'exception des métaux lourds pour lesquels les compositions différenciées des huiles et des combustibles sont prises spécifiquement en compte.

Les données de calcul pour les émissions liées à l'abrasion

1/ Usure des plaquettes de freins et des pneus [499, 543, 544] :

Les émissions de particules, de métaux lourds et de HAP sont prises en compte. Les émissions de particules sont calculées comme étant le produit du parc roulant (par grand type de véhicule) par un facteur d'émission (par grand type de véhicule) puis par un facteur correctif de vitesse. Les ML et les HAP sont traités comme des spéciations des émissions de particules.

Les émissions de HAP disparaissent à partir de 2010 car le règlement REACH impose de ne plus utiliser d'huile dans la fabrication des pneumatiques. De plus, l'huile n'a jamais été employée dans la fabrication des pneumatiques pour les PL.

2/ Usure des routes [543] :

Le calcul couvre les émissions de particules sans remise en suspension, de métaux lourds et de HAP. Les émissions sont calculées comme étant le produit du parc roulant (par grand type de véhicule) par un facteur d'émission (par grand type de véhicule). Les ML et les HAP sont traités comme des spéciations des émissions de particules.

Les données de calcul pour les émissions liées à l'utilisation des climatisations

Cf. 2.F.

Outre-mer

Les données pour le calcul des émissions pour l'Outre-mer y compris les PTOM sont dérivées en partie des données de la métropole pour ce qui est de la structure de parc roulant.

Pour le parc statique, un parc agrégé (VP, VUL, PL, 2 Roues) est d'abord calculé à partir des données de l'INSEE [318, 319, 320, 321, 322] et du SOeS [55] pour ces territoires ainsi que pour la métropole. Les ratios par grand types de véhicules entre les données de la métropole et les données de l'Outre-mer sont appliqués à chaque catégorie de véhicule (norme - cylindrée/poids) du parc de la métropole pour obtenir le parc de l'Outre-mer global (y compris PTOM).

Les consommations de carburants dans ces territoires sont données dans le bilan énergétique réalisé en interne [318, 319, 320, 321, 400, 401, 402 et 403]. Les kilométrages annuels moyens introduits dans le modèle COPERT [544] sont ceux de la métropole. Des ajustements sont effectués pour obtenir une balance énergétique équilibrée puis, in fine, le parc roulant et calculer les émissions. Les émissions sont réparties au prorata des consommations de carburants dans chaque territoire.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR):

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont issues de la combustion des carburants (essence, gazole, gaz naturel véhicule et GPLc) et des agro-carburants (bio-essence et bio-gazole). L'incorporation d'agro-carburant n'a lieu qu'en métropole.

L'estimation des émissions de CO₂ issues de la combustion des agro-carburants est réalisée en intégrant au modèle méthodologique COPERT [544] les pourcentages massiques d'agro-carburants dans les produits pétroliers ainsi que leurs facteurs d'émission. Il est ainsi possible de distinguer les émissions de CO₂ issues des produits pétroliers et celles issues des agro-carburants. Ces dernières étant exclues du total des émissions des gaz à effet de serre dans le cadre de la convention sur les changements climatiques.

Les facteurs d'émission des différents carburants, sont calculés en fonction du ratio hydrogène sur carbone (H/C), issu du logiciel COPERT 4 v11.0 [716]. La consommation d'huile des moteurs 2 temps est aussi prise en compte. Pour les agro-carburants, le détail des facteurs d'émission de CO₂ est présenté en section 1.A.

Les facteurs d'émission sont fournis dans le tableau ci-dessous.

Une investigation est en cours auprès d'experts nationaux afin de définir des valeurs spécifiques nationales de ces ratios.

Les émissions de CO₂ liées à la combustion de l'huile dans les moteurs 4 temps (huile qui remonte du carter moteur dans la chambre de combustion) sont rapportées dans la section 2.D.1.

Les émissions de CO₂ liées à la l'utilisation d'urée dans les catalyseurs SCR sont rapportées dans la section 2.D.3.4 en considérant que les émissions de CO₂ correspondent à 23,8% de la consommation d'urée.

Il est à noter que la totalité des émissions de CO₂ issues de l'huile est incluse dans l'inventaire national faute d'information sur la part d'huiles moteur d'origine biologique.

| NAPFUE | Produit | FE CO ₂ g/kg |
|--------|---------------------|--------------------------------|
| 205 | Gazole | 3151 |
| 208 | Essence plombée | 3156 |
| | Essence non plombée | 3105 |
| 25B | Bio Gazole | cf. Partie générale combustion |
| 28B | Bio Essence | |
| 303 | GPLc | 3002 |
| 219 | Huile | 2935 |
| 302 | GNV | cf. Partie générale combustion |

Emissions de CH₄

Les facteurs d'émissions de méthane sont issus du guidebook EMEP/EEA [544]. Ils sont fonction de divers paramètres comme : le type de véhicule, la norme d'émission, le réseau et la température.

Pour estimer les émissions de CH₄ issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de CH₄ des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de N₂O

Les facteurs d'émission de N₂O sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de N₂O issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission de N₂O des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Les facteurs d'émission N₂O des véhicules particuliers et des véhicules utilitaires légers dépendent du kilométrage cumulé et du taux de soufre dans les carburants.

Emissions de Gaz fluorés

Les émissions de gaz fluorés sont incluses dans le secteur 2.F.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont fonction du contenu en soufre des carburants.

Pour estimer les émissions de SO₂ issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de SO₂ des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de NO_x

Les facteurs d'émission de NO_x sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de NO_x issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de NO_x des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont dues à la combustion mais aussi aux évaporations de l'essence. Les facteurs d'émissions de COVNM sont issus du guidebook EMEP/EEA [544] et [630] en ce qui concerne les évaporations.

Pour estimer les émissions de COVM issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de COVM des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de CO

Les facteurs d'émissions de CO sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de CO issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de CO des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de NH₃

Les facteurs d'émission de NH₃ sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de NH₃ issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de NH₃ des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Les facteurs d'émission NH₃ des véhicules particuliers et des véhicules utilitaires légers dépendent du kilométrage cumulé et du taux de soufre dans les carburants.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les facteurs d'émission de TSP sont issus du guidebook EMEP/EEA [543, 544].

Pour estimer les émissions de TSP issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de TSP des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Pour la combustion (des différents carburants) TSP=PM₁₀=PM_{2,5}

Les PM_{1,0} se distribuent par rapport aux TSP à raison de 92% pour le diesel et 75% pour l'essence.

Pour l'abrasion les spéciations de TSP sont les suivantes :

| | Pneus | Freins | Route |
|-------------------|-------|--------|-------|
| PM ₁₀ | 60% | 98% | 50% |
| PM _{2,5} | 42% | 39% | 27% |
| PM _{1,0} | 6% | 10% | - |

Emissions de carbone suie (BC)

Pour la combustion les spéciations de BC (en %) par rapport aux émissions de PM_{2,5} sont les suivantes :

| VP et VUL essence | | PL (yc Bus et cars) diesel | |
|--------------------|-----|----------------------------|-----|
| PRE-ECE | 2% | Conventionnelle | 50% |
| ECE 15 00/01/02/03 | 5% | Euro I et II | 65% |
| ECE 15 04 | 20% | Euro III | 70% |
| Euro 1 et 2 | 25% | Euro IV et V | 75% |
| Euro 3 et + | 15% | Euro VI | 15% |
| VP et VUL diesel | | Mobylette | |
| Conventionnelle | 55% | Conventionnelle | 10% |
| Euro 1 | 70% | Euro 1 et + | 20% |
| Euro 2 | 80% | Motocycles | |
| Euro 3 | 85% | Conventionnelle | 15% |
| Euro 4 | 87% | Euro 1 et + | 25% |
| Euro 3-5 DPF | 15% | | |
| Euro 6 et+ | 15% | | |

Pour l'abrasion les spéciations de BC (%) par rapport aux émissions de TSP sont les suivantes :

| | Pneus | Freins | Route |
|--------|-------|--------|-------|
| BC/TSP | 15,3% | 2,61% | Nd |

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont issues de la combustion des carburants, de l'huile et de l'abrasion des pneus, freins et de la route.

Il s'agit d'une spéciation des émissions particulières pour les abrasions [544, 499]. Les émissions de métaux lourds des combustibles [542] et de l'huile [453] sont liées à la composition des produits.

| Contenu en Métaux lourds des huiles | Moteur Essence | Moteur Diesel | Moteur Gpl =essence |
|-------------------------------------|----------------|---------------|---------------------|
| | g/t | g/t | g/t |
| As | - | - | - |
| Cd [453] | 5 | 5 | 5 |
| Cr [453] | 4,5 | 12,5 | 4,5 |
| Cu [453] | 17,5 | 9 | 17,5 |
| Hg | - | - | - |
| Ni [453] | 5 | 5 | 5 |
| Pb [453] | 15 | 30 | 15 |
| Se | - | - | - |
| Zn [453] | 1 000 | 1 000 | 1 000 |

| Contenu en métaux lourds des carburants | Essence | Gazole | GNV |
|---|---------|--------|-------|
| | mg/t | mg/t | mg/t |
| As [542] | 0,3 | 0,1 | 0.591 |
| Cd [542] | 0,29 | 0,05 | 0.003 |
| Cr [542] | 6,4 | 12 | 0.064 |
| Cu [542] | 4 | 7,3 | 0.306 |
| Hg [542] | 8,4 | 2,3 | 0.004 |
| Ni [542] | 0,94 | 0,1 | 0.159 |
| Pb [542] | 1,5 | 0,3 | 0.663 |
| Se [542] | 0,19 | 0,1 | 0.002 |
| Zn [542] | 36 | 19 | 0.074 |

| Contenu en métaux lourds des pneus, freins et routes | Pneus | Freins VL | Freins PL | Freins Bus/cars | Route |
|--|-------|-----------|-----------|-----------------|-------|
| | ppm | Ppm | ppm | ppm | ppm |
| As [499, 544] | 0,8 | 10 | 10 | 10 | 122 |
| Cd [499, 544] | 2,6 | 9,8 | 3,1 | 3 | 0 |
| Cr [499, 544] | 3,6 | 105 | 164 | 64 | 0 |
| Cu [499, 501, 544] | 21,5 | 30 600 | 30 600 | 30 600 | 188 |
| Ni [499, 544] | 0 | 105 | 114 | 159 | 40,8 |
| Pb [499, 544] | 80,5 | 13854 | 407 | 731 | 49,7 |
| Se [499, 544] | 20 | 20 | 20 | 20 | 0 |
| Zn [499, 544] | 9 000 | 20 164 | 7 514 | 9 336 | 4 000 |

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les facteurs d'émission de dioxines et furanes sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de PCDD-F issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de PCDD-F des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance lors de l'abrasion.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les facteurs d'émission de HAP (somme des 4 retenus par la CEE-NU) sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de HAP issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de HAP des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Les facteurs d'émission de HAP de l'abrasion des pneus, des freins et de la route sont issus du guidebook EMEP/EEA [543] ainsi que d'une étude du WBCSD [499].

La teneur en HAP dans les pneus neufs devient nulle après 2010 car le règlement REACH impose de ne plus utiliser d'huile dans la fabrication des pneumatiques. De plus, l'huile n'a jamais été employée dans la fabrication des pneumatiques pour les PL.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les facteurs d'émission de PCB sont issus du guidebook EMEP/EEA [544].

Pour estimer les émissions de PCB issues de la combustion de l'huile, les facteurs d'émission déduits des émissions de PCB des produits pétroliers ramenés à la consommation de carburant sont appliqués à la consommation d'huile.

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance lors de l'abrasion.

Hexachlorobenzène (HCB)

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 23/01/2017 | JR | 20/02/2017 | JPC |

TRANSPORT FERROVIAIRE

Cette section couvre les émissions du transport ferroviaire de voyageurs et de marchandises. Les émissions non directement liées à l'utilisation de l'énergie sont également traitées dans cette section.

Les émissions sont essentiellement dues à l'utilisation de combustible fossile (gazole) par les locomotives et autres engins à moteurs diesel tels que les locotracteurs. Les émissions des sources fixes (gares, locaux, etc.) ne sont pas considérées ici. Elles sont comptabilisées dans le secteur résidentiel/tertiaire.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.A.3.c |
| CEE-NU / NFR | 1.A.3.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 08.02.01 à 08.02.03 |
| CITEPA / SNAPc | 08.02.01 à 08.02.05 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 49.1-2 |
| NAF 700 | 60.1Z (ancienne) 4920Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|-------------------------------|
| Top-down | Valeurs nationales par défaut |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [[60] Ministère chargé des Transports - Rapports annuels de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)
- [104] SNCF - Mission environnement
- [181] Communication personnelle de R. Ballaman (OFEFP), septembre 2002
- [182] BUWAL - PM10 - Emissionen des Verkehrs ; Statusbericht Teil Schienenverkehrs, ed. 2002
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [341] COOPER D.A. - HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [543] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b.vi Road tyre and brake wear

[544] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook -- Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b Road transport

[553] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1.A.3.c Railways (

[554] Buckowiecki et al. - Iron, manganese and copper emitted by cargo and passenger trains in Zürich (Switzerland): size-segregated mass concentrations in ambient air, 2006

[645] GIEC - Guidelines 2006, Volume 2, Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.3.1

[668] Edition annuelle du Bilan RSE SNCF

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Deux sources d'émissions sont différenciées : les émissions issues de la combustion et les émissions provenant de l'usure des freins, rails, roues et caténaires.

En ce qui concerne les émissions liées à la combustion, seuls les modes de tractions à motorisation diesel, à savoir les locomotives, les autorails et les locotracteurs sont considérés. La traction électrique est supposée ne pas émettre de polluants liés à l'utilisation de l'énergie, les émissions liées à la production d'électricité étant comptabilisées au lieu de la production. Alors qu'elle dépassait 40% en 1990, la consommation d'énergie des tractions diesel représente désormais moins de 20% de la consommation totale d'énergie de traction ferroviaire. Depuis 2011, le gazole non routier remplace le gazole dans le ferroviaire qui lui-même à remplacer le fioul domestique en 2006.

Tous les types de véhicules (électriques et diesel) sont considérés pour les émissions dues à l'usure du matériel.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Le parc de matériel en exploitation n'est pas connu avec précision, une méthodologie simplifiée est donc utilisée. Les consommations de combustibles des locomotives et des locotracteurs sont estimées à partir des données du CPDP [14], du bilan RSE de la SNCF [668] et de la CCTN [60]. Pour les émissions dues à l'usure des matériels, les longueurs des parcours sont déterminées à partir des références [14, 60 et 104].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs au combustible utilisé. La valeur pour le gazole est appliquée uniformément à tous les engins (cf. Partie générale combustion). Les émissions de CO₂ diminuent à partir de 2006 suite à l'utilisation de gazole et de gazole non-routier contenant des agro-carburants.

Emissions de CH₄

Utilisation du facteur d'émission tiré de la section routier [544].

Emissions de N₂O

Le facteur d'émission dépend du combustible utilisé (cf. Partie générale combustion). L'origine des facteurs d'émission de base est la référence [544] du fait de l'assimilation du moteur des locomotives diesel au moteur des poids lourds routiers conventionnels (i.e. sans post-traitement).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission déterminés à partir des teneurs en soufre moyennes et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles (cf. Partie générale combustion). En 2006, le gazole remplace progressivement le FOD (fioul ordinaire domestique), ce qui implique l'usage de deux facteurs d'émission. Le passage du gazole au gazole non routier (GNR) en 2011 n'implique pas de changement de facteurs d'émission, ces deux combustibles ayant les mêmes propriétés.

Emissions de NO_x

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques tirés du Guidebook EMEP/EEA [553]. La valeur pour les manœuvres des locomotives est de 1295 g/GJ et celle pour les locomotives et les autorails est de 1500 g/GJ.

Emissions de COVNM

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques tirés du Guidebook EMEP/EEA [553]. La valeur pour les manœuvres des locomotives est de 110 g/GJ et celle pour les locomotives et les autorails est de 114 g/GJ.

Emissions de CO

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques tirés du Guidebook EMEP/EEA [553]. La valeur pour les manœuvres des locomotives est de 257 g/GJ et celle pour les locomotives et les autorails est de 429 g/GJ.

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont supposées négligeables d'autant que les engins ne sont pas équipés actuellement de dispositifs d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de particules poussières totales en suspension (TSP), PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, $\text{PM}_{1,0}$

Les rejets de particules proviennent, d'une part, de la combustion et, d'autre part, de l'abrasion des freins, des roues, des rails et des caténaires dans le cas de trains électriques.

Combustion

Les émissions de particules lors de la combustion sont calculées à partir de données provenant du Guidebook EMEP / CORINAIR [553]. Ce facteur d'émission est de 50 g/GJ de PM_{10} pour les manœuvres des locomotives et 29 g/GJ de PM_{10} pour les locomotives et les autorails.

Les facteurs d'émission TSP et $\text{PM}_{2,5}$ sont estimés à partir des données extraites d'une étude franco-allemande [183]. La granulométrie utilisée est la suivante :

| tranche granulométrique | % répartition des PM_{10} |
|----------------------------|------------------------------------|
| | gazole |
| TSP | 105 |
| $\text{PM}_{2,5}$ | 95 |

Les émissions de BC sont calculées à partir d'une spéciation des émissions de $\text{PM}_{2,5}$. Les ratios appliqués proviennent du guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [553]. Les ratios appliqués sont 72% de $\text{PM}_{2,5}$ pour la combustion.

Abrasion

Les facteurs d'émissions de particules provenant de l'abrasion couvrent l'abrasion des freins, des roues, des rails et des caténaires dans le cas de trains électriques. Pour la catégorie « usure des

roues, des freins et des rails », les facteurs d'émission sont fournis par R. Ballaman [181]. Il n'existe pas de valeur précise pour l'abrasion des freins. D'après R. Ballaman, les transports de marchandises sont les sources d'émissions les plus importantes de PM par abrasion des freins. Une estimation est alors faite pour ce facteur d'émission basée sur des études de l'OFEFP [182] et de IER/CITEPA [183].

Les émissions de BC sont calculées à partir d'une spéciation des émissions de PM_{2.5}. Les ratios appliqués proviennent du guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants pour la section routier [543].

| | TSP (en g/km parcouru) |
|-------------------------|------------------------|
| Abrasion freins | 15,6 |
| Abrasion rails et roues | 6,76 |

Pour la catégorie « usure des caténaires », un facteur d'émission de 0,16 g/km parcouru est fourni par R. Ballaman [181], il est égal pour les TSP et les PM₁₀. Selon une étude de l'OFEFP [182], la part des émissions de poussières liées à l'usure des caténaires représente 1% de l'émission des TSP pour l'activité transport ferroviaire.

La granulométrie est tirée d'une étude franco-allemande [183].

| | PM ₁₀ (en % TSP) | PM _{2.5} (en % TSP) |
|---------------------|-----------------------------|------------------------------|
| Abrasion freins | 32 | 15 |
| Abrasion rails | 50 | 15 |
| Abrasion roues | 50 | 15 |
| Abrasion caténaires | 100 | 15 |

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années et communs à plusieurs sections (cf. Partie générale combustion).

Seules les émissions de cuivre liées à l'usure des caténaires sont traitées séparément, le facteur d'émission est de 140 mg/km.train [554].

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de PCDD-F liées à la combustion sont établies sur la base du facteur d'émissions de poids lourds routiers conventionnels (i.e. sans post-traitement) [544].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible sur la base du facteur d'émissions de poids lourds routiers conventionnels (i.e. sans post-traitement) [544].

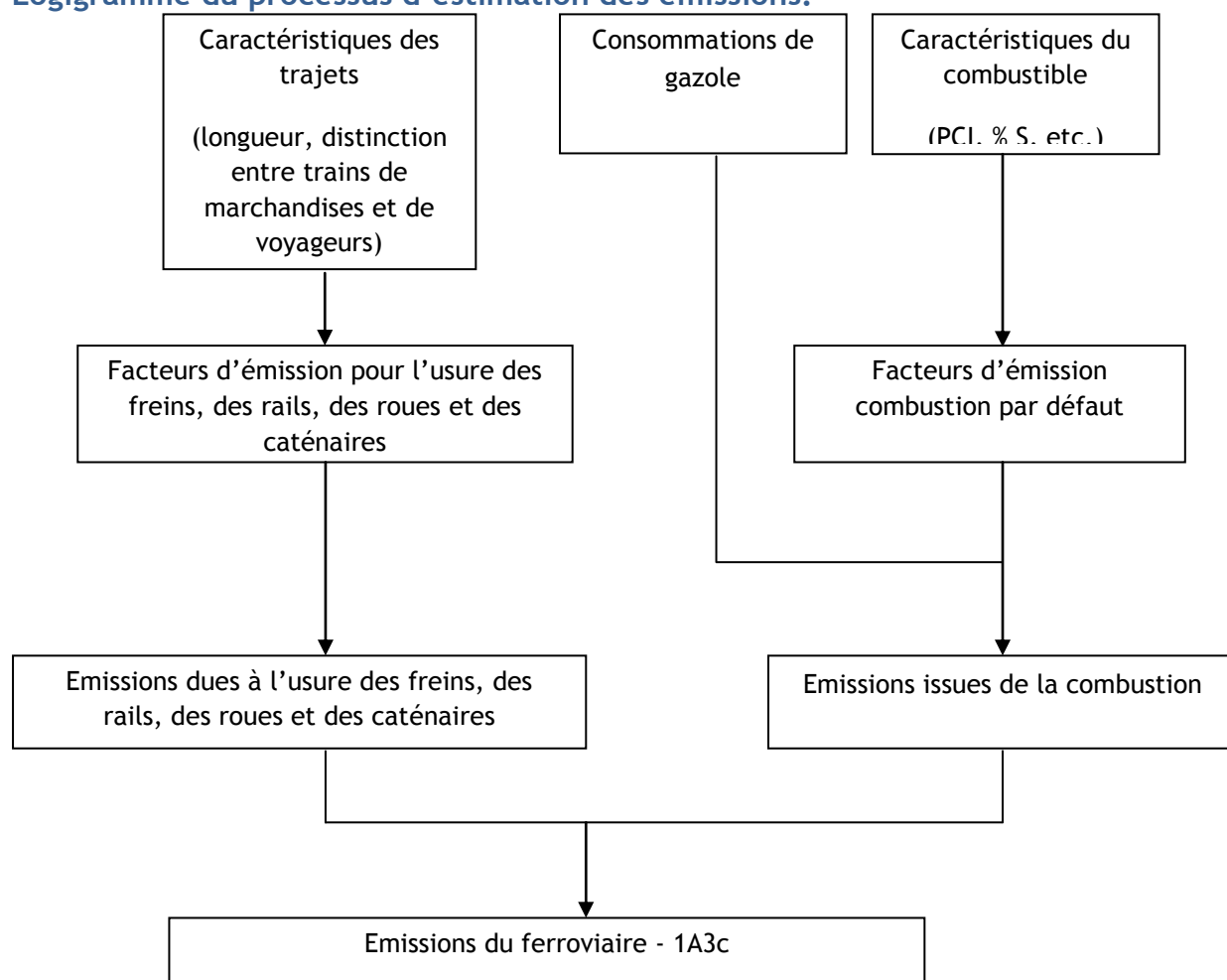
| HAP | BaP | BbF | BkF | IndPy | BghiPe | BaA | BahA | FluorA |
|-----|-----|-----|-----|-------|--------|-----|------|--------|
|-----|-----|-----|-----|-------|--------|-----|------|--------|

| | | | | | | | | |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Facteur d'émission (mg/GJ) | 1,10 | 1,28 | 1,11 | 0,99 | 2,33 | 1,05 | 0,22 | 14,9 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB liées à la combustion sont établies sur la base du facteur d'émissions de poids lourds routiers conventionnels (i.e. sans post-traitement) [544].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 14/02/2017 | TVDR | 21/02/2017 | JPC |

TRANSPORT FLUVIAL

Cette section concerne le transport de marchandises sur les voies navigables intérieures ainsi que l'utilisation de petits bateaux particuliers ou professionnels. Seules les émissions liées à la combustion sont considérées.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|-------------------|---|
| CCNUCC /CRF | 1.A.3.d (partiellement) |
| CEE-NU /NFR | 1.A.3.d.i et 1.A.3.d.ii (partiellement) |
| CORINAIR /SNAP 97 | 08.03.01 à 08.03.04 |
| CITEPA /SNAPc | 08.03.01 à 08.03.04 |
| CE/directive IED | Hors champ |
| CE/E-PRTR | Hors champ |
| CE/directive GIC | 01.02.01 et 01.02.02 (+01.02.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT /NAMEA | 01, 05, 06, 07, 08, 17, 19, 20, 23.2-4 ; 23.7-9, 23.5-6, 24.1-3, 24.4, 25, 27, 28, 29, 30, 31-32, 37-39 et 50 |
| NAF 700 | 61.2Z (ancienne) ; 5030Z, 5040Z, 5222Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|-------------------------------|
| Top-down | Valeurs nationales par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

- [31] Ministère des Transports – Rapport annuel de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)
- [70] CITEPA – BOUSCAREN R. – Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [74] EMEP MSC EAST – Note technique 6/2000
- [105] OFEFP/OFEV — Banque de données off-road
- [183] CITEPA – IER – Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles – Interreg III for ASPA, January 2005

- [341] COOPER D.A. – HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [343] EMEP /CORINAIR Guidebook, section B -810-24, Décembre 2006
- [355] PNUE – Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [376] Décret n° 2005-185 du 25 février 2005 relatif à la mise sur le marché des bateaux de plaisance et des pièces et éléments d'équipement
- [522] Arrêté du 22 septembre 2005 relatif à la réception des moteurs destinés à être installés sur les engins mobiles non routiers installés sur les engins mobiles non routiers
- [669] GIEC – Guidelines 2006, Volume 2, Chapitre 3.
- [670] Commission des Comptes et Transports de la Nation (CCTN), Les transports, éditions annuelles. Section transport de marchandises-Tableau E.4.c
- [671] EMEP/EEA Emission inventory Guidebook 2013, navigation section
- [701] MEDDE /CGDD /Ministère des Travaux Publics, des Transports et du Tourisme/SES. Mémento de statistiques des transports — Résultats de 1980 à 2014, éditions bisannuelles. Chapitre 6 Navigation intérieure — Tableau 6.5.1.

Caractéristiques de la catégorie :

Deux sous-secteurs se distinguent dans ce chapitre : les bateaux de plaisance (voiliers, petits bateaux et autres embarcations personnelles) et les bateaux dédiés au transport de marchandises de la navigation intérieure (trafic fluvial). L'estimation des consommations et les facteurs d'émission utilisés étant différents, ces deux activités sont considérées séparément (les bateaux de pêche ne sont pas inclus) :

- **Les consommations de carburant des bateaux de plaisance.** Les consommations sont estimées à partir des données de la CCTN [31] qui fournit les consommations attribuées à la plaisance et autres engins. Ces derniers correspondent, pour le gazole, aux engins du secteur résidentiel et du secteur ferroviaire (le secteur ferroviaire ayant utilisé du gazole entre 2006 et 2010) et, pour l'essence, aux engins du secteur résidentiel et du secteur agriculture/sylviculture.
 - Gazole – NAPFUE 205 : Les consommations de gazole dues aux trafics de plaisance sont calculées en déduisant le gazole attribué aux engins du secteur résidentiel/tertiaire et ferroviaire du total donné par la CCTN (ligne divers). A noter que le secteur ferroviaire n'est inclus dans ces statistiques que sur la période 2006-2010 car jusqu'en 2005 le ferroviaire n'utilisait que du FOD et, à partir de 2011, du gazole non routier, ces deux combustibles n'entrant pas dans le champ « gazole routier » de la CCTN.
 - Essence – NAPFUE 208 : Les consommations d'essence dues aux trafics de plaisance sont calculées en déduisant l'essence attribuée aux engins des secteurs résidentiel/tertiaire et agriculture/sylviculture du total donné par la CCTN (ligne divers). La consommation d'huile 2 temps mélangée et brûlée avec l'essence est

calculée en prenant en compte l'hypothèse d'un mélange à hauteur de 3 % en volume.

- **Les consommations de carburant du transport fluvial.** L'activité totale correspond aux consommations de FOD et/ou de GNR pour le trafic fluvial fourni dans la CCTN [670]. Ces consommations sont réparties entre les celles liées au transport domestique et celles liées au transport international selon un ratios calculés à partir du mémento de statistiques des transports du MEDDE [701]. Les engins mis en œuvre sont supposés utiliser uniquement comme carburant :
 - Fioul domestique (FOD) – NAPFUE 204 : Le FOD est utilisé jusqu'à l'année 2011 (l'hypothèse prise en compte est que deux tiers de la consommation totale en 2011 correspond à la consommation de FOD) ;
 - Gazole non routier (GNR) – NAPFUE 205 : Le GNR est utilisé à partir de l'année 2011 (l'hypothèse prise en compte est qu'un tiers de la consommation totale en 2011 correspond à la consommation de GNR). Avec le passage au GNR, l'incorporation d'agro-carburant est donc considérée dans l'activité de ce sous-secteur.

Méthode générale d'estimation des émissions :

Les émissions sont calculées à partir des consommations de carburants et de facteurs d'émissions uniformes par type de carburant.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs au combustible utilisé (cf. partie générale combustion). Les valeurs par défaut (par combustible) sont appliquées uniformément à tous les bateaux.

Emissions de CH₄

Pour les bateaux de plaisance, les émissions de CH₄ sont estimées sur la base d'un facteur d'émission de 77,1 g/GJ pour l'essence [343]. Pour le gazole, l'estimation est basée sur le facteur d'émission aussi retenu pour les bateaux du trafic fluvial, soit 7 g/GJ [669].

Emissions de N₂O

Le facteur d'émission utilisé est établi à 2 g/GJ pour le gazole et l'essence. L'origine des facteurs d'émission de base est la référence [669].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants :

Emissions de SO₂

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission déterminés à partir des teneurs en soufre moyennes et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles.

Emissions de NO_x, COVNM, NH₃ et poussières totales en suspension (TSP)

Pour les émissions de NO_x , COVNM, NH_3 et poussières totales en suspension (TSP) les facteurs d'émission évoluent en fonction du temps en raison de l'évolution du parc. Les facteurs d'émission moyens pour des engins à moteur diesel et à essence (moteurs 2 et 4 temps) sont donc calculés par année à partir des références EMEP [105, 671] et de la réglementation [522,376].

Pour le calcul des émissions liées au transport fluvial, il pourrait être pertinent d'appliquer des facteurs d'émissions différents à certaines voies où la taille des bateaux est plus importante (Seine aval et Rhin). Toutefois, compte tenu du peu de données disponibles et de l'impact assez faible de cet affinement à l'échelon national, cette distinction n'est pas introduite.

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont supposées négligeables d'autant que les engins ne sont pas équipés actuellement de dispositifs d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les facteurs d'émission PM₁₀ et PM_{2,5} pour le gazole et le FOD et PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} pour l'essence sont estimés à partir d'une étude franco-allemande [183]. La granulométrie utilisée est donc la suivante :

| tranche granulométrique | % répartition des PM totales | | |
|-------------------------|------------------------------|---------|-----|
| | gazole | essence | FOD |
| PM ₁₀ | 95 | 99 | 95 |
| PM _{2,5} | 90 | 84 | 90 |
| PM _{1,0} | 81 | 80 | - |

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années sauf pour le plomb et indépendants de l'activité proprement dite.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Pour les bateaux de plaisance, des facteurs d'émission de 2,38 ng/GJ pour les moteurs diesel [355] et de 2,27 ng/GJ pour les moteurs à essence sont appliqués [70]. Pour le transport fluvial, le facteur d'émission utilisé est de 2,92 ng/GJ pour les moteurs diesel [341].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de chacun des HAP concernées sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années et communs aux bateaux de plaisance et de transport fluvial.

Polychlorobiphényles (PCB)

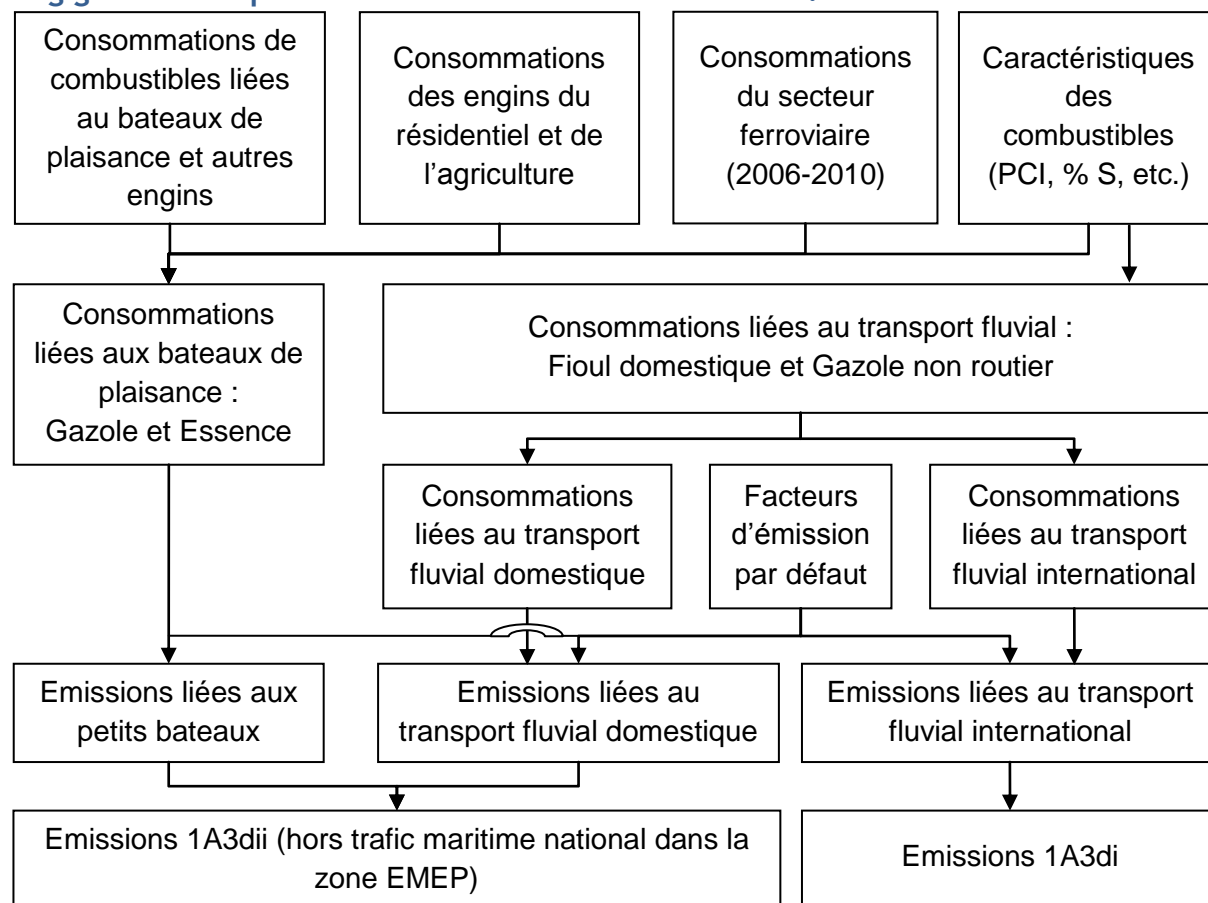
Les émissions de PCB liées à la combustion sont calculées sur la base d'un facteur d'émission de 8,76 µg/GJ [341].

Hexachlorobenzène (HCB)

Le facteur d'émission de HCB pour les moteurs diesel est considéré comme constant à 1,95 µg/GJ [341]. Par contre, ceux des moteurs à essence varient en fonction de la teneur moyenne en plomb des carburants [74] :

| Combustible – code NAPFUE | 1990 | 1995 | 2000 et après |
|---------------------------|------|------|---------------|
| Essence - 208 | 0,28 | 0,16 | 0,01 |

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 14/02/2017 | TVDR | 21/02/2017 | JPC |

TRANSPORT MARITIME

Cette section ne porte que sur les rejets des navires et plus particulièrement ceux utilisés pour le transport des biens et des personnes. Les bateaux de plaisance ou professionnels, les activités connexes des ports, les activités militaires et la pêche sont exclus. Seules les émissions liées à la combustion sont considérées.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|-------------------|--|
| CCNUCC /CRF | 1.A.3.d |
| CEE-NU /NFR | 1.A.3.d.ii (partiellement) |
| CORINAIR /SNAP 97 | 08.04.02 et 08.04.04 |
| CITEPA /SNAPc | 08.04.02 et 08.04.04 |
| CE/directive IED | Hors champ |
| CE/E-PRTR | Hors champ |
| CE/directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT /NAMEA | 50 |
| NAF 700 | 611A et B (ancienne) ; 5010Zp, 5020Zp, 5222Zp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Consommations globales de combustibles | Spécifiques aux divers carburants utilisés |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

[14] CPDP – Pétrole (publication annuelle)

[49] TNO — Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001

[133] CITEPA — DANG Q.C. — Tentative d'estimation des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic maritime en Méditerranée Occidentale, Janvier 1993

- [167] MINEFI / DIREM (ex-DIMAH) – données internes non publiées annuelles sur les bilans énergétiques de l’Outre-mer y compris les PTOM
- [183] CITEPA – IER – Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles – Interreg III for ASPA, January 2005
- [341] COOPER D.A. – HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [443] MEDDTL – Efficacité énergétique du transport maritime, 2008
- [444] EUROSTAT – Tables matricielles croisant le nombre de touchées de navires par Grand Port Maritime par classes de port en lourd et types de navires, 2007
- [445] L’LOYDS – Base de données Seaweb, flotte et caractéristiques techniques des navires, 2007
- [669] GIEC – Guidelines 2006, Volume 2, Chapitre 3.
- [671] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook 2013, Navigation section

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l’IIR) :

L’utilisation de combustibles fossiles dans les équipements de propulsion des navires engendre comme tout phénomène de combustion des émissions dans l’atmosphère. Les éventuelles émissions liées à d’autres phénomènes (fuites diverses au remplissage et au chargement de produits solides, liquides ou gazeux, des systèmes frigorifiques, etc.) ne sont pas prises en compte faute d’informations.

En application des règles convenues dans le cadre des conventions internationales mais également de la particularité de la répartition du territoire français hors Europe, il est nécessaire de décomposer le trafic maritime en sous-ensembles relatifs :

- Au trafic domestique, liaisons entre deux ports d’un même pays ;
- Au trafic international, liaisons entre deux ports dont l’un est situé dans un pays étranger.

Le pavillon, la nationalité de l’armateur, etc. ne sont pas des critères déterminants du pays auquel les émissions sont affectées.

L’activité de transport maritime est caractérisée par la consommation de combustibles. Bien que cette dernière diffère selon le type de navire, sa jauge et les diverses phases de navigation (croisière, approche/départ, stationnement dans les ports), les inventaires nationaux s’appuient actuellement sur la consommation totale de combustibles. Une distinction plus fine selon les paramètres cités ci-dessus est certainement plus pertinente vis-à-vis des émissions d’une zone particulière telle qu’un port, un estuaire, une liaison, etc.

Le CPDP [14] communique chaque année les consommations pour la métropole de diesel marine léger (NAPFUE 204) et de fioul lourd (NAPFUE 203) des soutes françaises et internationales et de l’essence (NAPFUE 208) livrée à la pêche. La même référence renseigne globalement les soutes pour l’Outre-mer y compris les COM (pas de distinguo national/international). Il est utile de rappeler que :

- Les soutes n'incluent pas les avitaillements sous douane destinés aux bateaux de pêche, aux caboteurs ainsi qu'aux engins et matériels flottants ;
- La distinction entre les soutes françaises et internationales est établie en fonction du pavillon du navire, sachant que les navires étrangers autorisés à transporter pour le compte d'affréteurs français sont pris en compte avec les soutes françaises.

La DIMAH [167] fournit des données équivalentes jusqu'en 2000 pour l'Outre-mer y compris les **COM**. Pour ces territoires, l'absence de données détaillées après cette date est palliée par l'hypothèse d'une structure inchangée dans la répartition des combustibles par type d'usage. Les écarts engendrés sont faibles en valeur absolue compte tenu des quantités en jeu et du bouclage sur le bilan énergétique global de chacun de ces territoires.

La répartition du trafic entre liaisons nationales et internationales est complexe à établir car les données existantes ne permettent pas d'en faire durablement la distinction. L'absence de données détaillées concernant la part des ventes des soutes maritimes affectée au trafic domestique au regard de celles affectées au trafic international est palliée par l'hypothèse d'une répartition inchangée, établie selon une procédure de type bottom-up décrite ci-après pour l'année de référence 2005.

Pour les Départements-Régions d'Outre-mer (DROM), les parts relatives de consommations de combustibles du trafic domestique vis-à-vis des consommations globales sont établies selon le bilan d'énergie réalisé au CITEPA. Ces valeurs sont les suivantes :

| | | | | | |
|-------------------|------|-------------------|------|-------------------|------|
| Guadeloupe | 100% | Martinique | 100% | La Réunion | 50% |
| Guyane | 50% | Mayotte | 31% | St Martin | 100% |

De même pour les Collectivités d'Outre-Mer (COM), les valeurs sont les suivantes :

| | | | | | |
|----------------------------|------|---------------------------------|------|-------------------------|-----|
| Nouvelle-Calédonie | 100% | Saint-Barthélemy | 100% | Wallis-et-Futuna | 50% |
| Polynésie française | 50% | Saint-Pierre-et-Miquelon | 50% | | |

Procédure bottom-up pour l'année de référence 2005 de discernement des ventes relatives au trafic maritime domestique et trafic maritime international

En principe deux composantes contribuent aux émissions de la navigation maritime domestique :

- La part des « soutes maritimes françaises » (c'est-à-dire des pavillons français) dont les consommations de carburant correspondent à des liaisons entre deux ports français (cabotage ou escale technique) ;
- La part des « soutes maritimes internationales » (c'est-à-dire des pavillons étrangers) dont les consommations de carburant correspondent à des liaisons entre deux ports français (cabotage ou escale technique).

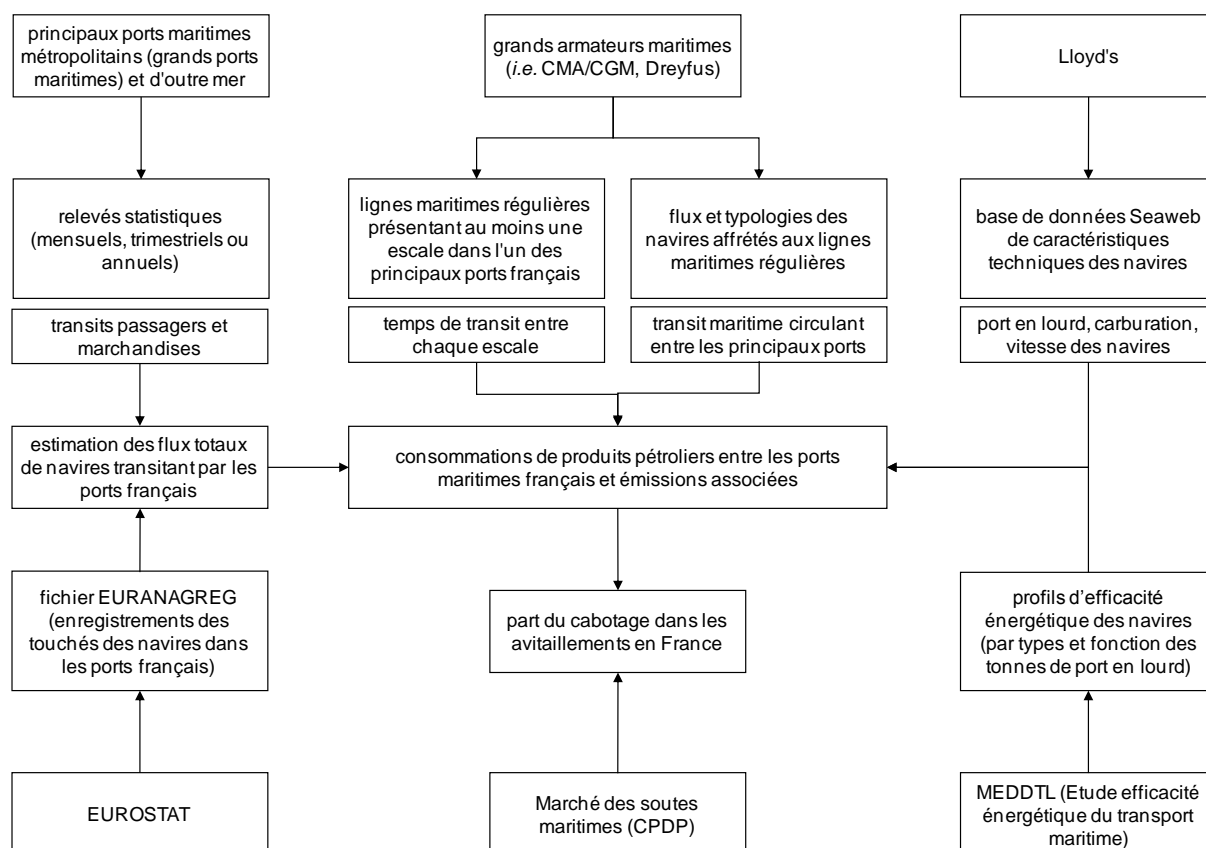
Les sources d'information identifiées pour estimer la part des avitaillements en France consacrée à la navigation domestique en 2005 proviennent :

- Des grands armateurs maritimes (eg CMA/CGM, Dreyfus) : couvrant une part importante du trafic maritime international. Ces acteurs exploitent des navires affectés à des lignes

régulières (l'essentiel du transport des produits finis) et à du transport à la demande (l'essentiel du transport des matières premières). Pour les lignes régulières, les escales intermédiaires sont précisées dans le cadre de la communication commerciale des opérateurs, ainsi que le temps de transit entre chacune d'entre elles. Pour le transport à la demande, il est possible d'obtenir également les itinéraires consolidés des navires.

- De la Lloyd's : la base de données Seaweb [445] à laquelle le Ministère chargé de l'environnement a accès permet de connaître toutes les spécifications techniques des navires à partir de leur nom ou de leur identifiant OMI. Des informations, telles que le port en lourd des navires (c'est-à-dire leur capacité maximale d'emport en tonnage), leur puissance ou leur vitesse moyenne, peuvent y être aisément collectées via des requêtes d'export automatique.
- De l'Office statistique des Communautés européennes (EUROSTAT) : conformément à la Directive 1995/64 CE relative au relevé statistique des transports de marchandises et de passagers par mer, la France dispose via EUROSTAT de fichiers d'information dont l'un dit « EURANAGREG » [444] permet de recenser par port le nombre de touchés effectué par navire sur une période donnée.
- Des Grands Ports Maritimes métropolitains et d'outre-mer (GPM) : les relevés statistiques de ces différents ports sont disponibles pour la plupart en ligne et permettent de collecter sur une période donnée des informations précises quant aux transits de marchandises et de passagers dans chacun d'entre eux.
- Du Ministère en charge de l'environnement : l'étude dédiée à l'efficacité énergétique du transport maritime réalisée en 2008/09 propose une approche détaillée présentant des facteurs de consommation spécifiques à chaque type de navire en fonction de son port en lourd tout au long de son exploitation [443]. Des jeux d'indicateurs de consommation d'énergie sont adossés à chacun des profils identifiés ;
- Du Comité Professionnel du Pétrole (CPDP) : dans son rapport annuel [14], cette structure propose les bilans des marchés des soutes maritimes françaises et internationales qu'il détaille par port.

L'approche retenue pour quantifier les ventes associées au trafic domestique se base sur les consommations réelles de carburant dont la quantification est effectuée en bottom-up quasi-intégral (trafics réels, reconstitution statistique de la flotte navigante) :



L'estimation des consommations de produits pétroliers destinés au cabotage et de leurs émissions repose sur la caractérisation fine des activités des lignes régulières entre les ports français qu'il convient d'ajuster en fonction du poids relatif de ces trafics en regard de l'activité totale des ports. Le croisement de cette estimation avec les bilans du marché des soutes maritimes françaises et internationales permet d'en extraire les parts respectives affectées à la navigation domestique.

Cette part de trafic maritime domestique est ramenée en % des ventes des « soutes françaises » (c'est-à-dire pavillon français) lors de l'extrapolation aux autres années et en affectant 100 % des « soutes internationales » (c'est-à-dire pavillons étrangers) au trafic international.

Jusqu'en 2008, la part des « soutes françaises » affectée au trafic domestique était estimée à 4 % quelle que soit l'année, sur la base d'une étude réalisée en mer Méditerranée en 1993 relative à l'année 1990 [133]. Les travaux menés sur une zone étendue à l'ensemble des côtes françaises pour l'année 2005 renvoient par cette approche un équivalent de 6,2 % des soutes françaises attribuées au trafic domestique en 2005.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions sont calculées à partir des ventes de combustibles et de facteurs d'émissions.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les facteurs d'émission retenus sont les valeurs spécifiques françaises par défaut.

Emissions de CH₄

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur des valeurs moyennes proposées par les directives GIEC [669] appliquées uniformément à tous les navires, toutes les années à raison de 5 g/GJ pour l'essence et de 7 g/GJ pour le diesel marine léger et le fioul lourd.

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont estimées sur la base des facteurs d'émission issus des directives GIEC [669], à savoir 2 g/GJ, quels que soient le combustible et l'année.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les teneurs en soufre des différents combustibles évoluent non linéairement au cours du temps et sont très différentes d'un combustible à l'autre.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur des valeurs moyennes proposées dans le Guidebook EMEP [671], pour le fioul lourd le facteur d'émission est 1 983 g/GJ, pour le diesel marine léger 1 869 g/GJ et pour l'essence 475 g/GJ.

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur des valeurs moyennes proposées dans le Guidebook EMEP [671], pour le fioul lourd le facteur d'émission est 68 g/GJ, pour le diesel marine léger 67 g/GJ et pour l'essence 1 779 g/GJ.

Emissions de CO

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur des valeurs moyennes proposées dans le Guidebook EMEP [671], pour le fioul lourd le facteur d'émission est 185 g/GJ, pour le diesel marine léger 176 g/GJ et pour l'essence 17 239 g/GJ.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant que les engins ne sont pas équipés actuellement de dispositifs d'épuration des NOX dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les facteurs d'émission sont entourés d'une forte incertitude. Les émissions varient selon le type d'équipement et sa charge elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur des

valeurs moyennes. Des coefficients plus spécifiques doivent être utilisés pour des applications locales.

Pour la combustion, les valeurs suivantes sont exprimées en g/GJ :

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

| Facteur d'émission (g/GJ) | Fioul lourd - 203 | Fioul domestique | Essence - 208 |
|---------------------------|-------------------|------------------|---------------|
| TSP | 146 | 98 | 65 |
| PM ₁₀ | 139 | 93 | 65 |
| PM _{2,5} | 131 | 88 | 65 |
| PM _{1,0} | 121 | 81 | 65 |
| sources | [49] | [183] | [671] |

Métaux lourds (ML)

Les émissions de métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années sauf pour le plomb et indépendants de l'activité proprement dite.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles [341] : 0,012 µg/GJ pour le FOL, 0,003 µg/GJ pour le gazole, 0,0005 µg/GJ pour l'essence.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années. Du fait que les facteurs d'émission des HAP ne sont pas estimés pour le maritime dans le guide EMEP/EEA, ceux du transport routier sont utilisés à défaut.

Polychlorobiphényles (PCB)

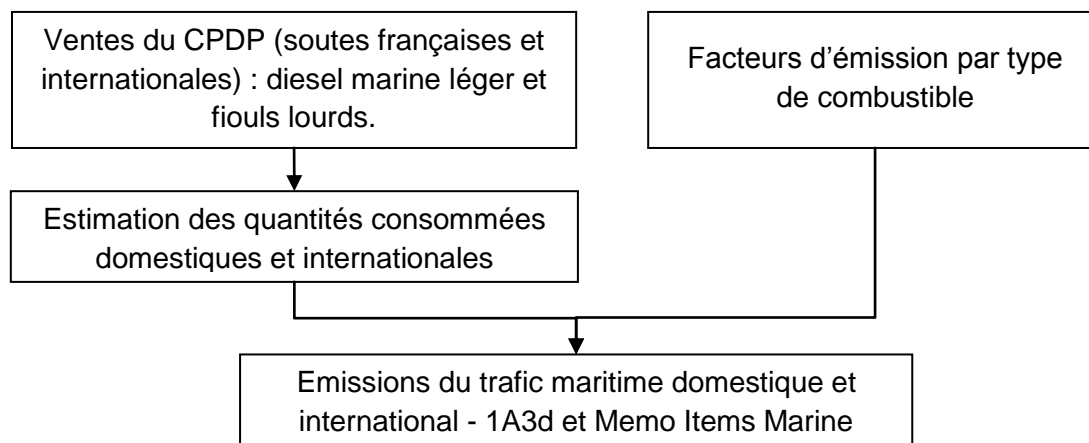
Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles [341] : 14 µg/GJ pour le FOL et 8,8 µg/GJ pour le gazole.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles [341] : 1,95 µg/GJ pour le FOL et le gazole, pour l'essence, le facteur d'émission évolue en fonction du temps :

| Combustible – code NAPFUE | 1990 | 1995 | 2000 et après |
|---------------------------|------|------|---------------|
| Essence - 208 | 0,28 | 0,16 | 0,01 |

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 10/02/2017 | JL | 20/02/2017 | CG/JV |

STATIONS DE COMPRESSION DU RESEAU DE TRANSPORT ET DE DISTRIBUTION DU GAZ

Cette section concerne la combustion de gaz naturel par les stations de compression du réseau de transport et de distribution du gaz naturel.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.3.e |
| CEE-NU / NFR | 1.A.3.ei |
| CORINAIR / SNAP 97 | 01.05.06 |
| CITEPA / SNAPc | 01.05.06 |
| CE / directive IED | 1.1 (pour la fraction > 50 MW - mais en fait puissances inférieures) |
| CE / E-PRTR | 1c (pour la fraction > 50 MW - mais en fait puissances inférieures) |
| CE / directive GIC | (01.05.06 pour les TAG à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 49.5 |
| NAF 700 | 40.2Z |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Bottom-up par entreprise ou par installation | Spécifiques ou valeurs moyennes nationales selon les substances |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [29] Gaz de France - Données internes
- [678] Guidebook EMEP-2009 p.122
- [775] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Table 3-38 p76 et Table 3-40 p78

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

De l'ordre d'une quarantaine de stations de compression sont dénombrées. Longtemps, les motocompresseurs ont été nettement privilégiés devant les électrocompresseurs et les turbocompresseurs. Les stations de compression ont fait l'objet d'un programme de rénovation important à partir de 2006 dans lequel la mise en place d'électrocompresseurs a été privilégiée.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Les données de consommation de gaz sont disponibles pour les différents sites ou entreprises [19, 29] et permettent une estimation assez fine des émissions pour la plupart des substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique.

Les données d'activités et les émissions déclarées par les exploitants permettent de calculer des facteurs d'émission moyens représentatifs du parc français.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen du facteur d'émission relatif au gaz naturel. La valeur nationale est appliquée (cf. section « 1A_fuel emission factors ») jusqu'en 2004. Elle est déterminée à partir des déclarations dans le cadre du SEQUE à partir de 2005 [19].

Emissions de CH₄

Un facteur d'émission spécifique moyen est calculé à partir des déclarations depuis 2005 [19]. Avant cette date, afin d'assurer la cohérence temporelle, le facteur d'émission appliqué correspond à la moyenne de la période 2005 - 2011.

Emissions de N₂O

Pour le N₂O, un facteur d'émission moyen est utilisé sur la période 1990-2004. Cette donnée est issue de la moyenne des déclarations GERP entre 2005 et 2011. Depuis 2005, les émissions sont issues des déclarations.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions des stations de compression sont très faibles du fait de la consommation du gaz naturel. Les émissions sont issues des données des exploitants à partir de 2007. Pour la période 1990-2007, un facteur d'émission moyen, issu des déclarations des exploitants sur la période 2007-2011 [19], est appliqué.

Emissions de NO_x

Les émissions sont déterminées, soit à partir de mesures à partir de 1998, soit au moyen de facteurs d'émission spécifiques aux divers équipements qui, par suite des améliorations apportées au cours du temps, décroissent d'environ un facteur 10 entre 1990 et 2010. Depuis 2005, les déclarations annuelles [19] sont utilisées.

Emissions de COVNM

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques aux motocompresseurs et turbocompresseurs tirés du Guidebook EMEP/CORINAIR [775] et de l'évolution de ces équipements au cours du temps.

Emissions de CO

Les émissions sont en général faibles et estimées au moyen des déclarations annuelles (depuis 2007) [19]. Une moyenne du facteur d'émission entre 2007 et 2011 est utilisée pour calculer les émissions entre 1990 et 2006.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant qu'il n'y a actuellement pas d'installation munie de dispositif d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les données issues des déclarations des exploitants ne sont pas assez exhaustives. Les émissions sont estimées au moyen du facteur d'émission par défaut pour les turbines à gaz issu du guide EMEP/EEA [678].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}

Les données issues des déclarations des exploitants ne sont pas assez exhaustives. Les émissions sont estimées au moyen du facteur d'émission par défaut pour les turbines à gaz issu du guide EMEP/EEA [678].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 4% selon le guide EMEP/EEA [17].

Métaux lourds (ML)

Les émissions des 9 métaux lourds de l'inventaire (Arsenic, Cadmium, Chrome, Cuivre, Mercure, Nickel, Plomb, Sélénium, Zinc) sont calculées sur la base des consommations de gaz naturel et des facteurs d'émission présentés en section « 1A_fuel emission factors ».

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance lors de la combustion du gaz naturel.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de chacun des HAP concernés (BaP, BbF, BkF, IndPy) sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à la combustion du gaz naturel, supposés constants au cours des années et communs à plusieurs sections (cf. section « 1A_fuel emission factors »).

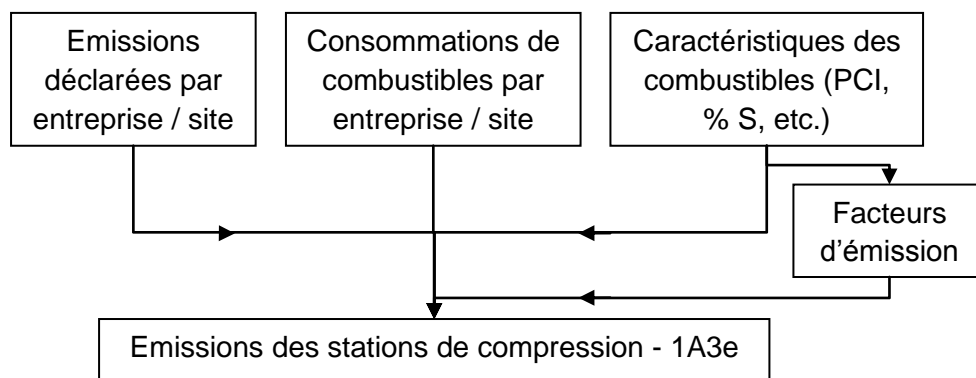
Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance lors de la combustion du gaz naturel.

Hexachlorobenzène (HCB)

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance lors de la combustion du gaz naturel.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



AUTRES SECTEURS DE LA COMBUSTION

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

SECTEURS TERTIAIRE / INSTITUTIONNEL / COMMERCIAL

Cette section concerne les installations de combustion du secteur tertiaire, institutionnel et commercial.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.4.a |
| CEE-NU / NFR | 1.A.4.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 02.01.01 à 02.01.06 |
| CITEPA / SNAPc | 02.01.01 à 02.01.06 |
| CE / directive IED | 1.1 (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / E-PRTR | 1c (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / directive GIC | 02.01.01, 02.01.02, (+02.01.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 50 à 60.2, 61 à 85, 91 à 93 (ancienne) ; 45 à 47, 49.1 à 49.5, 50 à 52, 55, 56, 58 à 66, 68 à 75, 77 à 82, 84 à 88 et 90 à 96 (nouvelle) |
| NAF 700 | 41, 50 à 55, 63 à 95 sauf 90 (ancienne) ; le très grand nombre de rubriques ne permet pas leur affichage ici (nouvelle) |
| NCE | E47 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up limité aux installations > 50 MW qui sont considérées individuellement et bilan national de l'énergie | Valeurs spécifiques à chaque installation considérée individuellement pour le SO ₂ , les NO _x , les particules et le CO ₂ pour les installations couvertes par le SEQUE. Valeurs nationales ou valeur par défaut pour les autres substances et les autres installations |

Niveau de méthode :

Rang 2/3 pour les installations > 50 MW

Rang 1/2 pour les installations < 50 MW

Références utilisées :

- [1] MEDDE / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [23] Observatoire SOeS, (ex Observatoire de l'Energie) - Tableaux des consommations d'énergie (publication annuelle)
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [41] SNCU - Enquête chauffage urbain (enquête annuelle)

- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [63] MINEFI - DIDEME - Données internes non publiées
- [67] CITEPA - N. ALLEMAND - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France - mars 2003
- [69] INSTITUT D'EMISSION D'OUTRE-MER (IEOM) - Rapport annuel
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section concerne les activités commerciales, institutionnelles et tertiaires consommatrices d'énergie. Les usages énergétiques de ces activités reposent pour une part importante sur la production de chaleur (chauffage) pour différents type de bâtiments (bureaux, commerces, hôpitaux, universités, bâtiments collectifs d'habitation, etc.).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les installations du secteur tertiaire sont distinguées en deux catégories :

- Installations de puissance supérieure à 50 MW : ces installations sont recensées individuellement chaque année dans le cadre de l'inventaire GIC (Grandes Installations de Combustion) [39] et leurs consommations sont donc connues de façon exhaustive ;
- Installations de puissance inférieure à 50 MW : les consommations de ces installations sont tirées du bilan national de l'énergie [1].

Les consommations des installations tertiaires sont intégrées dans le secteur résidentiel/tertiaire du bilan énergétique national [1]. Ce bilan englobe les installations de chauffage urbain qui font l'objet d'une enquête distincte [41] et qui sont rapportées dans le secteur spécifique au chauffage urbain et les consommations d'énergie liées aux activités de la Défense dont la décomposition en divers sous produits est confidentielle. La part utilisée pour les sources mobiles (engins terrestres, maritimes et aériens) est de fait assimilée à des sources fixes (donc à des équipements de natures très différentes). L'approximation induite par cette disposition engendre des écarts relativement limités sur les émissions globales en raison de la part faible d'énergie concernée (quelques pour cent de la consommation du secteur) et varient selon les substances, allant d'une valeur proche de zéro pour le CO₂ à des valeurs qui sont certainement plus significatives pour les NO_x ou le CO par exemple.

D'autres sources statistiques sont disponibles pour l'outre-mer [63, 69].

Les données complémentaires disponibles dans les services en charge du bilan énergétique national [23] et publiées par le CPDP [14] permettent une distinction plus fine vis-à-vis des combustibles, de la répartition entre secteurs résidentiel et tertiaire ainsi que parmi les usages (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson).

Il est à noter que les consommations d'énergie de ce secteur sont directement liées à la rigueur climatique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission nationaux. Une vérification de la cohérence des émissions ainsi estimées avec les émissions déclarées par les quelques sites soumis à quotas est réalisée.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de SO₂ sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leur teneur en soufre recensées chaque année.

Pour les autres installations, les émissions de SO₂ sont déterminées à partir de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de NO_x sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir de facteurs d'émission.

Pour les autres installations, les émissions de NO_x sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de CO

Les émissions de CO sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour les installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de TSP sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe et/ou à partir de facteurs d'émission.

Pour les autres installations, les émissions de TSP sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour certains combustibles pour lesquels les valeurs utilisées proviennent de la référence [42].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie est obtenue en appliquant des profils granulométriques moyens par combustibles, et techniques de dépoussiérage et les hypothèses suivantes :

- Installations de puissance supérieure à 50 MW : ces installations sont supposées être équipées à 50 % de cyclones et à 25% d'électrofiltres (les installations restantes n'étant pas équipées de dépoussiéreurs) ;

- Installations de puissance inférieure à 50 MW : ces installations sont supposées être équipées à 75% de cyclones (les installations restantes n'étant pas équipées de dépoussiéreurs).

Les profils granulométriques moyens par combustible sont présentés dans la section générale énergie sauf en ce qui concerne quelques combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées de la référence [183].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus pour dépendent de la puissance de l'équipement :

Equipement > 50 MW

- 2,2% pour les combustibles solides,
- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 2,5% pour les combustibles gazeux (hors biogaz),
- 4% pour le biogaz.

Equipement < 50 MW

- 6,4% pour les combustibles solides (hors bois),
- 28% pour le bois,
- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 4% pour les combustibles gazeux.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

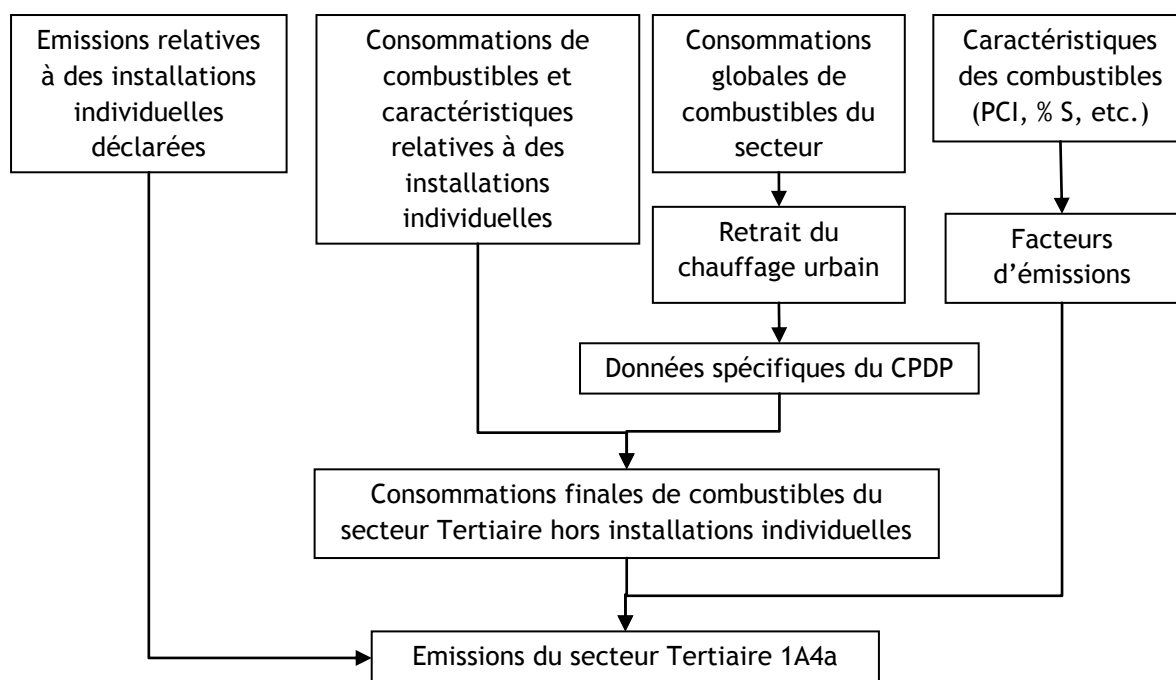
Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour le bois et les déchets de bois pour lesquels les valeurs utilisées proviennent de la référence [67].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions de PCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 07/02/2017 | JV |

SECTEURS RESIDENTIEL

Cette section concerne les installations de combustion fixes et mobiles du secteur résidentiel.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.A.4.b |
| CEE-NU / NFR | 1.A.4.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 02.02.01 à 02.02.05, 08.09 |
| CITEPA / SNAPc | 02.02.01 à 02.02.05, 08.09.01 et 08.09.02 |
| CE / directive IED | 1.1 (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / E-PRTR | 1c (champ limité aux installations > 50 MW) |
| CE / directive GIC | 02.02.01 (+02.02.03 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 001 (ancienne) ; 0011 et 0012 (nouvelle) |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | E52 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|--|
| Bilan national de l'énergie | Valeurs nationales ou valeurs par défaut |

Niveau de méthode :

CO₂, CH₄ et N₂O : Rang 1

Références utilisées :

- [1] MEDDE / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [22] Ministère de l'Environnement - Circulaire du 24 décembre 1990
- [23] SOeS, (ex Observatoire de l'Energie) - Tableaux des consommations d'énergie (publication annuelle)
- [41] SNCU - Enquête chauffage urbain (enquête annuelle)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émissions des sources stationnaires - 1995
- [63] MINEFI - DIDEME - Données internes non publiées
- [67] CITEPA - N. ALLEMAND - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France - mars 2003
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document Environnement n°136 - juin 2001
- [69] INSTITUT D'EMISSION D'OUTRE-MER (IEOM) - Rapport annuel
- [71] SAMARAS Z. & ZIEROCK K-H. - The estimation of other mobile sources and machinery. May 1994
- [72] PROMOJARDIN - Données professionnelles internes

- [73] GIGREL - Données professionnelles internes
- [79] TNO - Particulate matter emissions (PM_{10} - $PM_{2.5}$ - $PM_{0.1}$) in Europe in 1990 and 1993 - février 1997
- [755] IIASA - A framework to estimate the potential and costs for the control of fine particulate emissions in Europe, Interim Report IR-01-023 - 2001.
- [81] EPA - Reconciling urban fugitive dust emissions inventory and ambient source contribution estimates : summary of current knowledge and needed research - Desert Research Institute - mai 2000
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique ($< PM_{10}$, $< PM_{2.5}$) des émissions de poussières - février 1999
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [285] ADEME - Evaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France (document confidentiel), Septembre 2005
- [336] COLLET S. - HAP émis par la combustion du bois en foyers domestiques, INERIS, 2001
- [350] Determination of atmospheric pollutant emission factors at small industrial wood burning furnace, AEAT, March 2001
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [421] CEREN - Bilan national du bois de chauffage, Janvier 2009
- [422] Observ'ER : Synthèse annuelle du marché (anciennement SER - Brochure annuelle : le chauffage au bois domestique)
- [423] Directive européenne 2002/88/CE relative aux moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
- [458] CITEPA - Etude comparative des rejets atmosphériques des principales énergies de chauffage - Avril 2003
- [459] EMEP / EEA Guidebook - Mai 2009 - Section « 1A1 Energy industries » et « 1A4ai, 1A4bi, 1A4ci, 1A5a Small combustion »
- [460] Default emission factor Handbook 2nd edition - Janvier 1992 - Commission of european community
- [462] EMEP / CORINAIR Guidebook - Février 1996 - Section "Small consumers"
- [580] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Tables 3-22 et 3-28
- [582] EMEP CORINAIR - décembre 2006 - Page B111(S1)-6
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO_2) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH_4 et N_2O)
- [645] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.3.1
- [647] EMEP EEA Guidebook - mai 2009 - Secteur 1A4, table 3.22
- [747] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Table 3-9 « Other liquid fuels »

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les installations concernées par cette section sont essentiellement les suivantes :

- Sources fixes du secteur résidentiel : installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire et divers équipements ménagers (cuisson, agrément) ;
- Sources mobiles du secteur résidentiel : équipements de machinerie tels que les groupes électrogènes ou les outils de jardinage (tondeuses, débroussailleuses, etc.). Les engins de transport sont exclus de cette section et inclus dans les sections relatives aux modes de transport correspondants. Une partie de ces engins est utilisée à des fins professionnelles

par des prestataires de service mais, dans l'ensemble, la plus grande partie se trouve employée par des particuliers et il est donc considéré que tous ces appareils font partie du secteur résidentiel.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Sources mobiles

Les équipements mobiles dans le secteur résidentiel consommateurs d'énergie fossile sont nombreux et divers. Leur identification et leur dénombrement sont délicats car il n'existe pas de statistique spécifique et fiable concernant les parcs et les consommations d'énergie.

A partir des données disponibles sur les ventes [72, 73], de caractéristiques d'utilisation de ces équipements [71] et de diverses hypothèses relatives à l'importation et à l'exportation, à l'utilisation des tailles d'équipements dans le secteur visé, etc., les parcs des engins et leurs consommations sont estimées. Il est fait l'hypothèse que la consommation de gazole est le fait de groupes électrogènes et que la consommation d'essence est principalement le fait de groupes électrogènes et d'engins de jardinage.

Compte tenu des approximations importantes, il est fait l'hypothèse que tous les équipements considérés dans cette section appartiennent au secteur résidentiel et qu'aucun n'appartient au secteur tertiaire. Cette hypothèse n'engendre pas d'erreur autre qu'un biais dans la répartition des sous-secteurs, supposé relativement faible car la majeure partie de ces équipements est utilisée par des particuliers.

Sources fixes

Les consommations des installations résidentielles sont intégrées dans le secteur résidentiel/tertiaire du bilan énergétique national [1]. Ce bilan englobe les installations de chauffage urbain qui font l'objet d'une enquête distincte [41] et qui sont rapportées dans le secteur spécifique au chauffage urbain et les activités de la Défense dont la décomposition en divers sous-produits est confidentielle. D'autres sources statistiques sont disponibles pour l'outre-mer [63, 69].

Les données complémentaires disponibles dans les services en charge du bilan énergétique national [23] et publiées par le CPDP [14] permettent une distinction plus fine vis-à-vis des combustibles, de la répartition entre secteurs résidentiel et tertiaire ainsi que parmi les usages (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson).

L'estimation des émissions liées à l'usage du bois dans les appareils domestiques individuels est réalisée à l'aide d'une méthodologie spécifique permettant la prise en compte de la diversité des appareils domestiques de chauffage au bois. En effet, les facteurs d'émission varient fortement d'un type d'équipement à un autre, c'est pourquoi les émissions de ce secteur sont calculées à partir d'un parc d'équipements. Ce parc est estimé, d'une part, à partir de données du CEREN [421] proposant des distributions d'équipements au regard de certaines années et, d'autre part, des données de ventes d'équipements fournies par Observ'ER [422].

Il est à noter que les consommations d'énergie de ce secteur sont directement liées à la rigueur climatique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Emissions de CH₄

Sources fixes

Les émissions de CH₄ sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Sources mobiles

Les émissions de CH₄ sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [645] et spécifiques à la nature du carburant (essence et gazole) et au type d'engin (2 temps et 4 temps pour les engins à essence).

Emissions de N₂O

Sources fixes

Les émissions de N₂O sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Sources mobiles

Les émissions de N₂O sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [645] et spécifiques à la nature du carburant (essence et gazole) et au type d'engin (2 temps et 4 temps pour les engins à essence).

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont déterminées à partir de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NO_x

Sources fixes

Les émissions de NO_x sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible [22], [285] et [458].

Sources mobiles

Avant 2005, les émissions de NO_x sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission moyens par combustible [71]. A partir de 2005, les prescriptions de la directive 2002/98/CE relative aux moteurs à combustion interne des engins mobiles non routiers sont prises en compte pour le calcul de facteurs d'émission [423], ce qui entraîne une évolution temporelle de ceux-ci.

Pour information les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins essence sont présentés ci-après :

| Engin | Etape | FE NO _x (g/GJ) |
|----------------------|---------------|---------------------------|
| Groupes électrogènes | Pré directive | 253 |
| | Stage I | 310 |
| | Stage II | 310 |
| Tondeuses | Pré directive | 325 |
| | Stage I | 319 |
| | Stage II | 319 |
| Micro tracteurs | Pré directive | 170 |
| | Stage I | 198 |
| | Stage II | 179 |
| Débroussailleuses | Pré directive | 68 |
| | Stage I | 68 |

| Engin | Etape | FE NOx (g/GJ) |
|---------------|---------------|---------------|
| | Stage II | 60 |
| Tronçonneuses | Pré directive | 73 |
| | Stage I | 73 |
| | Stage II | 75 |

Emissions de COVNM

Sources fixes

Les émissions de COVNM sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible [67], [459] et [460].

Sources mobiles

Avant 2005, les émissions de COVNM sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission moyens par combustible [71]. A partir de 2005, les prescriptions de la directive 2002/98/CE relative aux moteurs à combustion interne des engins mobiles non routiers sont prises en compte pour le calcul de facteurs d'émission [423], ce qui entraîne une évolution temporelle de ceux-ci.

Pour information les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins essence sont présentés ci-après :

| Engin | Etape | FE COVNM (g/GJ) |
|----------------------|---------------|-----------------|
| Groupes électrogènes | Pré directive | 1 010 |
| | Stage I | 706 |
| | Stage II | 706 |
| Tondeuses | Pré directive | 1 039 |
| | Stage I | 726 |
| | Stage II | 726 |
| Micro tracteurs | Pré directive | 909 |
| | Stage I | 563 |
| | Stage II | 509 |
| Débroussailleuses | Pré directive | 15 909 |
| | Stage I | 7 318 |
| | Stage II | 3 212 |
| Tronçonneuses | Pré directive | 11 364 |
| | Stage I | 10 955 |
| | Stage II | 2 198 |

Emissions de CO

Sources fixes

Les émissions de CO sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission moyens par combustible [67], [459] et [462].

Sources mobiles

Avant 2005, les émissions de CO sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission moyens par combustible. A partir de 2005, les prescriptions de la directive 2002/98/CE relative aux moteurs à combustion interne des engins mobiles non routiers sont prises en compte pour le calcul de facteurs d'émission [423], ce qui entraîne une évolution temporelle de ceux-ci.

Pour information les facteurs d'émission correspondant à chaque niveau de la réglementation pour les engins essence sont présentés ci-après :

| Engin | Etape | FE CO (g/GJ) |
|----------------------|---------------|--------------|
| Groupes électrogènes | Pré directive | 15 783 |
| | Stage I | 15 783 |
| | Stage II | 15 783 |
| Tondeuses | Pré directive | 32 468 |
| | Stage I | 32 468 |
| | Stage II | 32 468 |
| Micro tracteurs | Pré directive | 17 045 |
| | Stage I | 17 045 |
| | Stage II | 17 045 |
| Débroussailleuses | Pré directive | 22 727 |
| | Stage I | 22 727 |
| | Stage II | 22 727 |
| Tronçonneuses | Pré directive | 34 091 |
| | Stage I | 34 091 |
| | Stage II | 34 091 |

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Sources fixes

Les émissions de TSP sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible [42], [580], [582] et [747].

Sources mobiles

Deux types d'émissions de TSP sont déterminés pour les sources mobiles :

- Combustion de carburants : les émissions de TSP sont déterminées à partir de facteurs d'émission relatifs à la nature du carburant (essence et gazole) et au type d'engin (2 temps et 4 temps pour les engins à essence) [68] ;
- Abrasion mécanique : les émissions de TSP relatives à l'abrasion (usure des pneus, des freins, des embrayages et du revêtement routier) sont déterminées par rapport à un temps d'utilisation des engins et de facteurs d'émission moyens [68]. Seuls les micro-tracteurs sont supposés avoir une usure relative non négligeable et sont assimilés aux motoculteurs du secteur agricole.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie est obtenue en appliquant des profils granulométriques moyens par combustible [68], [76], [77], [78], [79] et [183].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus pour dépendent des sources :

Sources fixes

- 6,4% pour les combustibles solides,
- 8,5% pour les combustibles liquides,
- 5,4% pour les combustibles gazeux (hors biogaz)

Sources mobiles (combustion)

- 5% pour l'essence et bioessence,
- 57,9% pour le diesel et biodiesel.

Sources mobiles (abrasion)

Le ratio retenu est de 10,6%

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour certains combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées de la référence [67].

Dioxines et furannes (PCDD-F)Sources fixes

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour certains combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées de la référence [67].

Sources mobiles

Les émissions de dioxines/furannes sont déterminées à partir de facteurs d'émission relatifs à la nature du carburant (essence et gazole) et au type d'engin (2 temps et 4 temps pour les engins à essence) [355].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Les émissions de chacun des HAP concernés sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour certains combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées des références [67] et [336].

Polychlorobiphényles (PCB)Sources fixes

Les émissions de PCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible présentés dans la section générale énergie sauf pour certains combustibles pour lesquels des valeurs plus appropriées sont tirées de la référence [350].

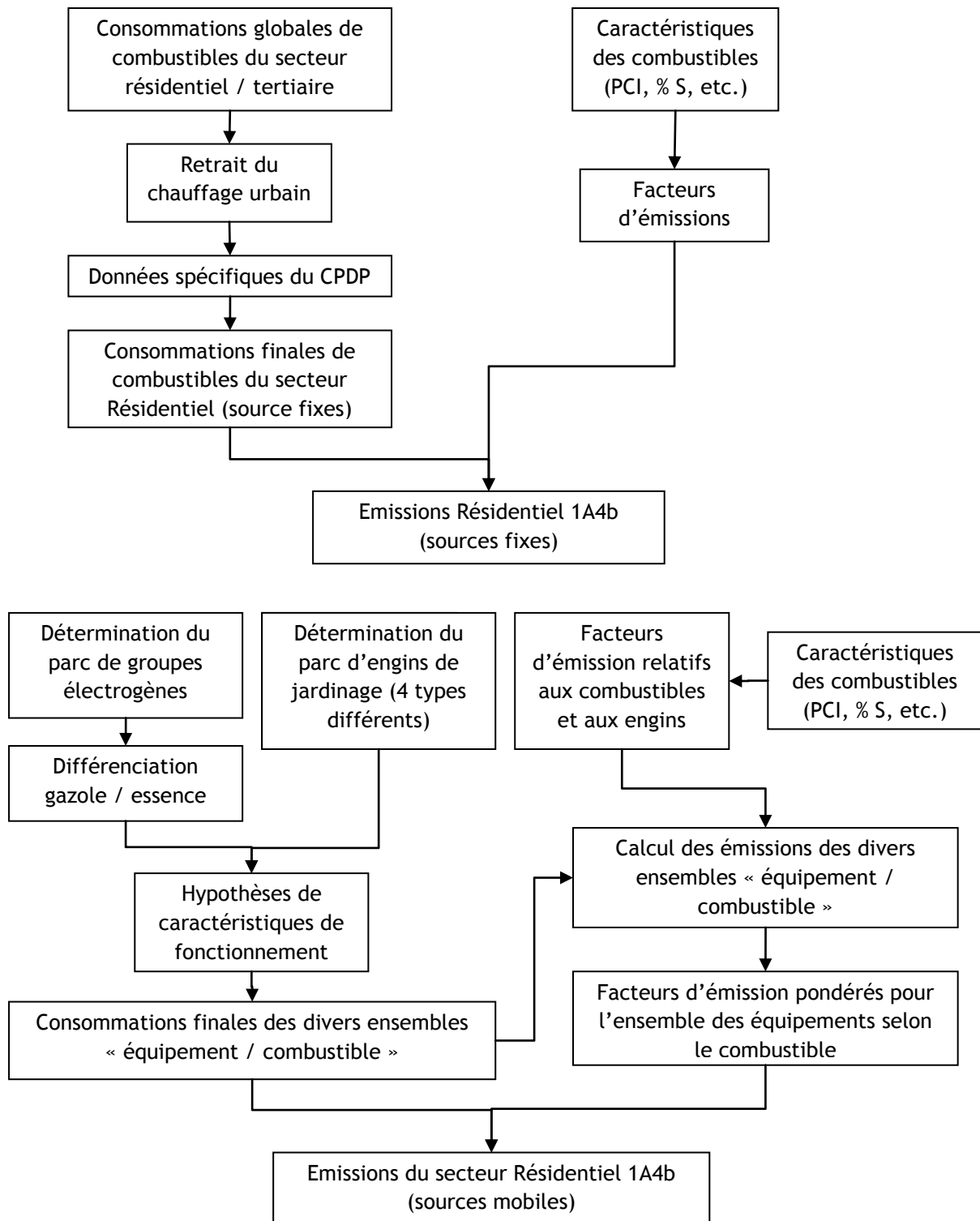
Sources mobiles

Les émissions de PCB liées à la combustion des sources mobiles sont considérées comme nulles ou négligeables.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 06/02/2017 | JV |

AGRICULTURE / SYLVICULTURE / ACTIVITES HALIEUTIQUES (COMBUSTION)

La présente section traite des émissions liées à la combustion provenant des activités agricoles, sylvicoles et de la pêche. Elle traite séparément les sources fixes (installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation, etc.) et les sources mobiles (tracteurs, moissonneuses, débardeuses, etc.).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 1.A.4.c |
| CEE-NU / NFR | 1.A.4.c i et 1.A.4.c ii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 02.03.01 à 02.03.05, 08.04.03, 08.06 et 08.07 |
| CITEPA / SNAPc | 02.03.01 à 02.03.05, 08.04.03, 08.06 et 08.07 |
| CE / directive IED | Limité aux installations >50 MW quel que soit le secteur d'activité |
| CE / E-PRTR | Limité aux installations >50 MW quel que soit le secteur d'activité |
| CE / directive GIC | 02.03.01 (+02.03.03 à partir de l'inventaire relatif à 2004) |
| EUROSTAT / NAMEA | 01, 02 et 03 |
| NAF 700 | 01, 02 et 05 |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|--|
| Top-down | Valeurs par défaut appliquées aux parcs nationaux d'engins |

Niveau de méthode :

Rangs 1 et 2

Références utilisées :

- [1] Observatoire de l'Energie - Bilans de l'énergie (publication annuelle)
- [13] UFIP - Données internes
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [23] SOeS (ex-Observatoire de l'Energie) - Tableaux des consommations d'énergie (publication annuelle)
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [59] AEE - COPERT III - SAMARAS Z. & al. - Methodology and Emission Factors, 2000
- [67] CITEPA - ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France - Mars 2003
- [69] INSTITUT D'EMISSION D'OUTRE-MER (IEOM) - Rapport annuel
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996

- [71] SAMARAS Z. & ZIEROCK K-H. - The estimation of other mobile sources and machinery - May 1994
- [72] PROMOJARDIN - Données professionnelles internes
- [73] GIGREL - Données professionnelles internes
- [74] EMEP MSC EAST - Note technique 6/2000
- [75] AFME - CEMAGREF - Consommation de carburant des tracteurs agricoles - Février 1990
- [76] ARMEF - Les ventes de matériel d'exploitation forestière en France de 1968 à 1992 - Avril 1993
- [77] ARMEF - Etat du parc des machines d'exploitation forestière en région Lorraine - Février 1993
- [105] OFEFP - Banque de données off-road
- [133] CITEPA - DANG Q.C. - Tentative d'estimation des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic maritime en Méditerranée Occidentale, Janvier 1993
- [139] Arrêté du 28 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 17 janvier 2001 relatif aux contrôles des émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs destinés à la propulsion des tracteurs agricoles et forestiers (JO du 26 octobre 2005)
- [140] Arrêté du 22 septembre 2005 relatif à la réception des moteurs destinés à être installés sur les engins mobiles non routiers en ce qui concerne les émissions de gaz et de particules polluantes (JO du 23 décembre 2005)
- [142] UBA - Entwicklung eines Modelis zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen - Janvier 2004
- [285] ADEME - Evaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France (document confidentiel), Septembre 2005
- [333] AGRESTE - Irrigation et matériel 2005, enquête structure 2005 et recensement agricole 2000 (disponible sur le site de l'Agreste <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>)
- [341] COOPER D.A. - HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [344] EMEP / CORINAIR Guidebook, section B-842-16, Décembre 2006
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [413] IPCC - Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Background Papers - Annex 1 - Table 2 - CH₄ default emission factors, 2000
- [645] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.3.1
- [646] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 2 Combustion sources fixes, Table 2.5
- [675] Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles - Table 6. Atmospheric environment 61 (2012) 641-651. Pulles et al.
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011
- [700] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.5.3
- [703] Guidebook EMEP 2013 - 1A4 Non-road mobile source & machinery - Table 3-1 (Tier 1)

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les caractéristiques des combustibles pris en compte sont les caractéristiques moyennes par défaut décrites dans la section générale sur l'énergie.

Sources fixes

La consommation de combustibles fossiles et de biomasse des sources fixes agricoles est déterminée à partir du bilan de l'énergie produit annuellement par le SOeS [1, 23] pour la métropole.

D'autres sources statistiques sont disponibles pour l'Outre-mer [69]. Les engins agricoles et sylvicoles n'étant pas identifiés en Outre-mer, la consommation d'énergie du secteur est considérée en totalité dans les sources fixes.

Les données complémentaires disponibles au CPDP [14] permettent une distinction plus fine vis-à-vis des combustibles pour le secteur agricole.

Sources mobiles

Les équipements mobiles dans les secteurs agricoles et sylvicoles sont supposés consommer la totalité du FOD du GNR et de l'essence indiquée dans les bilans énergétiques du SOeS [1, 14]. Les parcs de tracteurs agricoles, de moissonneuses et de motoculteurs sont issus du CPDP [14] et de l'Agreste [333]. Des évolutions dans les séries statistiques ont conduit à extrapoler le parc pour les années postérieures à 2005 tout en conservant la tendance décrite dans les statistiques.

Les parcs d'engins forestiers (tracteurs, débusqueuses, débardeuses) sont issus de plusieurs références [76, 77]. Il est également pris en compte un parc de tronçonneuses sur la base des données disponibles [72, 73] dans la proportion de respectivement 50% et 35% pour l'agriculture et la sylviculture. Le solde est supposé appartenir au secteur résidentiel / tertiaire. Les caractéristiques relatives à l'utilisation de ces engins sont déterminées à partir des données disponibles dans plusieurs sources [71, 75].

L'ensemble de ces hypothèses reste approximatif mais permet de déterminer des consommations d'énergie. Ces dernières sont consolidées grâce aux consommations fournies par les bilans énergétiques ce qui permet de s'affranchir, dans une certaine mesure, des risques de double compte dans les parcs de machines.

Pour la pêche, les données sont fournies par le CPDP [14]. A noter que depuis 1997, les quantités de FOL (environ 0,5% du total) ne sont plus communiquées. La consommation de la dernière année disponible est reportée chaque année. La pêche est affectée en totalité au périmètre national même si les zones de pêche s'étendent bien au-delà des eaux territoriales et des zones économiques exclusives (ZEE).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie). Ces facteurs sont appliqués uniformément à toutes les installations et à tous les types d'engins.

Emissions de CH₄

En agriculture, les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible issus des lignes directrices du GIEC 2006 pour les sources fixes [645] et les sources mobiles [646], sauf pour la combustion du bois qui est estimée à partir des facteurs d'émissions fournis par une étude ADEME [285]. Pour les sources mobiles, la combustion souvent imparfaite conduit surtout au rejet de COVNM.

Pour la pêche, les émissions de CH₄ sont également estimées à partir du GIEC 2006 [700] mais un seul facteur est fourni, ce facteur est pris en compte pour les différents combustibles consommés sur les bateaux de pêche : le fuel lourd, le diesel marine et l'essence.

Emissions de N₂O

En agriculture, les émissions de N₂O sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par combustible des lignes directrices du GIEC 2006 pour les sources fixes [645] et les sources mobiles [646].

Pour la pêche, les émissions de N₂O sont également estimées à partir du GIEC 2006 [700] mais un seul facteur est fourni, ce facteur est pris en compte pour les différents combustibles consommés sur les bateaux de pêche : le fuel lourd, le diesel marine et l'essence.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**

En agriculture, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission basé sur les teneurs en soufre moyennes et des pouvoirs calorifiques moyens des combustibles. Ces facteurs d'émission sont décrits dans la section générale sur l'énergie.

Pour la pêche, les teneurs en soufre des différents combustibles évoluent non linéairement au cours du temps et sont très différentes d'un combustible à l'autre.

Emissions de NO_x

Pour les installations fixes agricoles, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible. Ces facteurs d'émission sont décrits dans la section générale sur l'énergie.

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission recalculés à partir des différents engins et des caractéristiques associées [71, 142]. Les facteurs d'émission moyens varient en fonction du temps avec la mise en œuvre des réglementations récentes et l'évolution du parc [139, 140, 142].

Tableau 1 : Facteurs d'émission pour les NO_x par gamme et par génération d'engin diesel

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II | Stage IIIa | Stage IIIb | Stage IV |
|----------------------------------|---------------|---------|----------|------------|------------|----------|
| Tracteurs agricoles | 1 333 | 876 | 667 | 405 | 362 | 38 |
| Automoteurs télescopiques | 1 235 | 811 | 617 | 375 | 291 | 35 |
| Moissonneuses batteuses | 1 361 | 894 | 583 | 356 | 194 | 39 |
| Ensileuses automotrices | 1 235 | 811 | 529 | 323 | 176 | 35 |
| Epandeur de lisier | 1 058 | 1 169 | 1 169 | 1 169 | 1 169 | 1 169 |
| Motoculteurs, motofaucheuses... | 1 290 | | | | | |
| Presses à grosses balles | 1 058 | | | | | |
| Pulvérisateurs automoteurs | 1 058 | | | | | |
| Récolteuses de maïs automotrices | 1 058 | | | | | |
| Tracteurs forestiers | 1 449 | 952 | 621 | 380 | 342 | 41 |
| Débusqueuses | 1 449 | 952 | 621 | 380 | 342 | 41 |
| Débardeuses | 1 449 | 952 | 725 | 440 | 342 | 41 |

Tableau 2 : Facteurs d'émission pour les NOx par gamme et par génération d'engin essence

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II |
|---------------|---------------|---------|----------|
| motoculteurs | 183 | 223 | 223 |
| tronçonneuses | 48 | 71 | 78 |

Pour la pêche, le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge, elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur une valeur moyenne proposée par LLOYD REGISTER [133] de 1475 g/GJ appliquée uniformément à tous les navires et toutes les années.

Emissions de COVNM

Pour les installations fixes agricoles, les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission issus d'EMEP [17] pour les combustibles fossiles et d'une étude de ALLEMAND N. [67] pour le bois.

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission recalculés à partir des différents engins et des caractéristiques associées [71, 142]. Les facteurs d'émission moyens varient en fonction du temps avec la mise en œuvre des réglementations récentes et l'évolution du parc [139, 140, 142].

Tableau 3 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par génération d'engin diesel

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II | Stage IIIa | Stage IIIb | Stage IV |
|----------------------------------|---------------|---------|----------|------------|------------|----------|
| Tracteurs agricoles | 224 | 124 | 124 | 43 | 38 | 18 |
| Automoteurs télescopiques | 182 | 115 | 115 | 39 | 17 | 17 |
| Moissonneuses batteuses | 126 | 126 | 97 | 32 | 18 | 18 |
| Ensileuses automotrices | 115 | 115 | 88 | 29 | 17 | 17 |
| Epandeur de lisier | 337 | 357 | 357 | 357 | 357 | 357 |
| Motoculteurs, motofaucheuses... | 379 | | | | | |
| Presses à grosses balles | 337 | | | | | |
| Pulvérisateurs automoteurs | 337 | | | | | |
| Récolteuses de maïs automotrices | 337 | | | | | |
| Tracteurs forestiers | 135 | 135 | 104 | 35 | 31 | 20 |
| Débusqueuses | 199 | 135 | 104 | 35 | 31 | 20 |
| Débardeuses | 219 | 135 | 135 | 46 | 41 | 20 |

Tableau 4 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par génération d'engin essence

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II |
|---------------|---------------|---------|----------|
| motoculteurs | 1 081 | 508 | 508 |
| tronçonneuses | 11 837 | 11 411 | 2 289 |

Pour la pêche, le facteur d'émission utilisé pour la pêche dépend du type d'équipement et de sa charge, elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur une valeur moyenne proposée par LLOYD REGISTER [133] de 67,5 g/GJ appliquée uniformément à tous les navires et toutes les années.

Emissions de CO

Pour les installations fixes agricoles, les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission recalculés à partir des différents engins et des caractéristiques associées [71, 142]. Des valeurs élevées de l'ordre de 30 000 g/GJ sont utilisées pour l'essence compte tenu des modes d'utilisation de la plupart de ces engins (accélérations fréquentes) et de l'introduction de dispositions limitatrices des émissions que très récemment et n'affectant pas la plus grande partie du parc.

Tableau 5 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par génération d'engin diesel

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II | Stage IIIa | Stage IIIb | Stage IV |
|----------------------------------|---------------|---------|----------|------------|------------|----------|
| Tracteurs agricoles | 497 | 472 | 472 | 472 | 472 | 472 |
| Automoteurs télescopiques | 405 | 334 | 334 | 334 | 334 | 334 |
| Moissonneuses batteuses | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 | 292 |
| Ensileuses automotrices | 265 | 265 | 265 | 265 | 265 | 265 |
| Epandeur de lisier | 739 | 783 | 783 | 783 | 783 | 783 |
| Motoculteurs, motofaucheuses... | 831 | | | | | |
| Presses à grosses balles | 739 | | | | | |
| Pulvérisateurs automoteurs | 739 | | | | | |
| Récolteuses de maïs automotrices | 739 | | | | | |
| Tracteurs forestiers | 311 | 311 | 311 | 311 | 311 | 311 |
| Débusqueuses | 445 | 445 | 445 | 445 | 445 | 445 |
| Débardeuses | 488 | 488 | 488 | 488 | 488 | 488 |

Tableau 6 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par génération d'engin essence

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II |
|---------------|---------------|---------|----------|
| motoculteurs | 22 727 | 22 727 | 22 727 |
| tronçonneuses | 33 144 | 33 144 | 33 144 |

Pour la pêche, le facteur d'émission dépend du type d'équipement et de sa charge, elle-même variable selon les phases. L'approche utilisée s'appuie sur une valeur moyenne proposée par LLOYD REGISTER [133] de 200 g/GJ appliquée uniformément à tous les navires et toutes les années.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables d'autant qu'il n'y a pas actuellement d'installation munie de dispositif d'épuration des NO_x dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance.

Emissions de particules liées à la combustion (TSP, PM₁₀, PM_{2.5})

Pour les installations fixes agricoles, les émissions de TSP sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible proposés par le guide EMEP [17] pour le secteur tertiaire. Les émissions de PM₁₀ et PM_{2.5} sont estimées avec une granulométrie identique à celle utilisée dans le secteur tertiaire.

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission recalculés à partir des différents engins et des caractéristiques associées [71, 142]. Les facteurs d'émission moyens varient en fonction du temps avec la mise en œuvre des réglementations récentes et l'évolution du parc [139, 140, 142].

Tableau 7 : Facteurs d'émission pour les TSP par gamme et par génération d'engin diesel

| g/GJ | Pré-Directive | Stage I | Stage II | Stage IIIa | Stage IIIb | Stage IV |
|----------------------------------|---------------|---------|----------|------------|------------|----------|
| Tracteurs agricoles | 140 | 77 | 36 | 36 | 2 | 2 |
| Automoteurs télescopiques | 140 | 84 | 40 | 40 | 2 | 2 |
| Moissonneuses batteuses | 140 | 69 | 25 | 25 | 3 | 3 |
| Ensileuses automotrices | 140 | 69 | 25 | 25 | 3 | 3 |
| Epandeur de lisier | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Motoculteurs, motofaucheuses... | 140 | | | | | |
| Presses à grosses balles | 140 | | | | | |
| Pulvérisateurs automoteurs | 140 | | | | | |
| Récolteuses de maïs automotrices | 140 | | | | | |
| Tracteurs forestiers | 126 | 62 | 23 | 23 | 2 | 3 |
| Débusqueuses | 126 | 65 | 28 | 28 | 2 | 2 |
| Débardeuses | 126 | 74 | 35 | 35 | 2 | 2 |

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, les facteurs d'émission PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimés à partir des données disponibles auprès du CEPMEIP [49].

Pour la pêche, les facteurs d'émission de TSP sont estimés à 146 g/GJ pour le fioul lourd [49], 98 g/GJ pour le gazole [49] et 65 g/GJ pour l'essence [17].

Emissions de particules liées à l'abrasion mécanique (TSP, PM_{10} , $PM_{2,5}$)

Les émissions de particules totales relatives à l'abrasion (usure des pneus, des freins, des embrayages et du revêtement routier) sont déterminées par rapport à un temps d'utilisation des engins. Les facteurs d'émission TSP sont estimés à partir des facteurs d'émission PM_{10} fournis par l'OFEFP [68] et du ratio TSP/ PM_{10} déduit de valeurs moyennes obtenues pour les engins routiers. Cette référence OFEFP [68] produit une information détaillée par type d'abrasion (pneumatiques, freins, embrayages et revêtement routier). Les tracteurs, moissonneuses, débardeuses et débusqueuses sont assimilés aux poids lourds tandis que les motoculteurs sont assimilés aux véhicules particuliers. Les facteurs d'émission utilisés dans l'inventaire ont été estimés en considérant que les tracteurs fonctionnent uniquement 5% de leur temps sur un revêtement routier.

En ce qui concerne les motoculteurs, l'abrasion du revêtement routier est supposée ne pas avoir lieu et pour les équipements non munis de roues (tronçonneuses), il est supposé qu'il n'y a pas d'émission liée à l'abrasion.

Tableau 8 : Facteurs d'émission pour les particules liées à l'abrasion

| Type d'engins | g TSP / h | g PM_{10} / h | g $PM_{2,5}$ / h |
|---|-----------|-----------------|------------------|
| tracteurs, moissonneuses, débardeuses, etc. | 6,7 | 3,2 | 1,7 |
| motoculteurs | 7,3 | 1,3 | 0,3 |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus pour dépendent des sources :

Sources fixes

- 6,4% pour les combustibles solides (hors bois),
- 3,3% pour le bois
- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 2,5% pour le gaz naturel.

Sources mobiles (combustion)

Les ratios retenus sont différents selon les combustibles considérés :

- Diesel : Ratio fixe BC par rapport aux TSP évoluant selon les normes de moteurs. Le ratio final BC (en % $PM_{2,5}$) varie donc annuellement selon l'évolution du parc des engins (cf. base de données),
- Essence : 5%.

Emissions de métaux lourds (ML)

Les émissions des métaux lourds sont calculées à partir de facteurs d'émission par combustible détaillés dans la section générale énergie (à l'exception des émissions liées à l'essence).

Les engins à moteur 2 temps fonctionnant à l'essence ont des émissions de métaux plus élevées du fait de l'huile introduite dans le mélange qui en contient. Pour les engins à moteur 4 temps consommant de l'essence, les facteurs d'émission sont issus de la publication de PULLES T. [675]. Pour les engins à moteur 2 temps consommant de l'essence, le Guidebook EMEP EEA 2013 [703] fournit des facteurs d'émission pour 6 des 9 métaux lourds inventoriés. Pour l'arsenic, le mercure et le plomb, qui manquent dans le guide EMEP, les facteurs d'émission des moteurs 4 temps [675] sont affectés aux moteurs 2 temps.

Emissions de dioxines et furannes (PCDD-F)

Pour les installations fixes agricoles, les émissions de dioxines et furannes sont calculées à partir de facteurs d'émission par combustible détaillés dans la section générale énergie.

Pour les sources mobiles agricoles et sylvicoles, le facteur d'émission est issu d'un outil spécialisé (Toolkit) développé par le PNUE [355].

Concernant la pêche, les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles fournies dans la publication de COOPER D.A. [341].

Emissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les émissions de chacun des HAP sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible fournie dans la publication de SAMARAS Z. [59] et supposés constants au cours des années.

Emissions de polychlorobiphényles (PCB)

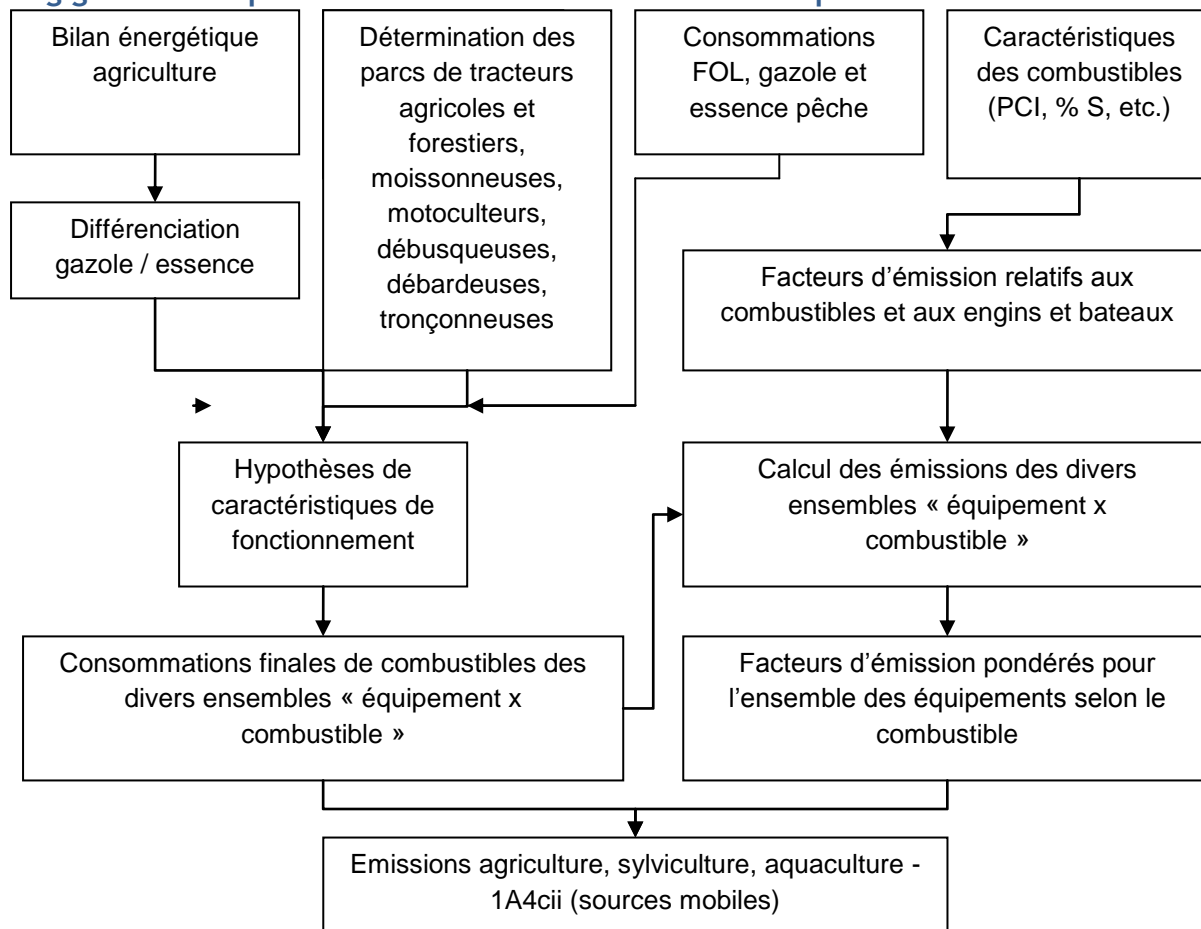
Les émissions de PCB ne sont estimées que pour le secteur de la pêche. Elles sont évaluées à partir des facteurs d'émission par combustible fournis dans la publication de COOPER D.A. [341].

Emissions d'hexachlorobenzène (HCB)

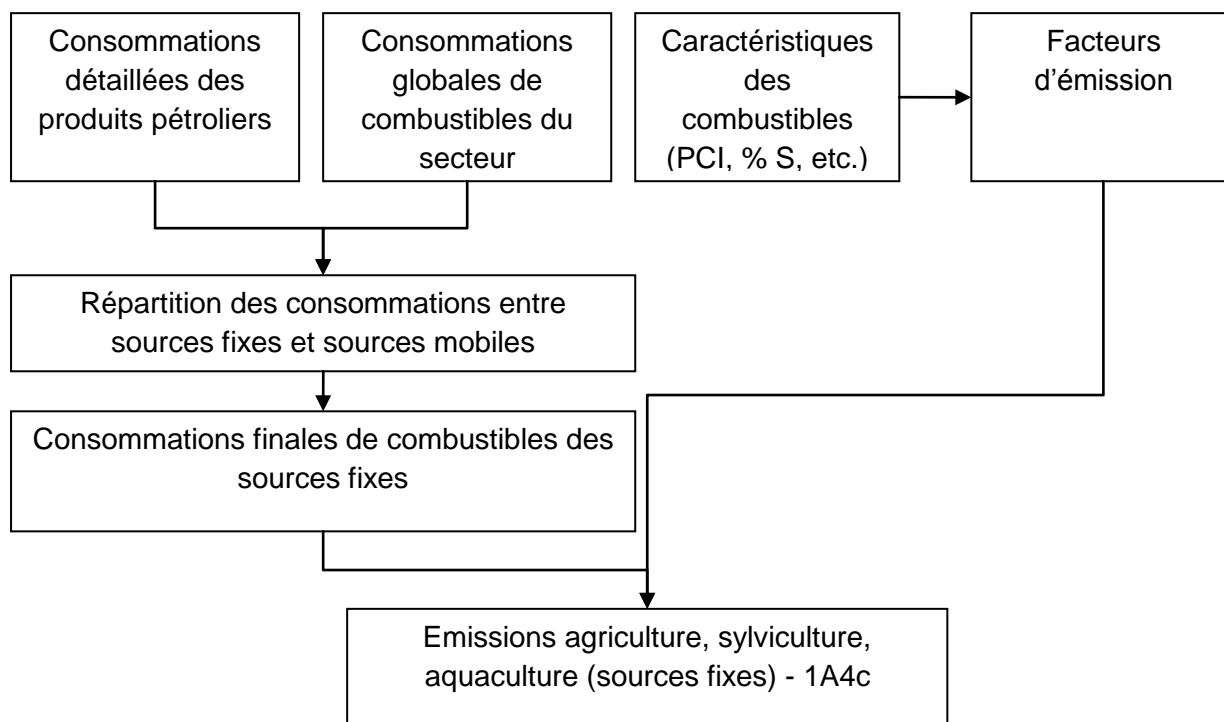
Les facteurs d'émission de HCB sont issus de la note technique de l'EMEP 6/2000 [74]. Pour les moteurs diesel, ils sont supposés constants en revanche pour les moteurs à essence, ces facteurs varient en fonction de la teneur moyenne en plomb des carburants [74].

Les émissions issues du secteur de la pêche sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible fournis dans la publication de COOPER D.A. [341].

Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources mobiles



Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources fixes



EMISSIONS FUGITIVES

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 10/02/2017 | RB | 20/02/2017 | CG/JV |

EXTRACTION DU CHARBON

Cette section se rapporte aux activités liées à l'extraction du charbon et de sa mise à disposition aux consommateurs à l'exclusion des phénomènes de combustion qui peuvent y être associés.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.1.a et 1.B.1.c |
| CEE-NU / NFR | 1.B.1.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.01.01 à 05.01.03 |
| CITEPA / SNAPc | 05.01.01 à 05.01.03 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 05 |
| NAF 700 | 101Z |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up basé sur les données par site | Spécifiques aux sites pour le CH ₄ , global pour les particules |

Niveau de méthode :

Rang 2 ou 3 pour la période d'activité extractive (jusqu'en 2004), 2 pour la période après mine à compter de 2005

Références utilisées :

- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [52] Charbonnages de France - Statistique charbonnière annuelle
- [159] Charbonnages de France - données internes sur les émissions de CH₄, multi annuel
- [160] INERIS, Evaluation des quantités de méthane rejetées dans l'atmosphère par les mines françaises de charbon et de lignite, décembre 1991
- [377] BRGM/DPSM - Bilan méthane après-mines dans les bassins houillers français à partir de 2004, multi annuel

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

L'activité minière est à l'origine d'émissions de méthane (composant majoritaire du gaz de mine ou grisou) et de particules (manutention et envols lors du stockage et du transport).

Les rejets de gaz de mine proviennent :

- Du dégazage naturel de la mine (mines à ciel ouvert dites « découvertes »),
- De l'aération de la mine et de la fraction de gaz de mine non captée (mines souterraines),
- Du dégazage lors du stockage du charbon après extraction.

La formation du CH_4 dans les mines dépend des caractéristiques des veines exploitées. Certaines mines non grisouteuses ne sont pas émettrices. Les émissions se poursuivent après la fin de l'exploitation mais se réduisent progressivement.

L'activité minière est recensée pour chaque site [52]. En France l'activité d'extraction a fortement décru au cours des dernières décennies pour cesser totalement en 2002 pour les mines à ciel ouvert et en 2004 pour les mines souterraines.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CH_4

Période pré-2004

Les hypothèses suivantes sont faites :

Le charbon importé a dégazé en totalité avant de parvenir sur le territoire national. Il est en effet impossible de connaître le temps de séjour de ce charbon hors de France. Cette hypothèse est minorante en valeur absolue mais préserve actuellement les engagements nationaux de limitation et de réduction des émissions dans la mesure où les quantités de charbon consommées se réduisent au fil des années. En effet, la baisse des émissions qui en résulterait n'est pas prise en compte.

Le charbon produit en France dégaze en totalité avant de parvenir à l'utilisateur. En conséquence, aucune émission de CH_4 liée au stockage et à la manutention n'est affectée aux secteurs consommateurs. Les émissions sont géographiquement attachées aux sites miniers. Cette hypothèse a un impact d'autant plus faible que l'on considère une année proche de 2004, date à laquelle toute activité d'extraction a cessé. Les données de base exploitées pour cette partie proviennent d'une étude réalisée par l'INERIS [160].

L'activité étant connue par site, la spatialisation des émissions est relativement aisée, bien que les émissions diffuses puissent être de fait moins précisément localisées.

Les émissions de CH_4 lors de l'exploitation étaient déterminées jusqu'en 2004 chaque année pour chaque bassin par CdF à partir des caractéristiques des veines exploitées (grisouteuses ou non) [159]. Des fluctuations importantes sont donc observées d'une année à l'autre. Il n'y a plus d'exploitation de mines de charbon en France depuis avril 2004.

Cette estimation englobe aussi le dégazage lié à la ventilation des galeries après la fin d'exploitation à l'exception des quantités captées et valorisées.

Période post 2004

Après la fin d'exploitation, les mines de charbon grisouteuses continuent de rejeter du méthane à l'atmosphère via notamment les exutoires. Il est donc nécessaire d'estimer les émissions de l'« après-mine ». Le BRGM, et plus particulièrement le DPSM (Département Prévention et Sécurité Minière), est en charge de la problématique de l'après-mine et notamment de la surveillance des émissions des anciennes mines.

Les débits des exutoires sont mesurés par le BRGM. Cependant, ceux-ci sont très faibles et très variables en fonction de la localisation et de la pression atmosphérique. De plus, la teneur en méthane du gaz de mine est également très variable d'un point de rejet à un autre.

A l'aide de ces différentes données, le BRGM [377], a élaboré une estimation des rejets de méthane à l'air libre pour l'ensemble des anciennes mines [377].

Ces émissions sont variables d'une année à l'autre en fonction des caractéristiques des mines mais diminuent progressivement au cours du temps après la fin d'exploitation des mines. Un processus de mise à jour annuelle est effectué.

Les facteurs d'émission calculés ont principalement une utilité fonctionnelle puisque les émissions ne sont pas proportionnelles à la production (on peut obtenir des facteurs d'émission de valeur infinie lorsque l'émission est rapportée à une production nulle).

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les rejets de particules proviennent de la manutention des produits et des envols lors du stockage et du transport.

Contrairement au méthane, les émissions de particules sont, en première approximation, indépendantes du type de mine. Les nombreux éléments pouvant intervenir dans les phénomènes émissifs excluent une modélisation précise surtout a posteriori. Les facteurs d'émission utilisés proviennent de la littérature [49] et de dires d'experts.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

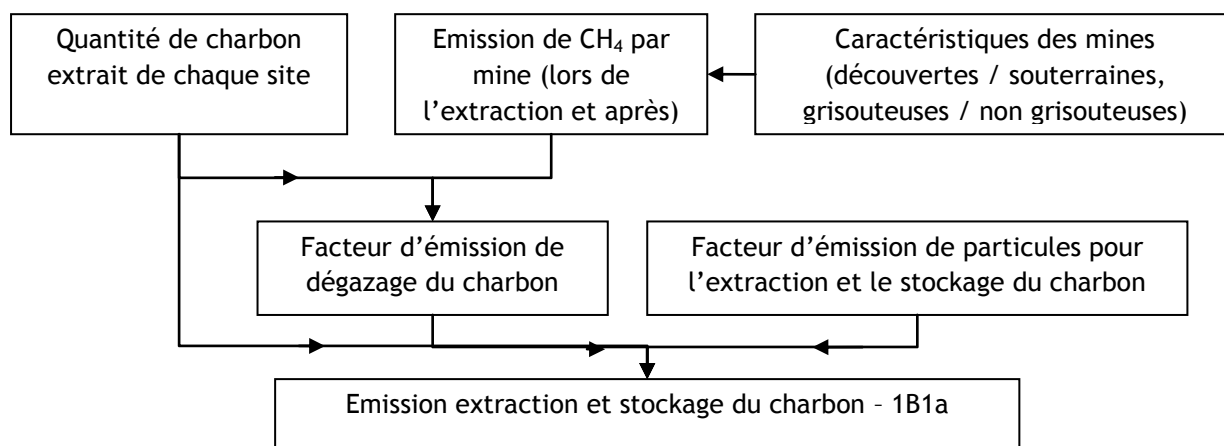
Le facteur d'émission PM_{10} est identique à celui des TSP par suite des hypothèses retenues sur la granulométrie des particules.

Les émissions de particules de cette activité sont nulles depuis l'arrêt de l'exploitation des mines françaises en avril 2004.

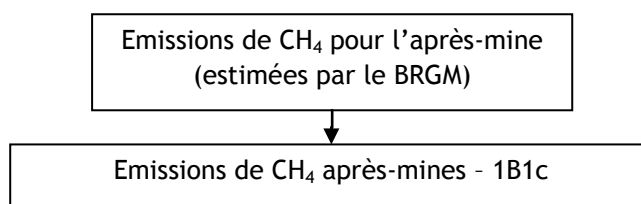
Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de $PM_{2,5}$ est estimée à 10%.

Logigramme du processus d'estimation des émissions pour la période pré-2004.



Logigramme du processus d'estimation des émissions pour la période post-2004.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ | 07/02/2017 | JV |

TRANSFORMATION DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX SOLIDES

Cette section est dédiée aux émissions se produisant au cours des phases d'extinction et au défournement lors de la production de coke (fuites aux portes) au sein des cokeries minières et sidérurgiques. Les émissions liées à la combustion sont traitées en section « 1A1c - solid fuel transformation ».

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.1.b |
| CEE-NU / NFR | 1.B.1.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.02.01 |
| CITEPA / SNAPc | 04.02.01 |
| CE / directive IED | 1.3 |
| CE / E-PRTR | 1d |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.1-3 |
| NAF 700 | 231Z (ancienne) ; 1910Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------------|---|
| Production nationale | Valeurs déterminées à partir des déclarations annuelles des exploitants |

Niveau de méthode :

Non défini par le GIEC / Rang EMEP 3

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [27] Fédération française de l'Acier (FFA) / A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux) - Données internes
- [52] Charbonnages de France - Statistique charbonnière annuelle
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [162] LECES Evolution des métaux lourds et composés organiques persistants en sidérurgie, 1996
- [163] UK fine particulate - Emissions from industrial processes, août 2000
- [626] EMEP/EEA Emission inventory guidebook - Edition 2013 - Chapter 1.B.1.b Fugitive emissions from solid fuels ; solid fuel transformation, Section 3.2.2, table 3-1 Tier 1 emission factors
- [767] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.B.1.b Fugitive emissions from solid fuels - Solid fuel transformation, Table 3-1 Tier 1 emission factors for source category 1.B.1.b Solid fuel transformation

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

En France, la transformation de combustibles solides est pratiquement circonscrite à la production de coke dans les cokeries minières et les cokeries sidérurgiques. La liquéfaction, la gazéification et la production de combustibles défumés sont inexistantes ou marginales. L'activité minière hors cokerie est également rapportée dans cette catégorie. Le dernier bassin a cessé toute exploitation en 2004.

Il n'existe plus de cokerie minière en France depuis fin 2009. Trois cokeries sidérurgiques (i.e. au sein des sites intégrés de fabrication d'acier) subsistent en France.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les statistiques de production sont connues selon les années, soit par installation, soit par sous-ensemble sectoriel [19][27][52][53].

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission issus des déclarations et des données communiquées par la fédération professionnelle du secteur [19][27] pour les cokeries sidérurgiques. Ces facteurs sont ensuite appliqués à l'ensemble de la production de coke (minier et sidérurgique).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Pas d'émission attendue.

Emissions de CH₄

Le méthane est le seul gaz à effet de serre considéré comme émis lors des phases d'extinction et de défournement des fours à coke. Les émissions des autres GES sont intégralement comptabilisées dans la section « 1A1c - solid fuels transformation ».

Les déclarations annuelles des sites [19] et des données communiquées par la fédération professionnelle du secteur de la sidérurgie [27] permettent de calculer un facteur d'émission par année à partir de 2006. Pour les années antérieures le facteur d'émission de 2006 est utilisé.

Emissions de N₂O

Pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

Pas d'émission attendue.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Pas d'émission attendue.

Emissions de NO_x

Pas d'émission attendue.

Emissions de COVNM

Les déclarations annuelles des sites [19] et des données communiquées par la fédération professionnelle du secteur de la sidérurgie [27] permettent de calculer un facteur d'émission par année à partir de 2006. Pour les années antérieures le facteur d'émission de 2006 est utilisé.

Emissions de CO

Les déclarations annuelles des sites [19] et des données communiquées par la fédération professionnelle du secteur de la sidérurgie [27] permettent de calculer un facteur d'émission par année à partir de 2006. Pour les années antérieures le facteur d'émission de 2006 est utilisé.

Emissions de NH_3

Pas d'émission attendue.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les déclarations annuelles des sites [19] et les données communiquées par la fédération professionnelle du secteur de la sidérurgie [27] permettent de calculer un facteur d'émission par année à partir de 2006. De plus, des données du LECES pour l'année 1994 [162] permettent de définir le facteur d'émission de cette année. Avant 1994, le facteur d'émission de 1994 est reporté. Entre 1994 et 2006, sa valeur est interpolée.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

La répartition granulométrique utilisée pour l'année 1990 provient d'une étude britannique [163], dans laquelle les facteurs d'émission retenus correspondent à une moyenne entre différents procédés de fabrication. Cependant, au cours de la période 1990-2010, de nombreuses améliorations des systèmes de filtration ont été mises en place progressivement sur les sites, réduisant significativement la part des émissions des particules les plus grosses. A la faveur de campagnes de mesures récentes menées sur les sites sidérurgiques [27], la granulométrie a été interpolée entre la valeur de 1990 et celle issue de ces campagnes de mesures, appliquée à partir de 2010.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [767].

Métaux lourds (ML)

Les déclarations annuelles [19] sont utilisées pour calculer les facteurs d'émission des métaux lourds à partir de 2010. Pour les années antérieures, un facteur d'émission moyen calculé sur la période 2010-2013 est appliqué.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission est issu du Guidebook EMEP/EEA [626] et est appliqué pour toutes les années.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les facteurs d'émission relatifs aux HAPs sont issus des données de spéciation obtenues auprès des sites pour les années 2011 et 2012 [27]. Le FE moyen de ces deux années est appliqué à toute la période.

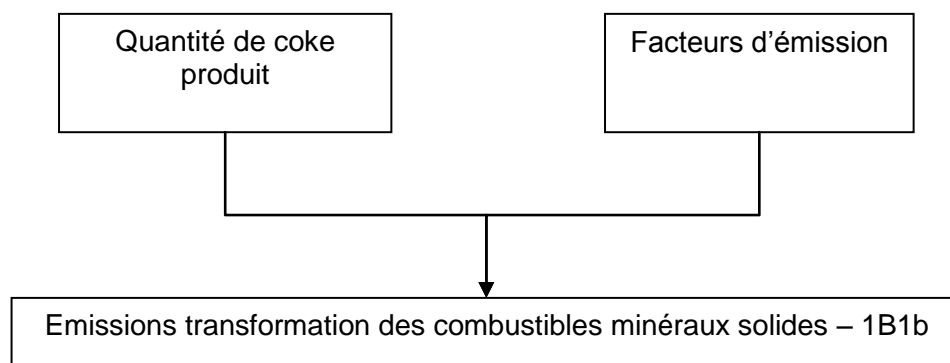
Polychlorobiphényles (PCB)

Pas d'émission attendue.

Hexachlorobenzène (HCB)

Pas d'émission attendue.

Logigrammes du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/02/2017 | RB | 20/02/2017 | CG/JV |

EXTRACTION ET EXPLORATION DES COMBUSTIBLES FOSSILES LIQUIDES

Cette section traite de l'extraction et du transport de pétrole brut. Plus particulièrement, les émissions liées à cette activité regroupent les émissions liées à l'exploitation des gisements de pétrole, le transport par pipeline et camions/wagons-citernes ainsi que le stockage de pétrole brut dans les terminaux pétroliers. Les activités situées en aval (raffinage, distribution de produits finis, etc.) sont traitées dans les sections appropriées.

Les émissions liées à l'exploration sont négligeables et ne sont pas estimées.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|----------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.a.ii et iii |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.a.i |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.02.01 et 05.02.02 |
| CITEPA / SNAPc | 05.02.01 et 05.02.02 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 06 |
| NAF 700 | 111Z |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production nationale (répartition connue par bassin) | Valeurs calculées à partir de données de la littérature |
| Quantité de pétrole brut importé | |
| Quantité de pétrole brut transporté par pipeline vs. camion-citerne | |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

[13] UFIP - Données internes

[14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)

[627] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 4, Fugitive emissions, Table 4.2.4, p4.50

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

L'extraction de pétrole brut est une activité très réduite en France. La production nationale qui ne cesse de diminuer (moins de 1 Mt en 2008, moins de 1,5 Mt en 2000, 3 Mt en 1990) [14] ne satisfaisait que 4% de la consommation en 1990 et à peine plus de 1% une vingtaine d'années plus tard.

Le transport de pétrole brut depuis les sites de production en France est assuré par pipeline et camion-citerne.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions issues de quatre types de sources sont estimées :

- Les émissions fugitives liées aux fuites des équipements (brides, raccords...) lors de l'extraction, pertes au stockage (FUG).
- Les émissions fugitives dues au réseau de transport de pétrole brut par pipelines (PIP).
- Les émissions fugitives dues au réseau de transport de pétrole brut par camions et wagons citernes (CIT).
- Les émissions fugitives liées au stockage de brut dans les terminaux pétroliers (BRT).

Même si des permis de recherche off-shore sont accordés, l'extraction de pétrole brut off-shore en France est négligeable. L'activité prise en compte pour la catégorie FUG correspond donc à l'extraction terrestre. Au début des années 2000, moins de 1% de la production était localisée en dehors du Bassin Parisien et de l'Aquitaine.

L'activité de transport par pipeline est fournie par le CPDP chaque année. Celle pour les camions citernes est déterminée à partir de données d'expert et de la production française [14]. La quantité de brut importé est principalement acheminé par pipeline et le transport en camions et wagons-citernes est exclusif à la production de pétrole brut en France.

La quantité de pétrole brut importé transitant par les terminaux pétroliers est fournie par le CPDP chaque année.

La quantité de pétrole brut transporté ou stocké dans les terminaux est convertie des Mg en PJ en utilisant le PCI du pétrole brut (42 MJ/kg).

Le torchage et la partie « venting » issue de l'extraction de pétrole sur le site de production sont inclus dans la section « 1B2c_flaring ».

Par suite, des émissions de CH₄, CO₂, N₂O, COVNM se produisent ainsi que celles d'autres substances (SO₂, NO_x, CO, PM, etc.) qui sont négligées et de toute manière globalement très faibles.

Les émissions des différentes substances sont estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut.

L'activité de production étant connue par site, la spatialisation des émissions par bassin est relativement aisée, mais les émissions sont plus difficiles à allouer à des échelles géographiques très fines.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ survenant lors de l'extraction et du transport des combustibles fossiles liquides (FUG, PIP, CIT) sont calculées et déterminées à partir des facteurs d'émission par défaut du GIEC [627]. Les émissions qui proviennent du torchage sur le site de production sont incluses en section 1B2c.

Les facteurs d'émission pour le transport par pipeline et camion-citerne étant indiqués en Gg / 1000 m³ dans les lignes directrices du GIEC 2006, ils peuvent être convertis en kg/Mg à partir de la densité (0,86) et du PCI (42 MJ/kg) du pétrole brut.

Les émissions liées au déchargement et stockage de pétrole brut dans les terminaux pétroliers sont estimées grâce à une méthodologie mise en place en collaboration avec des experts du secteur pétrolier [13]. Elle est basée sur les émissions de COVNM estimées préalablement ainsi que du ratio entre le facteur d'émission pour les COVNM et celui du CO₂ pour l'activité de transport par pipelines et camions citernes.

| | COVNM | CO ₂ |
|---|----------|-----------------|
| Facteur d'émission transport pipeline (Gg/1000 m ³) | 5,40E-05 | 4,90E-07 |
| Ratio /COVNM | 1,00E+00 | 9,07E-03 |

Emissions de CH₄

Pour l'extraction (FUG et VEN), les lignes directrices du GIEC 2006 donnent un facteur d'émission « venting ». Aucun facteur d'émission n'est mentionné pour le CH₄ fugitif. Le ratio CO₂/CH₄ a été

calculé pour les facteurs d'émission « venting » et utilisé pour déterminer le facteur d'émission du CH₄ fugitif [627].

Les émissions de CH₄ survenant lors du transport des combustibles fossiles liquides (PIP, CIT) sont calculées et déterminées à partir des facteurs d'émission par défaut du GIEC [627]. Les facteurs d'émission pour le transport par pipeline et camion-citerne étant indiqués en Gg / 1000 m³ dans les lignes directrices du GIEC 2006, ils peuvent être convertis en kg/Mg à partir de la densité (0,86) et du PCI (42 MJ/kg) du pétrole brut.

Les émissions liées au déchargement et stockage de pétrole brut dans les terminaux pétroliers sont estimées grâce à une méthodologie mise en place en collaboration avec des experts du secteur pétrolier [13]. Elle est basée sur les émissions de COVNM estimées préalablement ainsi que du ratio entre le facteur d'émission pour les COVNM et celui du CH₄.

| | COVNM | CH ₄ |
|--|----------|-----------------|
| Facteur d'émission (Gg/1000 m ³) | 5,40E-05 | 5,40E-06 |
| Ratio /COVNM | 1,00E+00 | 1,00E-01 |

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O proviennent du torchage et sont prises en compte dans la section 1B2c.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

La connaissance des émissions de polluants est très approximative. Le fait que cette activité soit tout à fait marginale dans les émissions totales justifie l'utilisation de méthodes très simples qui ne permettent pas d'apprécier les caractéristiques spécifiques de chaque installation. Les informations correspondantes ne sont par ailleurs pas disponibles.

Emissions de SO₂

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Emissions de NO_x

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM survenant lors de l'extraction des combustibles fossiles liquides (FUG, VEN) sont calculées et déterminées à partir des facteurs d'émission par défaut du GIEC [627] pour le CO₂. En effet, le FE des COVNM ne distingue pas les émissions fugitives du « venting (VEN) » et des fuites (FUG). Il a été décidé, pour différencier le « venting » du fugitif de calculer un rapport en fonction des facteurs d'émission fournis par le GIEC pour le CO₂.

Les émissions liées au transport par pipeline et camion-citerne sont estimées à partir des facteurs d'émission par défaut du GIEC [627].

Les émissions liées au déchargement et stockage de pétrole brut dans les terminaux pétroliers sont estimées grâce à une méthodologie mise en place en collaboration avec des experts du secteur pétrolier [13]. Cette méthodologie tient compte notamment des caractéristiques techniques de stockage des bacs (Toits fixes vs toits flottants, Volume de stockage...) ainsi que de l'implémentation de la réglementation nationale relative à la lutte contre les émissions de COVNM provenant des activités de stockage.

Emissions de CO

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Emissions de NH_3

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Métaux lourds (ML)

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

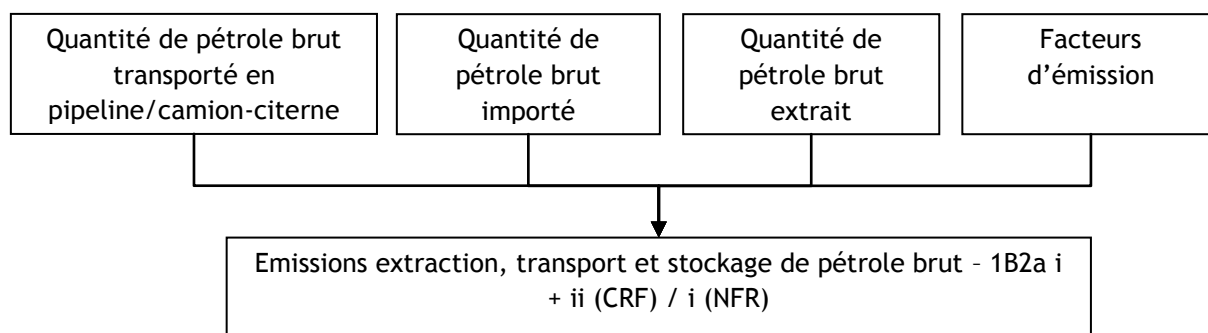
Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Hexachlorobenzène (HCB)

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de ces activités.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/02/2017 | RB | 20/02/2017 | CG/JV |

TRANSPORT ET DISTRIBUTION DES PRODUITS PETROLIERS

Cette section s'intéresse, d'une part aux importations et exportations de produits pétroliers et, d'autre part, au stockage et aux opérations de chargement et de déchargement au cours de la chaîne de distribution des combustibles liquides (hors raffinerie).

Plus précisément, elle couvre :

- les émissions diffuses d'hydrocarbures lors des opérations de chargement, déchargement, stockage dans les terminaux pétroliers pour les produits pétroliers (hors essence),
- les émissions relatives au transport, à la manutention et aux dépôts de combustibles liquides en dehors des raffineries et des terminaux pétroliers,
- l'approvisionnement des stations services en essence et sa distribution aux véhicules.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.a.v |
| CEE-NU / NFR | 1. B.2.a.v |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.04.01, 05.04.02, 05.05.02 et 05.05.03 |
| CITEPA / SNAPc | 05.04.01, 05.04.02, 05.05.02 et 05.05.03 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 47 49.3- 4 52 |
| NAF 700 | 51.1C, 51.5A, 61.2Z, 63.1 A et B (ancienne) ; 4612B, 4671Z, 5030Z, 5040Z, 5222Zp, 5224 A et B (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Importations, exportations et livraisons nationales | Valeurs nationales selon produits et équipements |

Niveau de méthode :

Rang 1 et 2 (par analogie, la classification n'étant pas clairement définie)

Références utilisées :

[13] UFIP - Données internes

[14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)

[17] EMEP / CORINAIR Guidebook. Second edition - 1992. Part 6 - page 6[69] INSTITUT D'EMISSION D'OUTRE-MER (IEOM) - Rapport annuel

[167] MINEFI / DIMAH - données internes non publiées annuelles sur les bilans énergétiques des DOM et des TOM

[168] CPDP - données internes sur les caractéristiques des dépôts pétroliers

[169] Arrêté du 4 septembre 1986 relatif à la réduction des émissions atmosphériques d'hydrocarbures provenant des activités de stockage

- [170] Arrêté du 8 décembre 1995 relatif à la lutte contre les émissions de composés organiques volatils résultant du stockage de l'essence et de sa distribution des terminaux aux stations-service
- [171] IFARE - Elaboration de fonctions de coûts pour la réduction des émissions de COV en France, Tome II, 1999
- [172] Décret 2001-349 du 18 avril 2001 relatif à la réduction des émissions de COV liées au ravitaillement des véhicules dans les stations service
- [173] Observatoire de l'Energie - La récupération des vapeurs d'essence en stations-service, 1993
- [174] MINEFI / DIDEME - données internes sur les stations-service, 2003
- [175] MEDD / DPPR / SEI - données internes sur les stations-service, 2003
- [176] ALLEMAND N. - Gasoline distribution - service stations, background document EGTEI, 2003
- [177] ALLEMAND N. - Evolution des émissions de polluants du trafic routier en 2010 et 2020, CITEPA 2004
- [178] EGTEI - travaux pour la détermination des coûts de la réduction des émissions. Scénario France en 2004 pour la première consultation bilatérale
- [179] INSEE - Tableau économique de Mayotte, 2001
- [180] ITSTAT - Les tableaux de l'économie polynésienne, 1998
- [330] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2007
- [396] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009
- [628] EMEP / EEA 2013 - Section 1.B.2.a.v Distribution of oil products, p.17

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Méthode générale d'estimation des émissions :

Introduction

Méthodes à la Métropole (IIR)

➤ Terminaux pétroliers

Les importations et les exportations de produits pétroliers sont connues quantitativement ainsi que les points d'entrée sur le territoire notamment les terminaux pétroliers [14, 69, 167, 179, 180].

L'activité pour les terminaux pétroliers est représentée par la somme des produits pétroliers importés et exportés (naphta, essence, carburéacteurs, en particulier).

Les produits pétroliers autres que ceux cités ci-dessus sont considérés comme très faiblement émetteurs de COVNM du fait de leurs très faibles tensions de vapeur.

➤ Distribution hors raffinerie et stations service

Les opérations émettrices sont le stockage et le chargement / déchargement des produits pétroliers aux différentes étapes de la chaîne de transport et de distribution.

Les émissions de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) dépendent de divers paramètres (type de produit, type d'équipement, conditions météorologiques, etc.). Elles sont estimées à partir des quantités transférées [14].

Plusieurs dispositions réglementaires (arrêtés des 4 septembre 1986 et 8 décembre 1995) [169, 170] prévoient la mise en place de dispositifs visant à réduire les émissions et en particulier la mise en œuvre progressive du « stage I » dans les dépôts.

Les caractéristiques des dépôts quant à l'application des dispositions réglementaires et à leurs débits sont prises en compte [168]. La nature de certaines de ces informations impose l'application de règles de confidentialité.

L'activité est constituée, d'une part, par les quantités de FOL, FOD et gazole transférées et, d'autre part, par l'essence et les carburateurs plus volatils et fait l'objet d'un calcul spécifique.

➤ Stations service

Les émissions visées dans cette partie concernent les refoulements aux événements des cuves lors des approvisionnements et le refoulement des vapeurs contenues dans les réservoirs des véhicules lors du remplissage de ces derniers.

Seule l'essence automobile est prise en compte car le gazole est beaucoup moins volatil, les autres essences et les carburateurs étant distribués différemment. Le GPLc est également négligé, les quantités en jeu sont par ailleurs marginales.

La mise en place de dispositifs de limitation des rejets notamment « stage I » et « stage II » en application de la réglementation [170, 172] au cours du temps et en fonction des caractéristiques des stations est prise en compte dans le calcul des émissions basé sur les quantités d'essence distribuées [14].

Méthodes pour l'Outre-mer (PI)

➤ Terminaux pétroliers

La même méthodologie que pour la métropole est employée ici. La difficulté pour l'outre-mer réside dans la disponibilité des données d'activités. La consommation de chacune des îles est assimilée à la quantité de produits pétroliers importée [69]. L'export de produits pétroliers est considéré comme nul pour les calculs de cette sous-section.

➤ Distribution hors raffinerie et stations-service

La même méthodologie que pour la métropole est employée.

➤ Stations-service

La même méthodologie que pour la métropole est employée.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

a/ Terminaux pétroliers

Les émissions de COVNM relatives au stockage et à la manipulation de produits pétroliers dans les terminaux sont estimées en prenant en compte :

- Les types de produits transitant dans les terminaux pétroliers (naphtas, essences, carburateurs, etc.),
- Les types de stockage (toit fixe, toit flottant, etc.),
- Les taux d'équipement relatifs à chaque type de stockage par type de produit [13],
- Les émissions liées au chargement des citernes routières et ferroviaires ainsi que des bateaux.

Les facteurs d'émission s'appuient sur les formules de l'arrêté de 1986 relatif aux stockages [169] et le guide du CONCAWE [396].

Le facteur d'émission global évolue annuellement en fonction des quantités relatives des différents produits stockés et transférés, de la température moyenne annuelle et de la mise en place progressive des équipements de récupération.

b/ Distribution hors raffinerie et stations service

Les émissions de COVNM relatives au stockage et à la manipulation de produits pétroliers peu volatils (gazole, FOD, FOL) sont estimées au moyen du facteur d'émission proposée par EMEP [17]. Ce facteur d'émission est appliqué uniformément à toute la période étudiée.

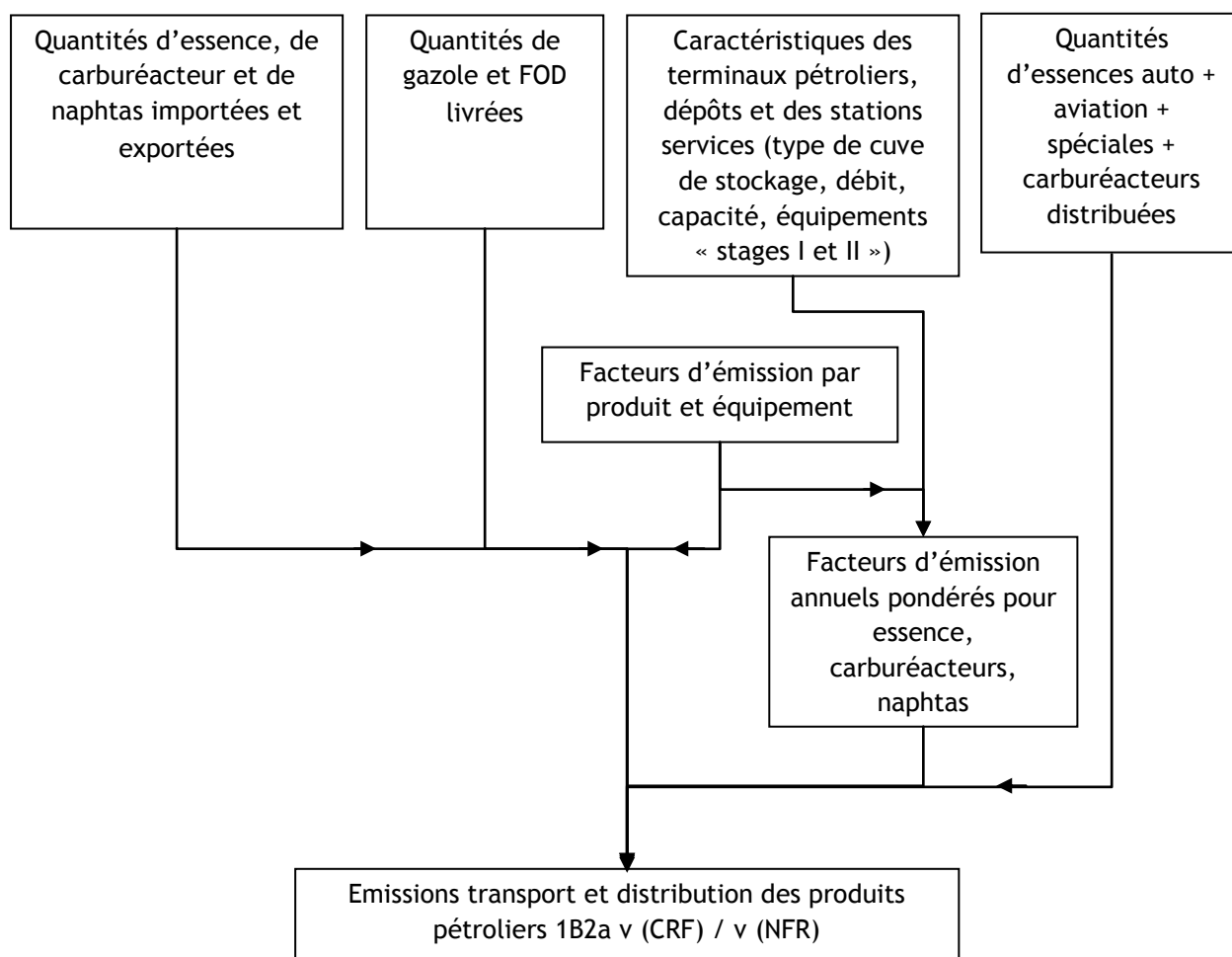
Les émissions de COVNM relatives au stockage et à la manipulation de produits pétroliers volatils (essences auto, avion, spéciales et carburéacteurs) sont estimées au moyen de facteurs d'émission qui prennent en compte la mise en œuvre progressive des dispositifs de réduction des émissions tel que le « stage I » (récupération des événements) imposés par la réglementation [168, 169, 170, 171].

La progressivité dans l'application de ces dispositions s'étend de 1986 à 2005.

c/ Stations service

Les émissions de COVNM relatives à la distribution d'essence dans les stations service sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission élaboré à partir de la structure des stations faisant intervenir la taille, le nombre et le débit des stations, ainsi que la proportion de stations équipées de dispositifs de récupération des vapeurs et l'efficacité des dits dispositifs, ces paramètres variant au cours du temps [17, 170, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 628].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

RAFFINAGE DU PETROLE

Cette section concerne uniquement les procédés dans le raffinage du pétrole brut ou de produits partiellement élaborés provenant d'autres raffineries. Les émissions issues des installations de combustion (i.e. chaudières, TAG, moteurs et fours) sont comptabilisées dans la section 1A1b_petrol refining et celles relatives aux torchères 1B2c_petrol refining.

Les procédés considérés sont :

- Les émissions fugitives des procédés en raffinerie (SNAP 040101)
- Le craqueur catalytique - chaudière à CO (SNAP 040102)
- L'unité Claus (récupération de soufre) (SNAP 040103)
- Le stockage et la manutention de produits pétroliers en raffinerie (SNAP 040104)
- Les autres procédés (SNAP 040105)
- La station d'expédition de produits pétroliers (SNAP 050501)

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.aiv, 1.B.2.av |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.01.01 à 04.01.05, 050501 |
| CITEPA / SNAPc | 04.01.01 à 04.01.05, 050501 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 |
| NAF 700 | 23.2Z (ancienne) ; 2013A (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO ₂ , CO ₂ , NO _x et parfois COVNM et CO. Valeurs par défaut pour les autres cas et les autres substances. |

Niveau de méthode :

Rangs 2 ou 3 selon les substances

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [48] CITEPA - N. ALLEMAND - Estimation des émissions de COV dues au raffinage du pétrole, 1996
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001

[50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA

[169] Arrêté du 4 septembre 1986 relatif à la réduction des émissions atmosphériques d'hydrocarbures provenant des activités de stockage

[466] Arrêté du 3 octobre 2010 relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés de liquides inflammables exploités dans un stockage soumis à autorisation au titre de la rubrique 1432 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Il y a actuellement 10 raffineries déclarant une activité en France dont une située en Martinique (territoire hors PTOM) et une actuellement en reconversion (site de La Mède).

Les sites de raffinage ont connu des modifications de capacité au cours des années écoulées.

Le site de La Mède est en cours de transformation pour créer la première bio-raffinerie française afin de répondre à la demande croissante en biocarburants, tout en arrêtant, d'ici fin 2016, le traitement de pétrole brut.

On notera également que 9 raffineries ont fermé dans la période 1980 - 1985 :

- En 2003, un site a abandonné son activité de raffinage, ne conservant que ses activités pétrochimiques,
- En 2010, la raffinerie des Flandres (Nord) a été arrêtée et reconvertie en dépôt pétrolier. Le démontage des unités a été réalisé jusqu'en 2013 expliquant les faibles consommations énergétiques dédiées aux utilités et déclarées de 2010 à 2013,
- En 2011, la raffinerie de Reichstett (Bas-Rhin) a arrêté son activité,
- En 2012, la raffinerie de Berre (Bouches du Rhône) a été mise en arrêt temporaire pour 2 années dans l'attente d'une reprise de site. Faute de repreneurs, l'exploitant a confirmé la fermeture de la raffinerie mais s'engage à continuer de développer les activités pétrochimiques sur le site,
- Enfin, en 2013, la raffinerie de Petit-Couronne (Seine-Maritime) a fermé ses portes. Ce site est en cours de reconversion en dépôt pétrolier.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Le niveau d'activité est spécifique du procédé considéré :

- Les quantités de pétrole brut traité [14, 19] servent à estimer les émissions fugitives des procédés,
- La quantité de coke brûlé [19] permet de calculer les émissions du craqueur catalytique.

Pour les autres procédés, les niveaux d'activités ne sont pas connus. Les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Les niveaux d'émission aux postes de stockage et d'expédition varient en fonction des techniques mises en œuvre sur le site (type de stockage, technique de chargement, etc.)[48].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission relatif au coke brûlé.

Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du SEQE, basées sur des mesures spécifiques.

Lorsque l'exploitant ne fournit pas de facteur spécifique, la moyenne des facteurs d'émission du coke par site ou, en dernier recours, la valeur par défaut (cf. section générale énergie) est appliquée.

Pour les autres procédés (SNAP 010405), les émissions proviennent directement des déclarations annuelles d'émissions [19].

Emissions de CH₄

Des émissions de CH₄ sont recensées au niveau du craqueur catalytique. Les facteurs spécifiques et les mesures déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19]. Lorsque l'exploitant ne fournit pas de données, les émissions sont estimées à partir d'un facteur d'émission moyen basé sur les déclarations annuelles de rejets [19] (craqueur catalytique avec chaudière à CO).

Pour le site ne possédant pas de chaudière à CO avant 2013, le facteur d'émission associé est environ 120 fois plus élevé. Depuis 2013, les émissions ont été réduites suite à l'installation de cette technologie.

Emissions de N₂O

Des émissions de N₂O sont recensées au niveau du craqueur catalytique. Les facteurs spécifiques et les mesures déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19]. Lorsque l'exploitant ne fournit pas de données, les émissions sont estimées à partir d'un facteur d'émission moyen basé sur les déclarations annuelles de rejets [19] (craqueur catalytique avec chaudière à CO).

Le facteur d'émission est environ 18 fois plus élevé pour le site non équipé d'une chaudière à CO avant 2013.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances pour les procédés considérés.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Le SO₂ est émis au niveau du craqueur catalytique et de l'unité Claus. Les émissions de ces procédés sont déterminées à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs émissions de soufre déclarées chaque année en ce qui concerne l'unité Claus [19, 50]. Lorsqu'une valeur spécifique manque pour un paramètre donné, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

Pour les autres procédés (SNAP 040105), les émissions proviennent directement des déclarations annuelles d'émissions [19].

Emissions de NO_x

Les NO_x sont émis au niveau du craqueur catalytique. Les émissions sont le plus souvent déterminées à partir d'une mesure [19]. En l'absence de donnée certaines années, le facteur d'émission est recalculé à partir des années pour lesquelles des résultats de mesures sont disponibles. Pour les sites ne disposant d'aucune mesure sur l'ensemble de la période, le facteur spécifique calculé à partir des mesures de l'ensemble des autres sites peut être utilisé.

Depuis 2013, toutes les raffineries sont équipées d'une chaudière à CO.

Pour les autres procédés (SNAP 010405), les émissions proviennent directement des déclarations annuelles d'émissions [19].

Emissions de COVNM

Les émissions les plus importantes proviennent des émissions fugitives, des postes de stockage, de manutention et d'expédition des produits pétroliers. Mais des COVNM sont aussi émis au niveau du craqueur catalytique.

Les **émissions fugitives** sont, pour la plupart, déterminées à partir des déclarations annuelles d'émissions [19]. Lorsque la donnée n'est pas disponible, un taux d'émission de 0,005% du brut

traité est considéré car les émissions fugitives sont fonction de la quantité de brut traité dans l'installation [48].

Les **émissions liées au stockage** et à la manutention sont calculées, dans les déclarations annuelles de rejet [19], à partir de l'arrêté du 4 septembre 1986 relatif à la réduction des émissions atmosphériques d'hydrocarbures provenant des activités de stockage [169] abrogé et remplacé par l'arrêté du 3 octobre 2010 relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés de liquides inflammables exploités dans un stockage soumis à autorisation au titre de la rubrique 1432 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement [466]. Ces arrêtés donnent les équations permettant de calculer les émissions fugitives en fonction du type de stockage installé sur le site (i.e. un réservoir à toit fixe, réservoir à toit flottant, etc.).

Les **rejets des stations d'expédition** sont déterminés à partir des déclarations annuelles [19].

Pour les trois postes ci-dessus, lorsque l'information n'est pas disponible, le facteur d'émission de l'année précédente est utilisé.

Les **émissions du craqueur catalytique** sont en général faibles. Les émissions sont parfois déterminées à partir d'une mesure [19]. En l'absence de donnée certaines années, le facteur d'émission est recalculé à partir des années pour lesquelles des résultats de mesures sont disponibles. Pour les sites ne disposant d'aucune mesure sur l'ensemble de la période, le facteur spécifique calculé à partir des mesures de l'ensemble des autres sites peut être utilisé.

Pour le site non équipé d'une chaudière à CO, le FE COVNM est environ 35 fois plus élevé. Cependant, depuis 2013, ce site s'étant équipé d'une chaudière à CO, les émissions sont réduites.

Pour les autres procédés (SNAP 010405), les émissions proviennent directement des déclarations annuelles d'émissions [19].

Emissions de CO

Les émissions proviennent en majorité du craqueur catalytique : elles sont estimées, soit au moyen des déclarations annuelles [19], soit à partir d'un facteur d'émission recalculé sur les sites similaires (craqueurs catalytiques équipés d'une chaudière à CO).

Pour le site non équipé d'une chaudière à CO, le FE est beaucoup plus élevé (environ 300 fois plus élevé). Cependant, depuis 2013, ce site s'étant équipé d'une chaudière à CO, les émissions sont réduites.

Emissions de NH₃

Il n'y a pas d'émissions attendues pour cette substance.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Parmi les activités traitées dans cette section, les particules sont seulement émises lors de la phase de régénération du craqueur catalytique.

a/ Poussières totales en suspension

Les émissions lors de la régénération des craqueurs catalytiques (avec chaudière à CO) sont calculées selon des approches différenciées en fonction des années et des sites :

- Pour les années récentes et pour les sites qui réalisent des mesures [19], la donnée est conservée et un facteur d'émission est recalculé. La moyenne des facteurs d'émission pour un site donné est appliquée pour les années où il n'y a pas d'information,
- Pour les sites pour lesquels il n'y a pas de mesure disponible, un facteur d'émission moyen est recalculé à partir des mesures des autres sites.

Pour le site sans chaudière à CO, le facteur d'émission mesuré par l'exploitant est légèrement moins élevé. Cependant, depuis 2013, ce site s'est équipé d'une chaudière à CO.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie provient de l'étude CEPMEIP [49].

Métaux lourds (ML)

Il n'y a pas d'émission de métaux lourds identifiée pour le brûlage du coke dans le craqueur catalytique.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Il n'y a pas d'émission de dioxines et de furanes identifiée pour le brûlage du coke dans le craqueur catalytique.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

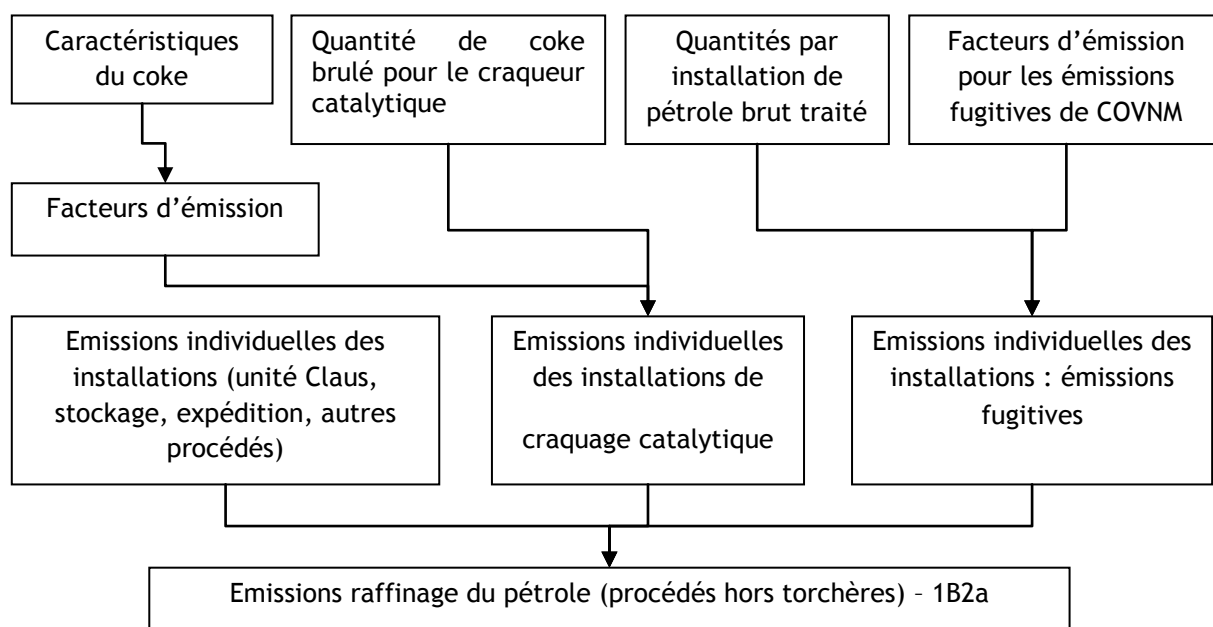
Il n'y a pas d'émission de HAP identifiée pour le brûlage du coke dans le craqueur catalytique.

Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission de PCB identifiée pour le brûlage du coke dans le craqueur catalytique.

Hexachlorobenzène (HCB)

Il n'y a pas d'émission de HCB identifiées pour le brûlage du coke dans le craqueur catalytique.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 14/02/2017 | RB | 20/02/2017 | CG/JV |

EXTRACTION ET TRAITEMENT DU GAZ NATUREL

Cette section concerne uniquement les procédés liés à l'extraction et au traitement du gaz naturel.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.b |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.03.01 et 05.03.02 |
| CITEPA / SNAPc | 05.03.01 à 05.03.02 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 06 |
| NAF 700 | 11.2Z (ancienne) ; 0910Zp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Volume de production nationale + bottom-up (une seule installation) | Déclaration annuelle des rejets et communication des exploitants |

Niveau de méthode :

Rang 2 (Activités terrestres - autres que la désulfuration) et rang 3 (Activités terrestres - désulfuration)

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [404] Elf Aquitaine - Communications personnelles chaque année

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Plusieurs installations d'extraction et de traitement de gaz naturel sont encore en fonctionnement [14]. Cependant, l'activité décroît fortement au cours du temps avec l'épuisement progressif des gisements.

Le site de Lacq représentait 90% de la production totale jusqu'en 2013 mais le site a fermé en 2014.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Pour le site de production de Lacq (site majoritaire), les données proviennent directement de la déclaration annuelle des rejets du site de Lacq [19, 404]. Pour les autres sites, les productions nationales de gaz naturel sont données par le CPDP [14].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂ et de CH₄

Avant 2014, la déclaration annuelle de rejets des polluants du site de Lacq donne les émissions pour le site [19, 404]. Les émissions des autres sites de production sont estimées au prorata de leurs productions de gaz considérant un ratio équivalent de production / émissions au site de Lacq. A partir de 2014, un changement méthodologique est opéré puisque le site de Lacq est à l'arrêt. Un facteur d'émission moyen est calculé sur la période 2007-2013. Ce facteur est ensuite appliqué pour le calcul des émissions postérieures à 2014.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

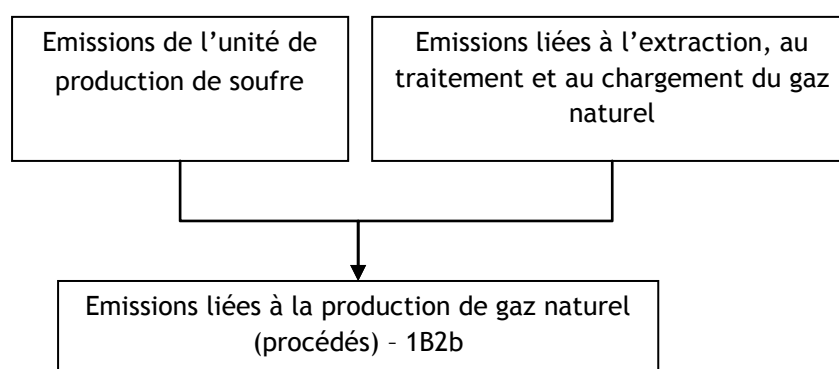
Les émissions proviennent directement de la déclaration annuelle des rejets du site de Lacq ou des communications directes de l'exploitant [19, 404]. En effet, le site de Lacq était le seul gisement de gaz acide qui contenait une forte teneur en H₂S nécessitant donc une unité de désulfuration.

Des pics d'émission de SO₂ sont observés en 2000 et 2005. Cela est dû à des arrêts techniques dans le cadre du changement des catalyseurs sur les usines à soufre du site de Lacq. Ces unités permettent de récupérer jusque 99,5 à 99,7 % du soufre contenu dans les effluents gazeux. Durant ces périodes d'arrêts (1 mois environ), les effluents ne sont pas traités ce qui explique ces pics d'émission de SO₂.

Emissions de COVNM

Avant 2014, la déclaration annuelle de rejets des polluants du site de Lacq donne les émissions pour le site [19, 404]. Les émissions des autres sites de production sont estimées au prorata de leurs productions de gaz considérant un ratio équivalent de production / émissions au site de Lacq. A partir de 2014, un changement méthodologique est opéré puisque le site de Lacq est à l'arrêt. Un facteur d'émission moyen est calculé sur la période 2007-2013. Ce facteur est ensuite appliqué pour le calcul des émissions postérieures à 2014.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 14/02/2017 | RB | 20/02/2017 | JV |

TRANSPORT, STOCKAGE ET DISTRIBUTION DU GAZ NATUREL

Cette section traite des fuites sur le réseau de transport et de distribution du gaz naturel. Les émissions de combustion des stations de compression sont traitées en section « 1A3e_pipeline compressor ».

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.b |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.06.01 et 05.06.03 |
| CITEPA / SNAPc | 05.06.01 et 05.06.03 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 35.2 ; 49.5 |
| NAF 700 | 40.2C (ancienne) ; 3522Z et 3523Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|--|
| Longueurs des réseaux | Valeurs nationales moyennes à partir de données détaillées |

Niveau de méthode :

Rang 2 (estimation, la classification n'étant pas clairement définie)

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [334] GRDF - Communication annuelle des émissions nationales de CH₄ au CITEPA
- [629] Transport Infrastructure Gaz France (TIGF) - Données internes, avril - octobre 2014
- [679] Aide-mémoire du thermicien Edition 1997. Chapitre 3 production de chaleur. Tableau 3.2.4.2 Composition-types des principaux combustibles gazeux p.272-273
- [783] Méthode GRDF pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de distribution de gaz naturel en France
- [784] Méthode GRTgaz pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de transport de gaz naturel en France, GRTgaz, 17/10/2016
- [785] Méthode TIGF pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de transport de gaz naturel en France, TIGF, mail 04/14/2016

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les principales sources d'émissions fugitives couvertes par cette section proviennent :

- du réseau de distribution,

- du réseau de transport,
- des stations de compressions
- des sites de stockage,
- des terminaux méthaniers.

La nature des émissions est ici étroitement liée à la composition du gaz naturel. En conséquence, les émissions renseignées portent sur le CH₄, les COVNM et le CO₂.

Le transport du gaz naturel (via le réseau de distribution) s'effectue au travers du réseau haute pression (HP) d'une longueur supérieure à 35 000 km, tandis que la distribution correspond aux réseaux moyenne et basse pressions (MP et BP) d'une longueur de l'ordre de 200 000 km. Les réseaux MP et BP utilisent des canalisations hétérogènes quant aux matériaux utilisés : vieilles fontes grises, fontes grises à joint express, polyéthylène, acier, fonte ductile, etc.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Emissions du réseau de distribution

Les émissions du réseau de distribution sont principalement induites par les incidents et par les actes d'exploitation et de maintenance survenus sur le réseau de distribution.

Les émissions ne sont pas liées à la quantité de gaz passant dans les canalisations mais à la longueur de ces dernières (fuites liées à la perméabilité), aux micro-fuites et aux différentes opérations ayant lieu sur le réseau (travaux, incidents, rénovation, etc.). Ces émissions sont estimées selon une méthodologie développée par GRDF et extrapolées ensuite à l'ensemble du réseau de distribution.

Emissions du réseau de transport

Les émissions de CH₄ liées au réseau de transport proviennent des opérations de décompression des gazoducs lors des travaux sur le réseau (maintenance, exploitation, etc.) ainsi que des fuites liées à la conception et aux conditions d'exploitation de certains types d'équipements et des rejets liés au fonctionnement des soupapes de sécurité. Deux opérateurs partagent le réseau de transport : GRTgaz (filiale de ENGIE et représentant 86% du kilométrage en 2015) et TIGF.

GRTgaz [334] transmet annuellement les émissions de son réseau depuis 2004. Avant cette date, les émissions du réseau GRTgaz sont considérées constantes hormis pour les micro-fuites résiduelles calculées au prorata du nombre de postes réseau.

TIGF transmet annuellement les émissions de méthane depuis 2006. Avant cette date les émissions sont supposées constantes.

Emissions des sites de stockage

Les émissions des sites de stockage de gaz naturel proviennent des rejets liés à la conception et aux conditions d'exploitation de certains types d'équipements (démarrage et arrêt des installations de compression), des rejets ponctuels lors des opérations de maintenance et/ou de travaux, des fuites liées à un défaut d'étanchéité d'un équipement. Deux opérateurs partagent le stockage de gaz naturel : Storengy (filiale de ENGIE) et TIGF.

Depuis 2007, les émissions sont issues des déclarations GEREP pour les installations de Storengy ou communiquées annuellement par TIGF [19, 629]. Avant cette date, les émissions sont considérées constantes.

Emissions des terminaux méthaniers

Les émissions des terminaux méthaniers sont issues des fuites des réservoirs de stockage, des rejets ponctuels lors d'opération de maintenance et/ou travaux sur les installations des terminaux

méthaniers, des fuites liées à la conception et aux conditions d'exploitations de certains types d'équipement.

Depuis 2007, ces émissions sont issues des déclarations GERE pour les installations de Elengy (filiale de ENGIE) [19]. Avant cette date, les émissions sont considérées constantes.

Emissions des stations de compression

Les émissions des stations de compression sont issues des fuites des équipements, des rejets ponctuels lors d'opération de maintenance et/ou travaux sur les installations de compression, ou des émissions lors de la mise en sécurité du site.

Depuis 2007, ces émissions sont issues des déclarations GERE pour les installations de GRTgaz ((filiale de ENGIE) ou communiquées annuellement par TIGF [19, 629]. Avant cette date, les émissions sont considérées constantes hormis pour les micro-fuites de GRTgaz calculées au prorata du nombre de compresseurs.

Les émissions totales obtenues sont ramenées à la longueur totale du réseau (transport + distribution).

Les longueurs de réseaux relatives à chaque type de matériau ne sont pas connues à une échelle géographique plus fine.

Les sites de stockage et stations de compression sont connus et peuvent être géo référencés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂ et de CH₄

Emissions du réseau de distribution

Les émissions de CH₄ du réseau de distribution sont transmises annuellement par GRDF [334].

La méthodologie de calcul mise en œuvre par GRDF intègre des données précises recueillies par les équipes de terrain. Les émissions de méthane sont divisées en 3 catégories [783] :

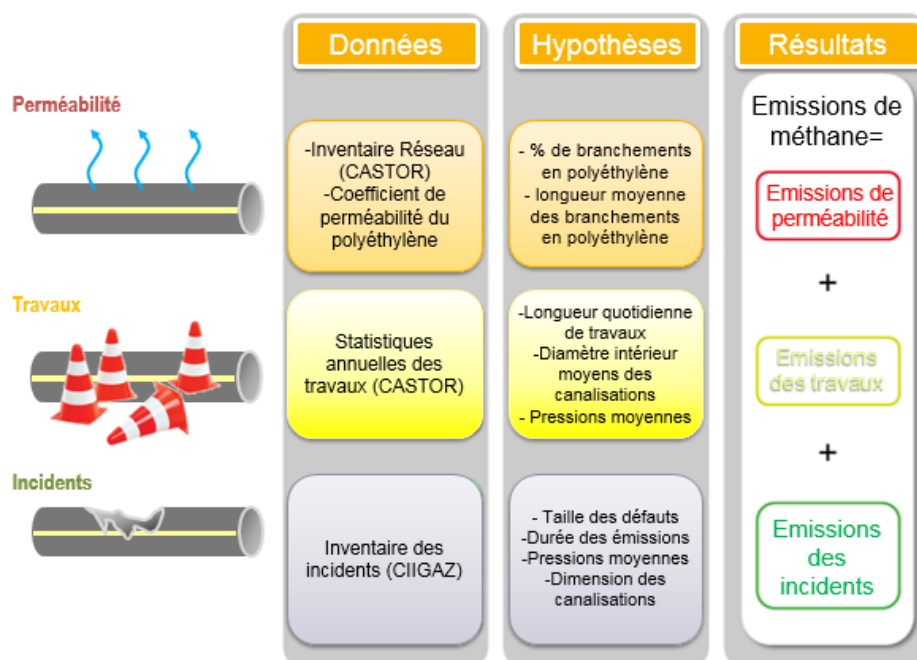
- **Emissions liées à la perméabilité** : du fait des conditions de pression, le gaz naturel traverse par un processus de "dissolution-diffusion" les films polymères denses du polyéthylène.
- **Emissions dues aux travaux** : lors des actes d'allongement, de réfection, ... du réseau, il est nécessaire de purger une partie du réseau, l'équipement, puis de purger l'air introduit lors des travaux et de le remplacer par du gaz naturel.
- **Emissions dues aux incidents** : lorsqu'une fuite est détectée sur le réseau de distribution ou les équipements, l'incident est reporté par le personnel de GRDF.

Pour les émissions liées à la perméabilité, un facteur d'émission linéique est utilisé étant donné que cette émission est directement proportionnelle à la longueur de canalisation en polyéthylène.

Pour les émissions dues aux travaux, GRDF a identifié différents type de travaux (renouvellement, allongement, ...) réalisés sur le réseau, et quantifié les émissions de méthane de chaque événement à partir d'équations de mécanique des fluides. Le nombre annuel de travaux est connu de GRDF.

Pour les émissions dues aux incidents, GRDF a aussi calculé des émissions de méthane par type d'incidents à l'aide d'équations de mécanique des fluides. Néanmoins, pour les événements les plus importants (en occurrence ou en quantité estimée de méthane), un logiciel utilisé pour les études de danger a été mis en œuvre pour vérifier et corriger ces émissions unitaires. Quant au nombre d'incidents, les équipes de terrain de GRDF notent tout événement, quel que soit son importance, dans une base de données, que ce dernier soit repéré lors d'une tournée systématique ou signalé par des équipes GRDF ou des tiers.

Les émissions totales sont calculées en sommant les trois types d'émissions comme décrit dans le schéma ci-dessous :



Les émissions de CH₄ ainsi obtenues par GRDF sont ensuite extrapolées à l'ensemble du réseau de distribution (un peu plus de 3%).

Les émissions de CO₂ sont ensuite déterminées à partir de la composition moyenne du gaz naturel ci-dessous [679] :

| | composition du gaz naturel |
|--|----------------------------|
| CH ₄ | 81,3% |
| CO ₂ | 1,0% |
| Ratio CO ₂ /CH ₄ | 0,012 |

Emissions du réseau de transport

Les émissions de CH₄ du réseau de transport sont transmises annuellement par les deux opérateurs nationaux GRTgaz et TIGF.

GRTgaz estime les émissions de méthane en distinguant plusieurs sources distinctes [784] :

- **Les micro-fuites résiduelles** qui sont les rejets aux jonctions hors soudages des assemblages (raccords, joints, vannes d'isolement avec l'atmosphère, etc.). Elles sont présentes sur les postes réseau, les stations d'interconnexion et les stations de compression.

La méthodologie de quantification est la Norme NF EN 15 446 en appliquant la table de conversion Petroleum (Oil and Gas). La norme est équivalente à l'USEPA (Environmental Protection Agency) méthode 21 en utilisant la conversion d'une concentration mesurée vers un débit.

- **Les soupapes** qui sont les organes de sécurité destinés à protéger les installations d'une surpression éventuelle.

Trois types de défauts soupapes sont identifiés (fuite, ouverture, non fermeture) : à chacun des défauts est associé une quantité de rejet dépendant des caractéristiques de la soupape et du mode de détection du défaut.

- **Les essais de fonctionnement des postes** qui correspondent à une moyenne d'une mise à l'évent par an et par poste (pré-détente et poste de livraison). Ceci est nécessaire pour assurer leur maintenance.

Le volume est estimé par poste en fonction des diamètres amont et aval et de la longueur associée, la pression utilisée est la pression aval (décompression du poste par les clients avant essai).

- **Les vannes pilotées en régulation au gaz**

Les quantités émises par le réseau sont calculées à partir du débit multiplié par le nombre d'heures de l'année et le nombre de vannes concernées.

- **Les dépressurisations pour travaux** qui sont comptabilisés individuellement et font l'objet d'un calcul spécifique dépendant du volume en eau et de la pression en début de purge. Sur certaines opérations, le gaz mis à l'évent est brûlé.

- **Les chromatographes** : chaque analyseur de gaz (chromatographe) prélève l'échantillon de gaz à analyser à partir d'une ligne d'échantillonnage. Cette ligne prélève, en continu et à un débit fixé, du gaz naturel dans la canalisation de transport et rejette ce gaz à l'atmosphère. C'est ce débit de fuite qui est comptabilisé.

Deux valeurs normatives sont utilisées : l'une pour les postes et l'autre pour les interconnexions et les stations de compression.

TIGF (représentant 14% du kilométrage de réseau de transport en 2015) estime les émissions de méthane en fonction de deux sources distinctes [785] :

- **Les postes de livraison**

Des campagnes de mesure par échantillonnage sur les installations ont été réalisées pour déterminer des débits de pertes diffuses pour un poste sans action de maintenance d'une part et, d'autre part, pour un poste avec action de maintenance.

Le débit total de pertes diffuses pour les postes de livraison correspond aux émissions des postes avec et sans maintenance, ces postes se distinguant par des débits de pertes diffuse unitaires différents (en tonne CH₄/poste).

- **Les postes de sectionnement**

Les postes de sectionnement sont divisés en 3 catégories :

- Gros postes de sectionnement : plus de 30 équipements
- Postes de sectionnement moyens : entre 10 et 30 équipements
- Petits postes de sectionnement : moins de 10 équipements

Des campagnes de mesures par échantillonnage sur ces postes ont été réalisées pour déterminer des débits de pertes diffuses unitaires. Pour chaque année et pour chaque catégorie de poste (gros, moyens, petits), le nombre de postes ayant subi des actions de maintenance et le nombre de postes n'en ayant pas reçu sont connus. Le débit total de pertes diffuses pour les postes de sectionnement correspond aux émissions des postes avec et sans maintenance, ces postes se distinguant par des débits de pertes diffuse unitaires différents (en tonne CH₄/poste).

Emissions des sites de stockage, de compression et terminaux méthaniers

Les émissions lors du stockage, de la regazéification du GNL ou sur les sites de compression de gaz naturel sont déterminées séparément à partir des déclarations des exploitants [19].

Les fuites des sites de stockage, de compression ou des terminaux méthaniers sont agrégées avec les émissions du réseau de transport.

Les facteurs d'émission sont déduits en rapportant les émissions à la longueur totale du réseau.

Il est également possible de rapporter ces émissions à la consommation annuelle de gaz naturel, mais les ratios ainsi obtenus ne sont pas représentatifs de la réalité du phénomène d'émission.

Malgré l'augmentation constante de la longueur des réseaux de transport et de distribution (cf. section « 1B2b_natural gas transmission »), les émissions ont diminué en raison des efforts de

sécurisation et de maintenance se traduisant par une diminution des incidents, une meilleure détection des fuites et une meilleure maîtrise des émissions.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont évaluées à partir des émissions de méthane en tenant compte de la composition du gaz naturel disponible. Plusieurs types de gaz étant distribués en France, la composition massique moyenne pondérée en COVNM est estimée à partir des déclarations des fuites par les exploitants des stations de compression [19] et est de l'ordre de 13.

Les émissions lors du stockage et de la regazéification du GNL sont déterminées séparément en appliquant le même ratio.

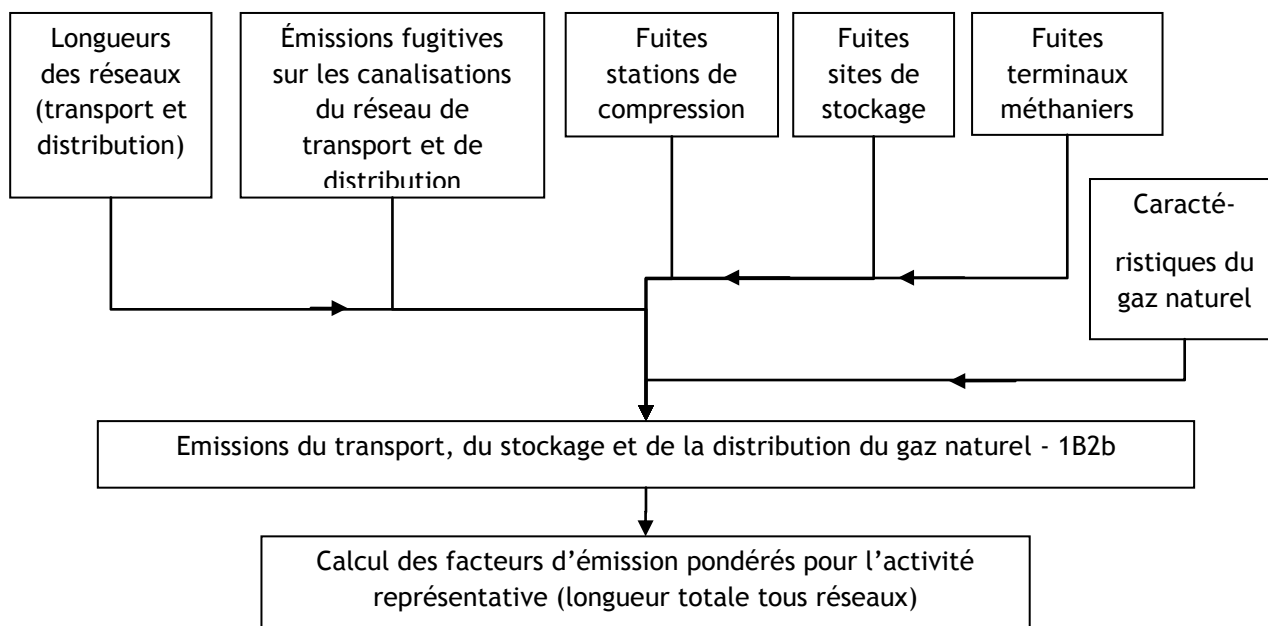
Les émissions totales sont scindées en deux secteurs : le transport et la distribution. Elles sont respectivement rapportées à la longueur totale du réseau de transport et de distribution (tous types de matériaux confondus).

Il est également possible de rapporter ces émissions à la consommation annuelle de gaz naturel, mais les ratios ainsi obtenus ne sont pas représentatifs de la réalité du phénomène d'émission.

Les émissions, la longueur et la nature des réseaux ainsi que les facteurs d'émission pondérés varient chaque année.

Malgré l'augmentation constante de la longueur des réseaux de transport et de distribution (cf. section « 1B2b_natural gas transmission », les émissions ont diminué en raison des efforts de sécurisation et de maintenance se traduisant par une diminution des incidents, une meilleure détection des fuites et une meilleure maîtrise des émissions.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/02/2017 | RB | 20/02/2017 | CG/JV |

TORCHERES DANS L'EXTRACTION DE GAZ ET DE PETROLE

Cette section concerne les émissions liées au torchage :

- dans l'extraction du gaz,
- dans l'extraction de pétrole,
- sur les stations de compression et les terminaux méthaniers.

Les émissions dues aux gaz rejetés par les installations (purges, événements, etc.) dans l'extraction de pétrole sont également reportées dans cette section.

Les torches des raffineries sont traitées dans la section 1B2c_petrol refining.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.c |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 05.02.01 et 09.02.06 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.06 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 06 |
| NAF 700 | 11.2Z (ancienne) ; 0910Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up (Lacq) et production nationale de gaz + production nationale annuelle de pétrole + quantité de gaz torché sur les stations de compression et les terminaux méthaniers | Déclaration annuelle des rejets + facteurs spécifiques de la littérature |

Niveau de méthode :

Rang 1 (pour l'extraction de pétrole), 2 (pour l'extraction de gaz, les stations de compression et terminaux méthaniers) et 3 (pour l'extraction de gaz, les stations de compression et terminaux méthaniers).

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [555] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1.B.2.c Venting and flaring (p 11 - table 3-4)

[627] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 4, Fugitive emissions, Table 4.2.4, p4.50

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les activités d'extraction de pétrole sont marginales en France du fait d'une ressource limitée. Les activités d'extraction de gaz étaient localisées majoritairement (90%) sur le site de Lacq. Cependant, ce site a fermé en 2014 et l'extraction de gaz est devenue quasiment inexistante en France.

Le torchage au niveau des terminaux méthaniers et des stations de compression participe marginalement aux émissions de ce secteur.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

L'estimation est basée sur la quantité annuelle de gaz torché estimée à partir de la production de pétrole en France [14] et des facteurs d'émission de la littérature [627]. Ces données permettent d'estimer les émissions de la plupart des substances, notamment celles participant à l'acidification et au changement climatique.

En ce qui concerne le gaz, l'activité, autrefois importante, est en régression continue avec l'épuisement des gisements en particulier celui de Lacq. A l'exception du site de Lacq qui était largement dominant jusqu'en 2014, les informations relatives au torchage lors de l'extraction du gaz sur les divers petits sites ne sont pas connues spécifiquement et sont estimées à partir des productions annuelles.

Concernant le torchage dans les terminaux méthaniers et les stations de compression, les quantités de gaz torché sont directement obtenues auprès des exploitants [19]. Faute d'information précise et compte tenu de la très faible activité, seules les émissions liées aux gaz à effet de serre sont estimées.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂, CH₄ et N₂O

Extraction du pétrole

Concernant les émissions de la mise en torchère et du venting sur les sites d'extraction de pétrole, les facteurs d'émission utilisés sont tirés des lignes directrices du GIEC 2006 [627].

Les facteurs d'émission pour le venting et les torchères étant indiqués en Gg / 1000 m³ dans les lignes directrices du GIEC 2006, ils peuvent être convertis en kg/Mg à partir de la densité (0,86) et du PCI (42 MJ/kg) du pétrole brut. Les résultats des conversions sont les suivants :

| FE pétrole | CO ₂ | | CH ₄ | | N ₂ O | |
|------------|-----------------------|--------|-----------------------|---------|-----------------------|--------|
| | Gg/1000m ³ | kg/PJ | Gg/1000m ³ | kg/PJ | Gg/1000m ³ | kg/PJ |
| Venting | 9,5E-05 | 2 631 | 7,2E-04 | 19 942 | NA | NA |
| Torchères | 4,1E-02 | 1,1E06 | 4,1E-02 | 692 430 | 4,1E-02 | 17 726 |

A ces émissions issues des torches de l'extraction de pétrole s'ajoutent les émissions des torches des raffineries.

Extraction du gaz

Jusqu'en 2014, les émissions proviennent directement de la déclaration annuelle des rejets du site de Lacq qui représente la quasi-totalité de la production [19]. Les facteurs d'émission de gaz à effet de serre du site de Lacq sont appliqués à la production des autres sites d'extraction de gaz naturel afin de calculer les émissions liées au torchage de l'ensemble de la production française.

A partir de 2014, le site de Lacq étant fermé, la méthodologie mise en place consiste en l'estimation d'un facteur moyen d'émission pour chacun des gaz à effet de serre sur les années 2009-2013. Ces facteurs permettent ensuite le calcul des émissions pour les années 2014 et suivantes liées aux activités de torchage sur les sites d'extraction de gaz encore en activité.

Stations de compression et terminaux méthaniers

Concernant les émissions de la mise en torchères dans les stations de compression et les terminaux méthaniers, deux méthodes sont utilisées :

- soit les émissions sont directement tirées des déclarations des exploitants [19] pour les années récentes (notamment pour le CO₂ depuis 2005),
- soit un facteur d'émission moyen est recalculé à partir des consommations et des émissions des années connues.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO**Extraction du pétrole

Les émissions du torchage sur les sites d'extraction de pétrole sont estimées à partir de la quantité de gaz torché et des facteurs d'émission du guidebook EMEP/EEA 2013 [555]. Les FE sont supposés constants au cours du temps. Les émissions de COVNM survenant lors de l'extraction des combustibles fossiles liquides (VEN) sont calculées et déterminées à partir des facteurs d'émission par défaut du GIEC [627] pour le CO₂. En effet, le FE des COVNM ne distingue pas les émissions fugitives du « venting (VEN) » et des fuites (FUG). Il a été décidé, pour différencier le « venting » du fugitif de calculer un rapport en fonction des facteurs d'émission fourni par le GIEC pour le CO₂.

Extraction du gaz

Jusqu'en 2014, les émissions proviennent directement de la déclaration annuelle des rejets du site de Lacq qui représente la quasi-totalité de la production [19]. Les FE des polluants du site de Lacq sont appliqués à la production des autres sites d'extraction de gaz naturel afin de calculer les émissions liées au torchage de l'ensemble de la production française.

A partir de 2014, le site de Lacq étant fermé, la méthodologie mise en place consiste en l'estimation d'un facteur moyen d'émission pour chacun des polluants sur les années 2009-2013. Ces facteurs permettent ensuite le calcul des émissions pour les années 2014 et suivantes liées aux activités de torchage sur les sites d'extraction de gaz encore en activité.

Stations de compression et terminaux méthaniers

Faute d'information précise, les émissions liées à l'acidification et à la pollution photochimique ne sont pas estimées à ce jour pour le torchage dans les stations de compression et les terminaux méthaniers.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)Extraction du gaz et pétrole

Les émissions sont calculées sur la base du facteur d'émission du guide EMEP/EEA [17].

Stations de compression et terminaux méthaniers

Faute d'information précise, les émissions liées aux particules ne sont pas estimées à ce jour pour le torchage dans les stations de compression et les terminaux méthaniers.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}Extraction du gaz et pétrole

La granulométrie provient du guide EMEP/EEA [17]. Toutes les TSP sont des PM_{2,5}.

Stations de compression et terminaux méthaniers

Faute d'information précise, les émissions liées aux particules ne sont pas estimées à ce jour pour le torchage dans les stations de compression et les terminaux méthaniers.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de $PM_{2,5}$ est de 24% selon le guide EMEP/EEA [17].

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

RAFFINAGE DU PETROLE

Cette section concerne uniquement les torchères de raffinerie de pétrole. Les émissions issues des installations de combustion (i.e. chaudières, TAG, moteurs et fours) sont comptabilisées dans la section 1A1b_petrol refining et celles relatives aux procédés dans la section 1B2a_petrol refining.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 1.B.2.c |
| CEE-NU / NFR | 1.B.2.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.03 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.03 |
| CE / directive IED | 1.2 |
| CE / E-PRTR | 1a |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 19 |
| NAF 700 | 23.2Z (ancienne) ; 2013A (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Spécifiques de chaque installation ou spécifiques des raffineries françaises (FE moyen des raffineries) ou littérature spécifique raffinage du pétrole (CONCAWE) |

Niveau de méthode :

Rang 2 ou 3 selon les substances

Références utilisées :

- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [396] CONCAWE 1/09 - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Il y a actuellement 10 raffineries déclarant une activité en France dont une située en Martinique (territoire hors PTOM) et une actuellement en reconversion (site de La Mède).

Les sites de raffinage ont connu des modifications de capacité au cours des années écoulées.

Le site de La Mède est en cours de transformation pour créer la première bio-raffinerie française afin de répondre à la demande croissante en biocarburants, tout en arrêtant, d'ici fin 2016, le traitement de pétrole brut.

On notera également que :

- 9 raffineries ont fermé dans la période 1980 - 1985,
- En 2003, un site a abandonné son activité de raffinage, ne conservant que ses activités pétrochimiques,
- En 2010, la raffinerie des Flandres (Nord) a été arrêtée et reconvertie en dépôt pétrolier. Le démontage des unités a été réalisé jusqu'en 2013 expliquant les faibles consommations énergétiques dédiées aux utilités et déclarées de 2010 à 2013,
- En 2011, la raffinerie de Reichstett (Bas-Rhin) a arrêté son activité,
- En 2012, la raffinerie de Berre (Bouches du Rhône) a été mise en arrêt temporaire pour 2 années dans l'attente d'une reprise de site. Faute de repreneurs, l'exploitant a confirmé la fermeture de la raffinerie mais s'engage à continuer de développer les activités pétrochimiques sur le site,
- Enfin, en 2013, la raffinerie de Petit-Couronne (Seine-Maritime) a fermé ses portes. Ce site est en cours de reconversion en dépôt pétrolier.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Le niveau d'activité considéré par raffinerie est la quantité de brut traité [14, 19].

Selon les informations disponibles, les émissions sont déterminées avec l'une des méthodes suivantes :

- les émissions sont déterminées par l'exploitant et rapportées via les déclarations annuelles de rejets [19].
- les émissions ne sont pas déterminées par l'exploitant. Des facteurs d'émission (littérature ou moyenne du site pour les années connues) rapportés à la quantité de brut traité sont appliqués.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen spécifique à chaque raffinerie basé sur les données des années récentes.

Emissions de CH₄

Selon les informations disponibles, les émissions de CH₄ sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen spécifique à chaque raffinerie basé sur les données des années récentes,
- à partir du facteur d'émission par défaut provenant du guidebook du CONCAWE [396], pour les sites pour lesquels aucune information n'est disponible sur toute la série.

Emissions de N₂O

Selon les informations disponibles, les émissions de N₂O sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen spécifique à chaque raffinerie basé sur les données des années récentes,
- à partir d'un facteur d'émission moyen calculé à partir de toutes les raffineries métropolitaines, pour les raffineries ne disposant d'aucune donnée sur l'ensemble de la série.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances pour les procédés considérés.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**

Selon les informations disponibles, les émissions de SO₂ sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen spécifique à chaque raffinerie basé sur les données des années récentes.

Emissions de NO_x, TSP

Selon les informations disponibles, les émissions de NO_x sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen par raffinerie basé sur les données des années récentes,
- à partir d'un facteur d'émission moyen calculé à partir de toutes les raffineries métropolitaines, pour les raffineries ne disposant d'aucune donnée sur l'ensemble de la série..

Emissions de COVNM , CO

Selon les informations disponibles, les émissions de COVNM sont déterminées :

- à partir des déclarations annuelles d'émissions de chaque raffinerie [19],
- à partir d'un facteur d'émission moyen spécifique à chaque raffinerie basé sur les données des années récentes,
- à partir du facteur d'émission par défaut provenant du guidebook du CONCAWE [396], pour les sites pour lesquels aucune information n'est disponible sur toute la série.

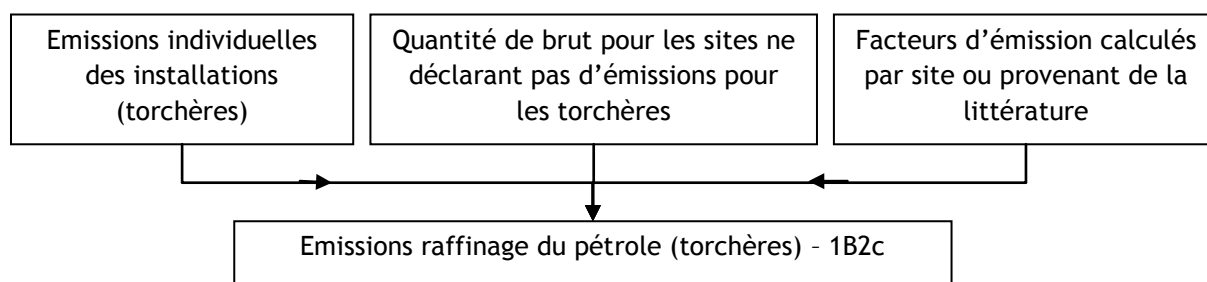
Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie provient de l'étude CEPMEIP [49].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Le ratio retenu pour le torchage en raffinerie est de 24%.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

INDUSTRIES MINERALES (PROCEDES)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/02/2017 | LS | 17/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CIMENT (DECARBONATATION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions induites par la décarbonatation dans le secteur de la production de ciment.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2A1 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040612 |
| CITEPA / SNAPc | 040612 |
| CE / directive IED | 3.1 (installations avec des fours rotatifs de capacité de production supérieure à 500 tonnes par jour) |
| CE / E-PRTR | 3ci et iii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.5-6 |
| NAF 700 | 265A (ancienne) ; 2351Z (nouvelle) |
| NCE | E20 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Production nationale de clinker provenant du Syndicat Français de l'Industrie Cimentière | Spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2 ou 3 selon les années et du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

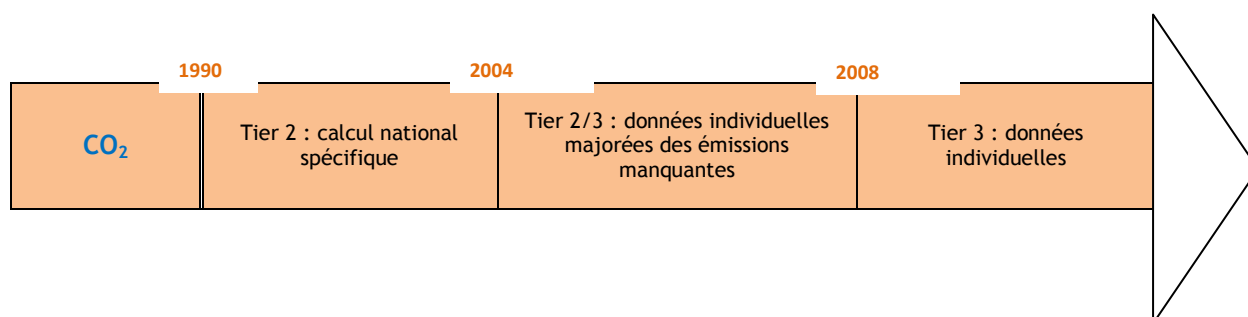
- [218] SFIC (Syndicat Français de l'Industrie Cimentière) - données annuelles de production de clinker
- [239] ATILH - Mode d'obtention des données annuelles sur les émissions de CO₂ et moyens de contrôle de ces valeurs d'émission, novembre 2002
- [348] Arrêté du 31 mars 2008 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2008 - 2012
- [613] GIEC - Lignes directrices 2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Volume 3 Procédés industriels et utilisation des produits - Chapitre 2 - section 2.2

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La quantité de clinker produite annuellement est connue auprès du Syndicat Français de l'Industrie Cimentière [218].

La méthode mise en œuvre dépend de l'année considérée. Le schéma suivant présente ces différentes méthodes et une description plus fine est fournie dans la suite de ce document.

Niveau de méthode appliqué pour la détermination des émissions de CO₂



Les cimenteries ne déclarent leurs émissions annuelles de façon très détaillée que depuis 2004 (inclus). Ces émissions individuelles sont traitées spécifiquement et prises en compte dans l'inventaire (approche totale bottom-up) depuis 2004.

Avant 2004, les émissions sont calculées au moyen de facteurs d'émission déterminés sur la base des données détaillées disponibles depuis 2008 dans les déclarations annuelles.

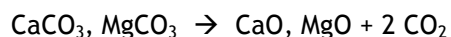
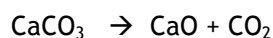
Entre l'année 2004, année des premières déclarations détaillées et l'année 2008, première année de la 2^{ème} période du système d'échange des quotas d'émissions (SEQE), le périmètre des émissions déclarées par les industriels a évolué. Depuis 2008, les cimenteries déclarent tout ou partie des émissions des différentes sources suivantes :

- la calcination des carbonates dans les matières premières utilisées pour produire le clinker,
- la calcination totale ou partielle des poussières des fours à ciment ou des poussières de by-pass,
- dans certains cas du carbone non issu de carbonates présent dans les matières premières.

Entre 2004 et 2008, les industriels ne déclaraient pas les émissions de CO₂ induites par les poussières de by-pass, ni celles induites par le carbone non issu des carbonates. Afin d'assurer une série homogène et cohérente sur l'ensemble de la période, un facteur d'émission pour les différents types d'émissions de décarbonatation est déterminé et appliqué sur toute la série temporelle.

Le détail des différents types d'émissions de décarbonatation est présenté ci-après :

Concernant la calcination des carbonates dans les matières premières utilisées pour produire le clinker, le CO₂ de la décarbonatation provient de la transformation du carbonate de calcium en oxyde de calcium au cours du procédé de fabrication selon la réaction suivante :



Le GIEC [613], dans son niveau 1, recommande de calculer le CO₂ de la décarbonatation à partir du contenu en chaux du clinker et une valeur par défaut est proposée pour le contenu en CaO du clinker : 65%.

Toutefois, le GIEC, dans son niveau 1, ne prend pas en compte la décomposition du MgCO₃. D'après la profession cimentière [239], le clinker contient environ 2% de MgO.

Depuis 2004, les émissions de décarbonatation déterminées au niveau national sont cohérentes avec les données d'émissions relatives à la décarbonatation des cimenteries couvertes par le système d'échanges de quotas de gaz à effet de serre (SEQE). Ce dernier ne regroupant pas l'ensemble des cimenteries, les émissions nationales sont légèrement supérieures à celles observées dans le système d'échange. Toutefois, depuis 2013, toutes les cimenteries sont couvertes par le système d'échanges de quotas de gaz à effet de serre.

Les émissions nationales dans l'inventaire correspondent au total des émissions déclarées par l'ensemble des cimenteries.

Le facteur d'émission par défaut est de 525 kg CO₂ / t clinker [348-annexe VI]. Depuis la mise en place du SEQE, la plupart des cimenteries ont mis en œuvre des niveaux élevés quant à la méthode de détermination des émissions et, de ce fait réalisent des mesures de la teneur en carbone dans leurs matières premières et disposent de valeurs spécifiques précises.

Concernant la calcination des poussières des fours à ciment ou des poussières de by-pass, seules quelques installations sont concernées (environ la moitié est munie de tels équipements). Ces émissions ne sont déclarées par les exploitants que depuis 2008 dans le cadre de la seconde période du SEQE mais elles sont estimées dans l'inventaire pour les années antérieures grâce à une méthode de calcul décrite ci-après.

Concernant le carbone non issu de carbonates présent dans les matières premières, seules quelques installations sont concernées (environ 1/3). Ces émissions ne sont déclarées par les exploitants que depuis 2008. Elles sont toutefois estimées dans l'inventaire pour les années antérieures grâce à une méthode de calcul décrite ci-après.

Le procédé relatif à la **production de ciment aluminé** étant différent de celui de la fabrication du ciment de Portland, le facteur d'émission est différent et très variable. Une distinction est donc opérée entre ces deux types de produits. La méthode est décrite ci-après pour chacun de ces produits.

Méthode générale d'estimation des émissions :

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de CO₂

La méthode appliquée est de rang GIEC 2 voire 3 pour les années les plus récentes (cf. schéma ci-dessus).

Le facteur d'émission de CO₂ est déterminé, d'une part, pour la production de ciment aluminé et, d'autre part, pour la production des autres types de ciments.

Particularités

Suite à l'application de l'arrêté du 28 juillet 2005 puis de l'arrêté du 31 mars 2008 et enfin de l'arrêté du 31 octobre 2012 relatifs à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système communautaire d'échange des quotas d'émissions de gaz à effet de serre, les industriels déclarent précisément leurs émissions de CO₂ issues de la décarbonatation. Ces informations permettent, à partir de l'année 2004, de connaître par une approche bottom-up les émissions de cette activité ce qui explique l'évolution du facteur d'émission déduit à partir de cette année. Ces données sont utilisées afin d'affiner les estimations sur la période 1990-2004 et assurer la cohérence de la série temporelle.

En fonction des données disponibles et de l'année, la méthodologie diffère. Elle est synthétiquement explicitée ci-dessous.

Ciment aluminé

Les sites de production de ciment aluminé n'existent qu'en France métropolitaine et ils sont au nombre de trois. Toutefois, compte tenu des matières premières utilisées, les trois sites sont à l'origine d'émissions induites par la décarbonatation dont l'un avec des émissions très faibles (inférieures à 500 t).

La production de ciment aluminaté ne représente en 2015 que 3% de la production nationale de clinker.

La méthodologie mise en œuvre est la suivante. Cette méthodologie permet d'assurer une cohérence temporelle.

- Avant 2004, le facteur d'émission moyen calculé sur la période 2008 - 2009 est appliqué à la production de clinker aluminaté qui représente environ 3-4% de la production nationale de clinker (méthode appliquée : rang GIEC 2).
- De 2004 à 2014, les déclarations annuelles sont utilisées [19] (les émissions induites par les poussières de by-pass sont intégrées) (méthode appliquée : rang GIEC 3).

Les facteurs d'émission résultants pour la décarbonatation de la production de clinker aluminaté sont présentés dans la base de données OMINEA (pour toutes les années).

La variation des facteurs d'émission est liée à la teneur en carbone dans la matière première.

Autres types de ciments

Les sites de production de ciment classique, au nombre de 29, n'existent qu'en France métropolitaine.

La méthodologie mise en œuvre est la suivante. Elle permet d'assurer une cohérence temporelle sur l'ensemble de la période.

- Avant 2004, ne disposant pas des déclarations annuelles des exploitants, plusieurs estimations sont effectuées pour chacune des trois sources et les émissions finales correspondent à la somme de ces trois sources :
 - Tout d'abord, les émissions induites par la calcination des carbonates dans les matières premières sont estimées par année sur la base du facteur d'émission de 525 kg/t clinker [348 – annexe VI] et de la production relative aux autres types de clinker.
 - Par ailleurs, une fois cette première source quantifiée, les émissions de CO₂ induites par la calcination totale ou partielle des poussières sont estimées sur la base d'un ratio de 0,4% des émissions induites par la calcination des carbonates dans les matières premières. Ce ratio est déterminé à partir des données rapportées pour l'année 2009 par les exploitants [19].
 - Enfin, les émissions de CO₂ induites par le carbone non issu des carbonates de la farine crue sont estimées sur la base d'un ratio de 1,1% des émissions induites par la calcination des carbonates dans les matières premières. Ce ratio est déterminé à partir des données rapportées pour l'année 2009 par les exploitants [19].
- De 2004 à 2007, les déclarations annuelles [19] sont utilisées et les émissions de chaque site sont corrigées (majoration) pour tenir compte du carbone non issu des carbonates de la farine crue et des poussières de four et de by-pass qui ne sont pas estimées par les exploitants durant cette période dans leurs déclarations (méthode appliquée : mix entre les rangs GIEC 2 et 3). Les émissions déclarées sont donc majorées à partir d'un ratio déterminé avec les données rapportées pour l'année 2009 par les exploitants [19]:
 - majoration de 1,1% des émissions induites par la calcination des carbonates dans les matières premières pour estimer les émissions induites par le carbone non issu des carbonates de la farine crue,
 - majoration de 0,4% des émissions induites par la calcination des carbonates dans les matières premières pour estimer les poussières de four et celles de by-pass.

- A partir de 2008, les déclarations annuelles [19] comprennent la totalité des éléments relatifs à la décarbonatation pour les installations concernées (méthode appliquée : rang GIEC 3).

Le tableau suivant présente une synthèse des différentes méthodes mises en œuvre depuis 1990.

| | Ciment aluminaté | Autres types de ciment |
|------------------|---|---|
| Avant 2004 | Utilisation du facteur d'émission de CO ₂ moyen déterminé sur la période 2008-2009 appliqué sur la production de ciment aluminaté | Utilisation du facteur d'émission 525 kg/t clinker majoré des poussières by-pass et de la farine crue appliquée sur la production relative aux autres types de ciment |
| De 2004 à 2007 | Utilisation des émissions issues des déclarations individuelles des industriels majorées des émissions de poussières issues de la farine crue (site ne disposant pas de by-pass de by-pass) | Utilisation des émissions issues des déclarations individuelles des industriels (quotas) majorées des émissions des poussières de by-pass et de la farine crue |
| A partir de 2008 | Utilisation des émissions issues des déclarations individuelles des industriels (site ne disposant pas de by-pass et farine crue inclus) | Utilisation des émissions issues des déclarations individuelles des industriels (quotas) (les émissions induites par les poussières de by-pass et farine crue sont déjà incluses) |

Les facteurs d'émission résultants pour la décarbonatation de la production des autres types de production de clinker et pour l'ensemble de la production de ciment sont présentés dans la base de données OMINEA (pour toutes les années).

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de N₂O

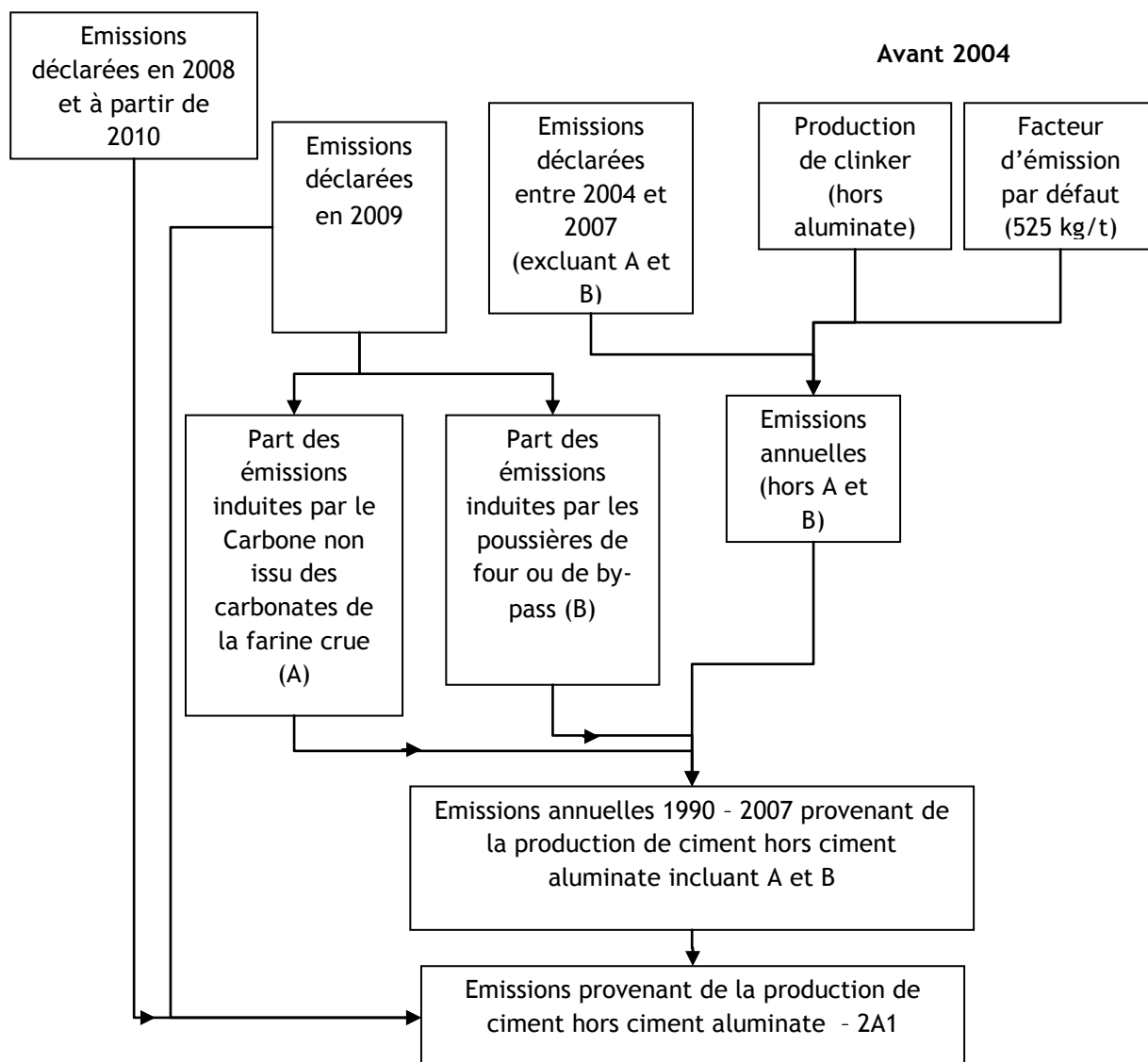
Il n'y a pas d'émission attendue.

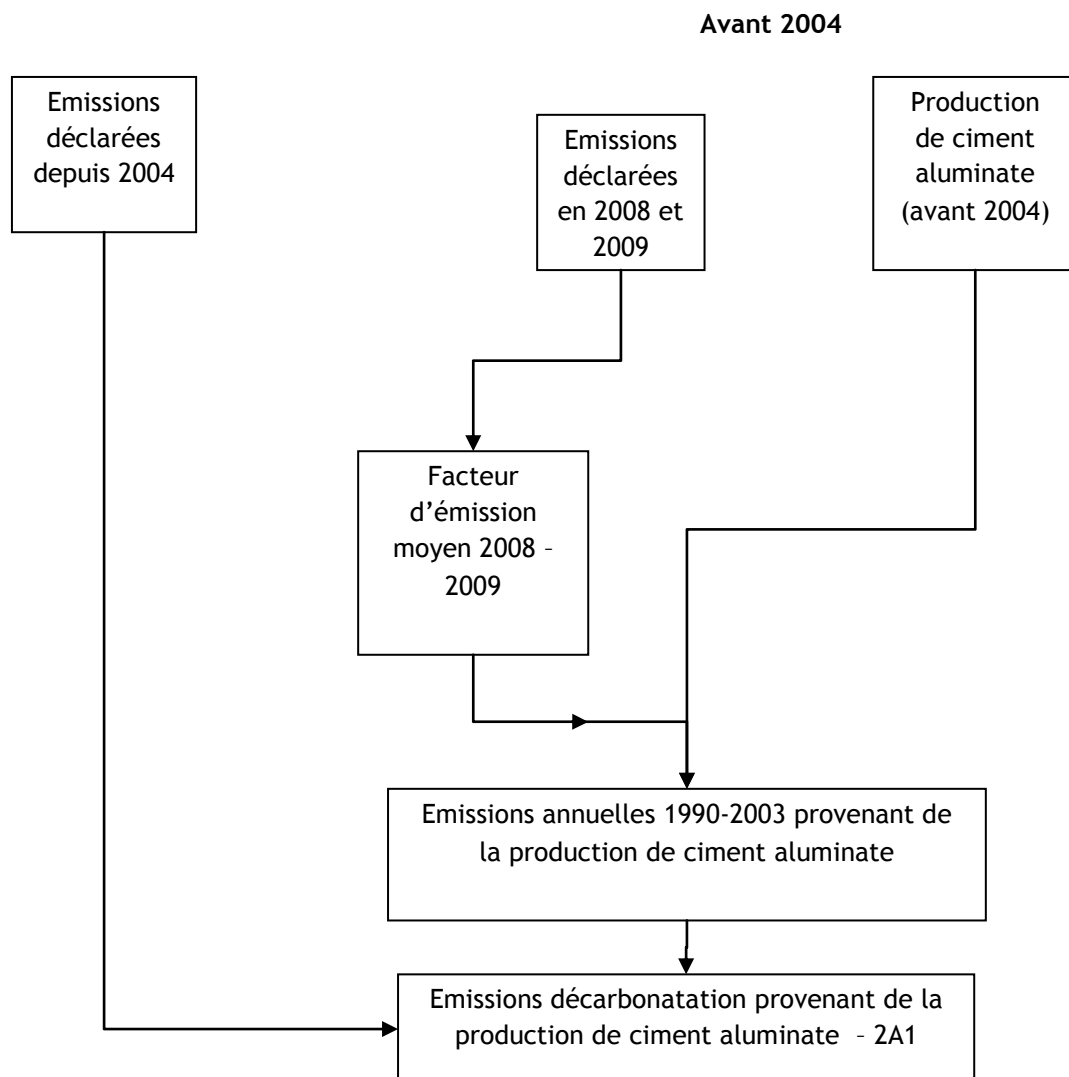
Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

Hors ciment aluminaté



Ciment aluminate

Les émissions totales du secteur correspondent à la somme des émissions « ciment hors aluminate » et « ciment aluminate ».

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 01/02/2017 | LS | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CHAUX (DECARBONATATION)

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des émissions induites par la décarbonatation dans le secteur de la production de chaux.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2A2 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040614 |
| CITEPA / SNAPc | 040614 |
| CE / directive IED | 3.1 (installations avec des fours rotatifs de capacité de production supérieure à 50 tonnes par jour) |
| CE / E-PRTR | 3cii et iii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.5-6 |
| NAF 700 | 265C (ancienne) ; 2352Z (nouvelle) |
| NCE | E20 (en partie) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production nationale de chaux aérienne et magnésienne provenant de la profession (Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes) | Facteur d'émission de la chaux aérienne et magnésienne déterminé par réaction chimique (valeur stœchiométrique ou valeur mesurée par les sites industriels) |
| Production de chaux hydraulique provenant de la profession (ATILH) ou des déclarations des sites | Facteur d'émission de la chaux hydraulique déterminé à partir des émissions connues pour l'ensemble des sites de production de chaux hydraulique |
| Production de chaux du secteur du raffinage en sucrerie | Facteur d'émission de la chaux produite par les sucriers déterminé selon la stœchiométrie de la réaction chimique |

Niveau de méthode :

Chaux aérienne et magnésienne : niveau GIEC 1 avant 2000 et niveau 2/3 à partir de 2000 (données individuelles en partie)

Chaux hydraulique : niveau GIEC 2/3 avant 2005 et niveau 3 à partir de 2005 (données individuelles)

Chaux du secteur du raffinage en sucrerie : niveau GIEC 1

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [190] Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes - Statistiques annuelles de production de chaux grasses (aériennes) et magnésiennes
- [194] Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes - Données communiquées au CITEPA en septembre 2003
- [195] ATILH - Données annuelles sur les émissions de l'ensemble des sites de chaux hydraulique

- [332] ANPEA (Association nationale professionnelle pour les engrais et amendements) - Résultats enquête amendements basiques - <http://www.anpea.com/>
- [527] SNFS (Syndicat National des Fabricants de Sucre) - Données internes, octobre 2012
- [614] Lignes directrices du GIEC - Version 2006 - Chapitre 2 : émissions dans l'industrie minière - tableau 2.4

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Dans le secteur de la production de chaux, trois types de production de chaux sont à distinguer :

- la production de **chaux aérienne**, également appelée chaux grasse ou chaux calcique et de **chaux magnésienne**. La chaux aérienne est principalement constituée d'oxyde ou d'hydroxyde de calcium qui durcit lentement à l'air sous l'effet du CO₂ présent dans l'air. Elle prend en compte la chaux vive et la chaux éteinte.

La chaux magnésienne est constituée intégralement d'oxyde ou d'hydroxyde de calcium et de magnésium. Elle résulte de la calcination de la dolomie.

Les données de production pour ces deux types de chaux proviennent de la fédération de la chaux [190] sur l'ensemble de la période. Les sites de production de chaux aérienne et magnésienne sont présents en France métropolitaine.

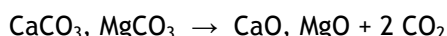
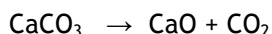
- la production de **chaux hydraulique**. La chaux hydraulique est produite par la calcination d'un calcaire plus ou moins argileux et siliceux avec réduction en poudre par extinction avec ou sans broyage. Elle est constituée d'hydroxyde de calcium, de silicates et d'aluminates de calcium.

Il y a très peu de sites de production de chaux hydraulique en France métropolitaine : les quatre sites les plus importants soumis au système déclaratif annuel des rejets (plus que 3 sites depuis 2013) et deux autres plus petits sites.

La production pour les plus gros sites est connue via les déclarations individuelles [19] ou via des communications directes des sites. La production des deux autres plus petits sites est connue en 2004 à partir de données transmises par la profession [195]. En 2004, ces 2 sites représentent 3% de la production de chaux hydraulique totale. Ce pourcentage est conservé pour estimer la production sur l'ensemble de la période.

- la production de chaux dans le secteur du **raffinage en sucrerie** (auto-producteur). L'estimation de la quantité de CaCO₃ contenue dans les roches calcaires utilisées par les sucriers est basée sur la quantité de betterave traitée [332]. Toutefois, une partie de la quantité de CaCO₃ se retrouve dans les écumes de sucrerie (ensuite réutilisées en agriculture comme amendement minéral basique). De manière conservatoire, un rendement de 80% de récupération des carbonates, pour estimer la quantité de CO₂ émise au niveau du site, est retenu.

Le CO₂ de la décarbonatation provient de la transformation du carbonate de calcium en oxyde de calcium (chaux aérienne) ou du carbonate double de calcium et de magnésium constituant la dolomie en chaux magnésienne :



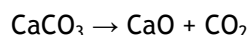
Dans le cas de la production de la chaux hydraulique, tout le calcium ne peut pas être décarbonaté. Le facteur d'émission dépend de la chaux hydraulique produite et sera variable en fonction du site de production.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

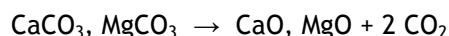
Emissions de CO₂

a) Chaux aérienne et magnésienne

Le facteur d'émission de CO₂ est déterminé à partir de la réaction chimique :



Le facteur d'émission pour la chaux calcique communiqué par la profession est de 785 kg CO₂ / t chaux calcique produite [194]. Ce facteur est également celui proposé dans le cadre de la directive quotas de gaz à effet de serre. Il correspond à la valeur stœchiométrique de la réaction chimique ci-dessus [614].



Le facteur d'émission pour la chaux dolomique est de 913 kg CO₂ / t chaux dolomique [614]. Il s'agit de la valeur stœchiométrique de la réaction chimique.

Toutefois, dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre, les industriels peuvent réaliser des mesures sur la teneur en carbone des pierres utilisées et de fait utiliser un facteur d'émission différent de celui obtenu par défaut.

Les éventuelles corrections effectuées pour tenir compte des impuretés conformément à la méthode appliquée dans le cadre du Système d'Echange de Quotas d'Emissions (SEQE) sont prises en compte [19].

Les méthodes de calcul des émissions de CO₂ pour ce secteur sont les suivantes car elles dépendent de l'année considérée (cf. schéma ci-dessous et méthodologie associée). Dans tous les cas, une cohérence temporelle est assurée.

| 1990 | 1999 | 2000 | 2002 | 2003 | maintenant |
|---|---|------|--|------|------------|
| Niveau GIEC Tier 1 | Niveau GIEC Tier 2/3 | | Niveau GIEC Tier 2/3 | | |
| Emissions CO ₂ = production nationale de chaux aérienne x 785 kg/t + production nationale de chaux magnésienne x 913 kg/t (valeurs stœchiométriques [614]) | Emissions CO ₂ des déclarations annuelles (peu de sites) [19] + (production nationale chaux aérienne et magnésienne - production des sites utilisés en approche individuelle) x facteur d'émission moyen déterminé en 2004 | | Emissions CO ₂ des déclarations annuelles [19] + (production nationale chaux aérienne et magnésienne - production des sites utilisés en approche individuelle) x facteur d'émission moyen déterminé par année à partir des données déclarées | | |

De 1990 à 1999, les émissions de CO₂ sont déterminées à partir des productions nationales annuelles par type de chaux (chaux aérienne et chaux magnésienne) et des facteurs stœchiométriques [614].

De 2000 à 2002, les émissions de CO₂ induites par la décarbonatation sont connues pour un nombre très restreint de sites via les déclarations annuelles de polluants [19]. Pour les autres sites, les émissions correspondent au produit entre la différence de la production nationale de chaux aérienne et magnésienne et de la production des sites utilisés en approche individuelle et du facteur d'émission moyen déterminé en 2004 (première année pour lesquelles des données individuelles sont plus complètes).

Depuis 2003, les émissions de CO₂ induites par la décarbonatation sont connues pour un nombre plus important de sites via les déclarations annuelles de polluants [19]. Pour les autres sites, les émissions correspondent au produit entre la différence de la production nationale de chaux aérienne et magnésienne et de la production des sites utilisés en approche individuelle et du

facteur d'émission moyen déterminé annuellement à partir des données de CO₂ déclarées par les sites.

Les facteurs d'émission obtenus pour l'ensemble de ce secteur sont dépendants de la qualité des pierres utilisées et du mix entre la chaux aérienne et la chaux magnésienne. Ils sont présentés ci-après.

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FE CO ₂ (kg/t chaux aérienne et magnésienne) | 828 | 792 | 792 | 770 | 743 | 749 | 743 | 739 | 731 | 731 |

b) Chaux hydraulique

Tout le calcium n'étant pas décarbonaté dans le cas de la production de la chaux hydraulique, les émissions de CO₂ proviennent des données des industriels [19, 195].

Les émissions de CO₂ induites par la chaux hydraulique représentent entre 2,5 et 5% des émissions totales.

Les méthodes de calcul des émissions de CO₂ pour ce type de chaux sont les suivantes car elles dépendent de l'année considérée (cf. schéma ci-dessous et méthodologie associée). Dans tous les cas, une cohérence temporelle est assurée.

| 1990 | 2004 | 2005 | maintenant |
|---|------|--|------------|
| Niveau GIEC Tier 2/3 | | Niveau GIEC Tier 3 | |
| Emissions CO ₂ = communication directe des émissions de CO ₂ pour 2 sites [195] + production du site x facteur d'émission déterminé en 2005 pour ce site | | Emissions CO ₂ des déclarations annuelles [19] ou des communications des sites [195] | |

De 1990 à 2004, les émissions de CO₂ pour le secteur de la production de chaux hydraulique proviennent, d'une part, des données de CO₂ directement communiquées par certains sites industriels (2 sites) et, d'autre part, pour les autres sites, de la production des sites et du facteur d'émission déterminé en 2005.

Depuis 2005, les émissions de CO₂ pour le secteur de la production de chaux hydraulique ne proviennent que des déclarations annuelles des industriels [19] ou des données communiquées par les sites [195].

Les facteurs d'émission de CO₂ obtenus pour la production de chaux hydraulique sont présentés ci-après.

| | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| FE CO ₂ (kg/t chaux) | 473 | 489 | 494 | 457 | 455 | 515 | 514 | 439 | 476 | 508 |

| | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| hydraulique) | | | | | | | | | | |
|--------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|

c) Chaux produite par le secteur du raffinage de betteraves en sucrerie (auto-production)

Dans le cas des sucreries, les émissions relatives à la production de chaux sont déterminées à partir de la quantité de chaux estimée et du facteur d'émission spécifique à ce secteur.

Comme il n'existe pas de données sur la consommation de roches des auto-producteurs en sucrerie, les données sont estimées à partir des informations connues sur les écumes de sucrerie.

La formule suivante est mise en œuvre pour estimer la production de chaux du secteur des sucreries :

$$\text{Quantité de chaux produite (CaO) (t)} = R1 \times R2 / 100 \times (\text{masse molaire CaO} / \text{masse molaire CaCO}_3) \times \text{quantité de betteraves produite brute (t)} / 1000$$

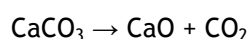
soit

$$\text{Quantité de chaux produite (CaO) (t)} = R1 \times R2 / 100 \times (56,1/100,1) \times \text{quantité de betteraves produite brute (t)} / 1000$$

Avec :

- R1 = 18 kg roche calcaire/ tonne betterave [527],
- R2 = 98% CaCO₃/roche calcaire (hypothèse retenue par le CITEPA car pour le raffinage des betteraves, les roches calcaires doivent être de très grande qualité)

Le facteur d'émission de CO₂ est déterminé à partir de la réaction chimique suivante :



Toutefois, un rendement de 80% de récupération des carbonates dans les écumes des sucreries est retenu afin d'estimer la quantité de CO₂ émis (valeur moyenne de la quantité d'écume en sucrerie sur la production de betterave brute). Ce rendement est déterminé à partir des estimations de la quantité de roche calcaire utilisée en sucrerie communiquées par le SNFS [527] et les statistiques relatives aux écumes de sucreries fournies par l'ANPEA [332].

Le facteur d'émission est donc déterminé à l'aide de la formule suivante :

$$\text{FE CO}_2 \text{ (kg/t chaux)} = \text{masse molaire CO}_2 / \text{masse molaire CaCO}_3 \times 1000 \times (1 - 80/100)$$

soit un facteur d'émission de **156,9 kg CO₂/t chaux produite en sucrerie**.

Les émissions relatives à la production de chaux pour le raffinage des betteraves en sucrerie ne représentent qu'environ 2% des émissions totales de ce secteur, selon les années.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 31/01/2017 | LS | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE VERRE (DECARBONATATION)

Ce paragraphe décrit la méthode de calcul des émissions induites par la décarbonatation du secteur de la production de verre.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2A3 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040613 |
| CITEPA / SNAPc | 040613 |
| CE / directive IED | 3.3 (installations de capacité de production supérieure à 20 tonnes par jour) et 3.4 |
| CE / E-PRTR | 3e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 26.1 |
| NAF 700 | 261A ; 261C ; 261E ; 261G ; 261J ; 261K ; 268C (partiel) (ancienne) 2311Z à 2314Z ; 2319Z (partiel) ; 2399Z (partiel) (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Production nationale de verre neuf définie comme la différence entre la production de verre totale (statistique nationale) moins la quantité de calcin externe (profession) | Facteur d'émission national pour le CO ₂ lié à la décarbonatation |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2 ou 3 selon les années.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [240] Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre - Communication de données internes
- [457] Fédération des industries du verre - Rapport d'activité annuel

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La production de verre se répartit en plusieurs secteurs :

- la production de verre plat (SNAP 030314) qui correspond aux glaces et verres à vitres, 6 sites de production en activité.
- la production de verre creux (SNAP 030315) qui comporte les bouteilles et bombonnes, les flacons et les pots industriels, la gobeletterie et les bocaliers. Le verre creux avec 35 sites en activité, est le poste le plus important dans la fabrication de verre puisqu'il représente plus de 60% de la production totale de verre en poids.
- la production de fibres de verre (en particulier laine de verre et fils de verre) (SNAP 030316) compte 9 sites en activité.

- la production de verre technique (SNAP 030317) qui regroupe en particulier, la lunetterie et l'optique, les ampoules, le verre pour télévision et radio, le verre de laboratoire, les isolateurs, compte 6 sites en activité.
- la production de fibre minérale (laine de roche) (SNAP 030318), uniquement 2 sites en activité.

Les sites de production de verre ne sont présents qu'en France métropolitaine.

Les sources de données relatives à la production qui ont été utilisées sont les suivantes :

- **Verre plat (030314)** : de 1990 à 2010, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Les statistiques de l'INSEE ne sont plus disponibles depuis 2011. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2011.
- **Verre creux (030315)** : de 1990 à 2013, les données proviennent de la Fédération des Industriels du Verre [457]. Le rapport d'activité de la Fédération des Industriels du Verre n'est plus disponible depuis 2014. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2013.
- **Fibre de verre (030316)** : de 1990 à 2010, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Les statistiques de l'INSEE ne sont plus disponibles depuis 2011. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2011.
- **Verre technique (030317)** : de 1990 à 2004, les données proviennent des statistiques du SESSI/INSEE [53]. Depuis 2005, le SESSI ne fournit plus de donnée sur cette activité. Comme des écarts importants sont observés entre les statistiques de la Fédération des Industriels du Verre [457] et les statistiques du SESSI, la production retenue correspond à l'évolution entre deux années des statistiques de la Fédération des Industriels du Verre appliquée à la dernière année disponible du SESSI. Le rapport d'activité de la Fédération des Industriels du Verre n'est plus disponible depuis 2014. Pour pallier ce problème, une production est estimée sur la base des déclarations individuelles des industriels [19] de l'année en cours et d'un ratio entre le total des déclarations individuelles et la donnée des statistiques relatives à l'année 2013.
- **Fibre minérale (030318)** : depuis 2001, les données de production proviennent des déclarations individuelles des industriels [19]. Avant cette date, faute de données précises, il est fait l'hypothèse du maintien de la production de 2001 depuis la date de mise en activité de chaque site industriel.

La production de verre totale correspond à la somme de ces différentes productions.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ de la décarbonatation dans la production de verre sont déterminées à partir du produit entre la production nationale de verre neuf et le facteur d'émission national.

Elles sont induites par l'utilisation de diverses matières premières telles que le calcaire, la dolomie, le carbonate de soude et le bicarbonate de soude.

La production de verre neuf est déterminée comme suit :

| |
|---|
| Production de verre neuf = production de verre totale - quantité de calcin externe utilisée |
|---|

Les sources de données de production nationale par type de verre produit sont décrites ci-dessus.

La quantité de calcin externe utilisée est fournie annuellement par la Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre [457].

Le facteur d'émission établi à partir de données de la profession est de 185 kg CO₂/ t verre neuf [240]. Ce facteur est supposé constant de 1990 à 2003 car les données permettant de connaître les variations annuelles ne sont pas disponibles.

A partir de 2004, les données disponibles dans le cadre du système d'échange des quotas de gaz à effet de serre [19] permettent d'apprécier les fluctuations annuelles. Le facteur d'émission est calculé à partir des déclarations annuelles des émissions de polluants [19]. Il se situe autour de la valeur fournie par la profession.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue.

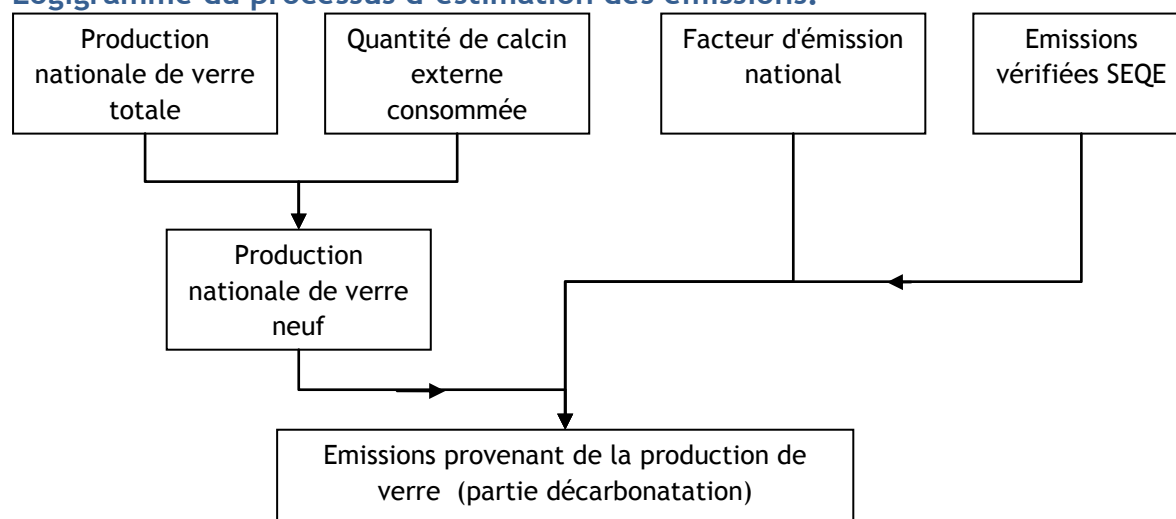
Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 15/02/2017 | LS | 15/02/2017 | JV |

AUTRES PROCEDES AVEC DECARBONATATION

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des différentes sources émettrices de CO₂ en termes de décarbonation qui ne sont pas comptées dans d'autres secteurs.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2A4d |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 040631 et 040209 |
| CE / directive IED | 3.4 / 1.1 (partiel) |
| CE / E-PRTR | 3f / 1c (partiel) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 / 24.4 / 35.1 / 35.3 / 24.1-3 |
| NAF 700 | 243Z (ancienne) et 2030Z (nouvelle) / 40.1A (ancienne) et 3511Z (nouvelle) / 40.3Z (ancienne) et 3530Z (nouvelle) |
| NCE | E28 et autres non spécifiquement identifiés |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 3

Références utilisées :

- [19] DRIRE/DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [27] Fédération française de l'acier - Données internes
- [223] Société de l'industrie minérale - Annuaire Statistique Mondial de Minerais et Métaux
- [348] Arrêté du 31 mars 2008 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2008 - 2012
- [528] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories - 2006, Chapitre 4 : Metal Industry Emissions, p4.65
- [529] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories de 1996 - Page 2.7
- [762] Methodology report on the calculation of emissions to air from the sectors Energy, Industry and Waste, as used by the Dutch Pollutant Release and Transfer Register - National Institute for Public Health and the Environment - RIVM Report 2016-0055 - page 48
- [763] GIEC - Guidelines 2006, Volume 3, Chapitre 2, Industrial industry - Table 2.1

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Afin d'assurer la totale exhaustivité dans la prise en compte des émissions de CO₂ induites par l'utilisation de matières carbonées et carbonatées, une analyse fine de l'ensemble des 10 000 installations françaises soumises au système déclaratif a été réalisée afin de définir l'ensemble des secteurs utilisateurs de carbonates.

Les émissions de CO₂ sont donc prises en compte pour chacun de ces secteurs utilisateurs, soit dans ce code CRF, soit dans un autre code CRF tel que mentionné ci-après.

Il ressort de cette analyse que les secteurs utilisateurs de carbonates ou matières carbonées sont les suivants :

- fonderie de fonte (CRF 2C7)
- émail (CRF 2A4d)
- papier (CRF 2H1)
- technique de désulfuration sur certaines usines de chauffage urbain et centrales thermiques (CRF 2A4d)
- dolomie pour produire du magnésium (CRF 2A4d)
- matières carbonées utilisées sur certains sites chimiques (CRF 2A4d)
- sidérurgie - castine en agglomération (CRF 2A4d) et sidérurgie - utilisation de carbonates dans les aciéries électriques (CRF 2C1f)
- installation de métaux non ferreux (CRF 2C6)
- verrerie (CRF 2A3)
- chaux (CRF 2A2)
- ciment (CRF 2A1)
- tuiles/briques (CRF 2A4a)
- céramique (CRF 2A4a)

De plus, pour construire des routes, des matières calcaires et de la dolomie sont utilisées [762]. Toutefois, compte tenu du niveau des températures dans les sécheurs des centrales d'enrobage (maximum 200°C), il n'est pas attendu d'émission de CO₂ induites par la décarbonatation car ce phénomène se produit pour des températures avoisinant 800°C.

A. Production d'émail

L'émail est un mélange de silice, de minium, de potasse et de soude. Par la fusion à haute température de ces différents éléments suivie d'un broyage, est obtenue une poudre incolore appelée "fondant" qui, par sa nature, s'apparente davantage au cristal qu'au verre. L'émail peut être soit transparent, soit opaque. La coloration du fondant s'obtient par addition d'oxydes métalliques réduits en poudre.

L'émaillage consiste à fixer la poudre d'émail sur son support métallique par des cuissons successives et rapides de l'ordre de 800 degrés. L'or, l'argent, le cuivre, l'acier peuvent constituer le support de toute pièce émaillée.

Comme indiqué en préambule, les émissions visées dans cette section sont celles liées au phénomène de décarbonatation dans les installations de production d'émaux.

En France, il y a très peu de sites de production d'émail. Seuls deux de ces sites sont soumis à la déclaration annuelle des rejets de polluants atmosphériques du fait de leur taille. Un seul de ces deux sites met en œuvre des matériaux engendrant une décarbonatation. Ce site est fermé depuis avril 2010.

Les données de production nationales sont connues pour les sites de production d'émail via la déclaration annuelle de polluants [19] depuis 2004. Avant cette date, faute de données, la production est supposée être celle de 2004. L'ensemble des données de production est confidentiel.

B. Désulfuration sur certaines installations industrielles

Les émissions déterminées dans cette sous-section sont liées au phénomène de décarbonatation induit par l'utilisation de produits carbonés dans les techniques de désulfuration.

Certaines installations de chauffage urbain (3 sites) et certaines centrales thermiques (4 sites) sont équipées d'un système de désulfuration afin de réduire les émissions de SO₂. Ces techniques utilisent comme neutralisant un produit carboné tel que du calcaire ou du bicarbonate de soude. En chauffant, cette matière émet des émissions de CO₂.

Chauffage urbain

L'activité correspond à la consommation de produits utilisés (carbonate de calcium dans un cas depuis 2006, bicarbonate de sodium depuis 2008 dans l'autre et depuis 2013 pour le dernier). Ces consommations sont déterminées site par site [19].

Centrales thermiques

L'activité correspond à la consommation de produits utilisés. Les quantités sont déterminées site par site. Diverses méthodes sont appliquées selon les cas rencontrés comme indiqué ci-dessous.

| Centrales thermiques avec mise en œuvre de la désulfuration depuis 1999 | | Centrales thermiques avec mise en œuvre de la désulfuration de 1990 à 1998 |
|---|------------------|--|
| 1999-2004 | à partir de 2005 | Méthode C |
| Méthode B | Méthode A | |

Méthode A : Utilisation des déclarations annuelles de polluants [19].

Méthode B : Les consommations sont déterminées à partir des émissions de CO₂ liées à la décarbonatation qui sont connues via les déclarations annuelles de polluants [19] et du facteur d'émission associé à l'utilisation du calcaire, soit 440 kg CO₂/t calcaire [348 - tableau 5].

Méthode C : Données communiquées par les sites.

C. Utilisation de matière carbonée pour le traitement de fumée

Une dizaine de sites industriels chimiques utilisent de la castine ou une matière carbonée (calcaire par exemple) pour le traitement des fumées engendrant des émissions de CO₂.

L'activité retenue correspond à la consommation de matière carbonée des sites.

Les consommations de matière carbonée sont connues via les déclarations annuelles de polluants [19] au mieux à partir de 2003 (selon les sites). Pour les années antérieures, les consommations de matière carbonée sont, soit déduites du facteur d'émission et des émissions de CO₂ connues liées à la décarbonatation [19], soit la valeur de la production de la dernière année disponible est reportée.

D. Utilisation de dolomie pour la production de magnésium

Ce procédé utilise la dolomie (CaMg(CO₃)₂) comme matière première ce qui engendre des émissions de CO₂ sous l'effet de la chaleur (décarbonatation).

Un seul site de production de magnésium existe en France. Il a fermé en 2002. L'activité retenue correspond à la quantité de dolomie consommée par le site. Ces données sont confidentielles.

De 1990 à 2002, la production de magnésium de première fusion du site est connue [223]. Les lignes directrices du GIEC 2006 [528] fournissent le facteur d'émission de CO₂ lié à la décarbonatation par tonne de magnésium produit. Les émissions de CO₂ induites par l'utilisation de dolomie résultent du produit de ces deux paramètres.

Le facteur d'émission de CO₂ relatif à l'utilisation de dolomie est disponible dans la littérature [529]. La consommation de dolomie est déterminée à partir de ce facteur d'émission et des émissions calculées précédemment.

E. Utilisation de castine dans les chaînes d'agglomération de l'industrie sidérurgique

Il existe actuellement 4 chaînes d'agglomération en France, celle de Florange ayant été arrêtée fin 2011. Toutes utilisent de la castine comme fondant dans le procédé.

Les données de production d'agglomérés et de consommation de castine de ces sites, ainsi que les émissions associées, sont connues à la fois grâce aux déclarations annuelles de polluants [19] et aux bilans de la Fédération Française de l'Acier/A3M [27] depuis 2000. Avant cette date, faute de données, les consommations en castine sont déduites de la production d'agglomérés qui est connue. Les émissions sont calculées à partir du coefficient stœchiométrique de la castine.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de CO₂

A. Désulfuration sur certaines installations industrielles

Chauffage urbain

Trois sites de chauffage urbain mettent en œuvre une technique secondaire de désulfuration respectivement depuis 2006 et 2008 et 2013.

Les émissions nationales proviennent des déclarations annuelles de polluants [19].

Centrales thermiques

Quatre centrales thermiques sont équipées de systèmes de désulfuration afin de réduire les émissions de SO₂ (1 site depuis 1990, 1 site depuis 1995 et 2 sites depuis 1999). La technique appliquée utilise comme neutralisant du calcaire.

Les émissions sont déterminées de la même façon que la méthode décrite précédemment pour la consommation de produit.

B. Utilisation de matière carbonée pour le traitement des fumées

Quatorze sites industriels chimiques utilisent de la castine ou une matière carbonée (calcaire par exemple) pour le traitement des fumées engendrant des émissions de CO₂.

Les émissions nationales sont déterminées à partir des éléments suivants :

Si les données d'émission sont disponibles pour un site de production via les déclarations annuelles [19], alors ses données d'émission sont utilisées.

Dans le cas contraire, la dernière année d'émission disponible d'un site est reportée jusqu'à la date de mise en service du site.

C. Utilisation de dolomie pour la production de magnésium

Un seul site de production de magnésium existe en France. Il a fermé en 2002.

Ce site utilise la dolomie (CaMg(CO₃)₂) comme matière première qui va engendrer des émissions de CO₂ sous l'effet de la chaleur (décarbonatation).

De 1990 à 2002, la production de magnésium de première fusion du site est connue [223]. Les lignes directrices du GIEC 2006 [528] fournissent le facteur d'émission de CO₂ lié à la décarbonatation par tonne de magnésium produit permettant de calculer les émissions de CO₂ induites par l'utilisation de dolomie.

Le facteur d'émission de CO₂ relatif à l'utilisation de dolomie est disponible dans la littérature [529].

D. Utilisation de castine dans les chaînes d'agglomération de l'industrie sidérurgique

Les émissions de CO₂ proviennent du processus de décarbonatation survenant lors de l'utilisation de castine comme fondant.

Quatre chaînes d'agglomération sont recensées sur le territoire français et toutes utilisent de la castine comme fondant dans le procédé.

Les émissions nationales sont déterminées à partir des éléments suivants :

A partir de 2009, le bilan de la FFA/A3M ne mentionne plus la castine utilisée et les consommations ne sont plus connues. Les émissions sont estimées à partir de la production d'aggloméré et du facteur d'émission moyen de la période 2000 - 2008.

De 2000 à 2008, les données d'émission sont disponibles directement à la fois grâce aux déclarations annuelles de polluants [19] et aux bilans de la FFA/A3M [27].

Avant 2000, les consommations en castine sont déduites de la production d'agglomérés qui est connue, et les émissions sont calculées à partir du coefficient stœchiométrique de la castine (440 kg CO₂ / tonne de castine utilisée).

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

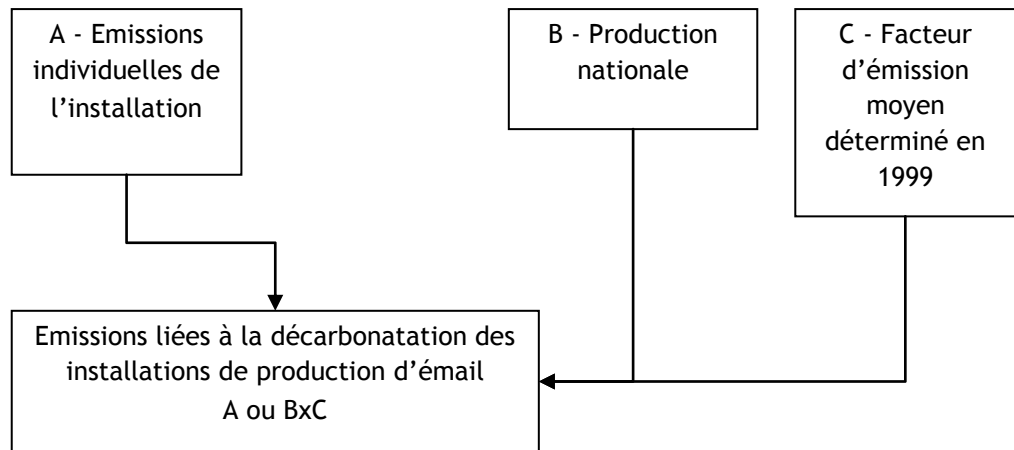
Il n'y a pas d'émission attendue.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

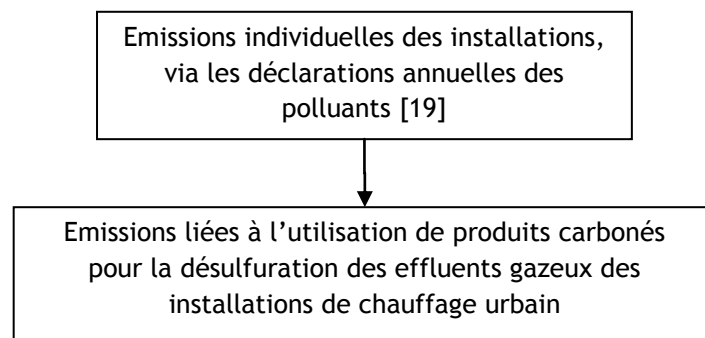
Logigramme du processus d'estimation des émissions - Production d'email

A partir de 1999

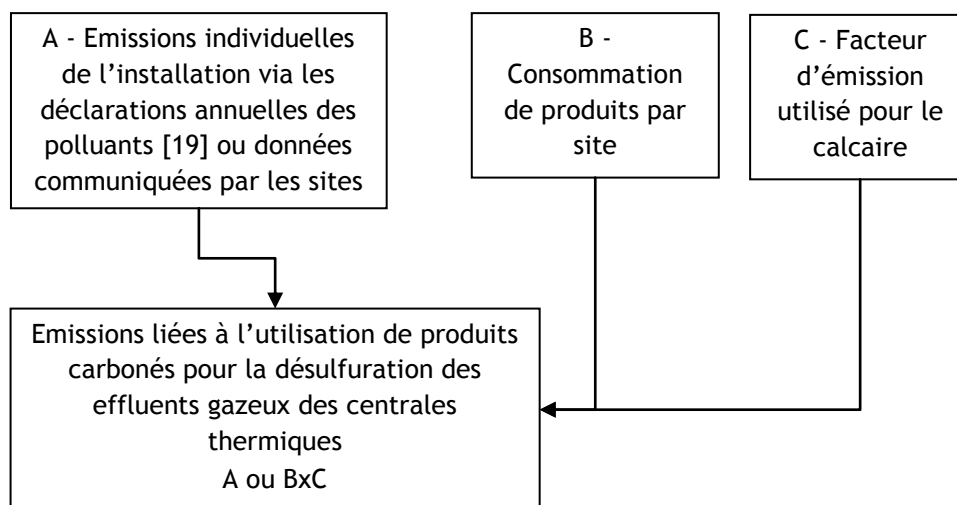
Avant 1999



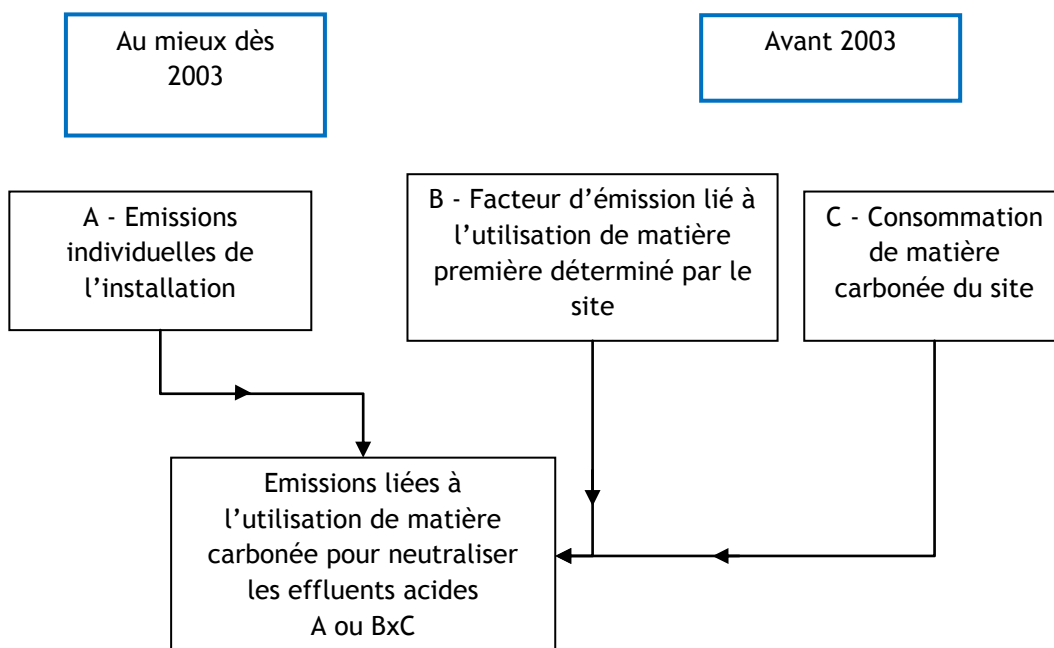
Logigramme du processus d'estimation des émissions - Chauffage urbain (désulfuration)



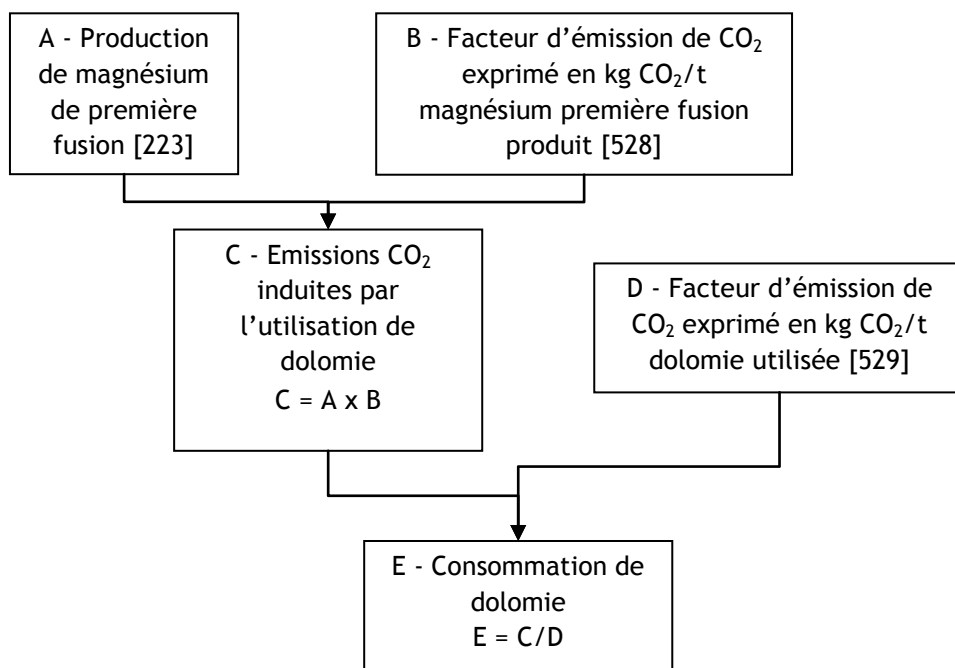
Logigramme du processus d'estimation des émissions - centrales thermiques (désulfuration)



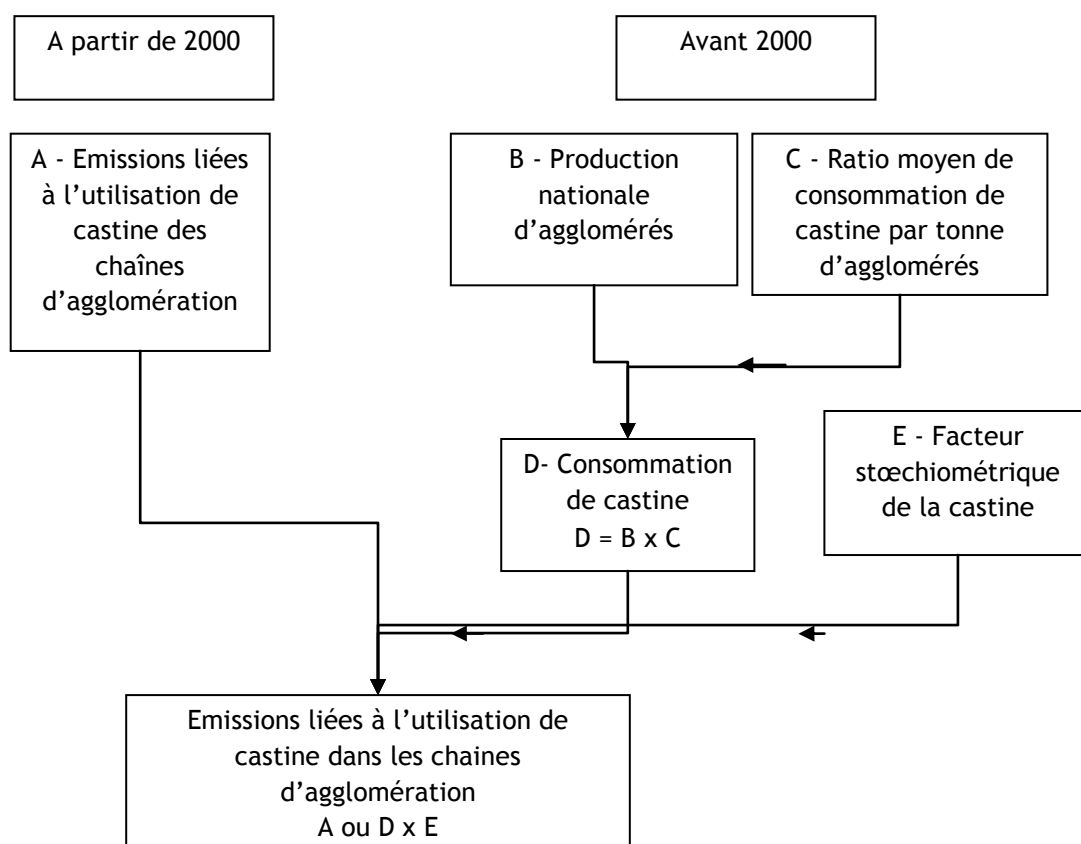
Logigramme du processus d'estimation des émissions - usines chimiques



Logigramme du processus d'estimation des émissions et de la consommation de dolomie - production de magnésium



Logigramme du processus d'estimation des émissions - castine en sidérurgie



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 30/01/2017 | LS | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE CERAMIQUES FINES

Cette section concerne uniquement les émissions liées au processus de décarbonatation dans les installations de production de céramiques fines. La partie relative à la combustion des installations de production de céramiques fines est traitée dans la section relative à la combustion dans l'industrie manufacturière.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.A.4-a |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.29 |
| CE / directive IED | 3.5 (installations de capacité de production supérieure à 75 tonnes par jour et/ou de capacité de four de plus de 4 m ³) |
| CE / E-PRTR | 3g |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.2-4 ; 23.7-9 |
| NAF 700 | 262A, 262C, 262E, 262G, 262J, 262L et 263Z (ancienne) 2331Z, 2341 à 2344Z, 2349Z (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production nationale de céramiques fines | Facteur d'émission CO ₂ national de décarbonatation ou données spécifiques des installations |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [251] Confédération des Industries céramiques de France - Chiffres clés de la profession - statistiques annuelles (confidentielles)
- [604] Commission européenne - Règlement UE N°601/2012 du 21 juin 2012 relatif à la surveillance et à la déclaration des émissions de gaz à effet de serre au titre de la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil

Caractéristiques de la catégorie (spécifique NIR) :

Le terme "céramique" regroupe quatre grandes familles :

- la poterie,
- la faïence,
- le grès,
- la porcelaine.

La fabrication de céramiques fines se décompose en quatre étapes principales :

- la fabrication de la terre : les matières premières constituées de terres argileuses sont broyées avec de l'eau. Le grain obtenu est filtré puis pressé dans des filtres à presse. La terre subit ensuite une dernière opération : le désaérage (étape permettant de supprimer les bulles d'air).
- le façonnage ou modelage : étape de mise en forme du produit.
- la cuisson : avant d'être décoré, l'objet subit une première cuisson à 900°C dont le but est de sécher l'objet déjà façonné avant d'être émaillé. La porcelaine dure doit atteindre 1400°C.
- la décoration : les couleurs sont obtenues grâce à des oxydes métalliques après cuisson - le bleu par le cobalt, le vert/turquoise par le cuivre, jaune/rouge par le fer, brun par le manganèse, rose/pourpre par le chlorure d'or.

Méthode générale d'estimation des émissions :

Le CO₂ lié à la décarbonatation de ce secteur d'activité provient de la calcination du calcaire, de la dolomie et des autres carbonates présents dans les matières premières, ainsi que du calcaire et des autres carbonates utilisés pour la réduction des émissions de polluants atmosphériques, et des additifs organiques.

Les émissions sont, soit déclarées directement [19], soit recalculées à partir de la production et d'un facteur d'émission par défaut [604].

La production nationale de céramiques fines provient de la Confédération des Industries céramiques de France [251].

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de CO₂

Le CO₂ lié à la décarbonatation a une provenance chimique et il provient de la transformation du calcaire (CaCO₃) en CO₂ et en chaux (CaO) selon la réaction chimique :



Plusieurs méthodologies sont mises en œuvre en fonction des années :

- A partir de 2013, les émissions déclarées pour certains sites via les déclarations annuelles de polluants [19] sont utilisées. Pour le reste de la production nationale, le facteur d'émission par défaut proposé par la Commission européenne [604] est appliqué. Un facteur d'émission national moyen est ainsi déterminé en sommant les émissions, ramenées ensuite à la production nationale.
- De 1990 à 2012, faute de données, le facteur d'émission appliqué est le facteur moyen national déterminé en 2013, sur la base de l'ensemble des émissions qui proviennent, soit des déclarations annuelles [19], soit calculées à partir du facteur par défaut proposé par la Commission européenne [604] et de la production restante.

Certains des sites déclarant leurs émissions annuelles de polluants [19] sont des sites soumis au système de quotas (SEQE-UE). Ces émissions déclarées sont vérifiées par un vérificateur indépendant, assurant ainsi un niveau qualitatif plus élevé sur les émissions déclarées.

Emissions de CH₄

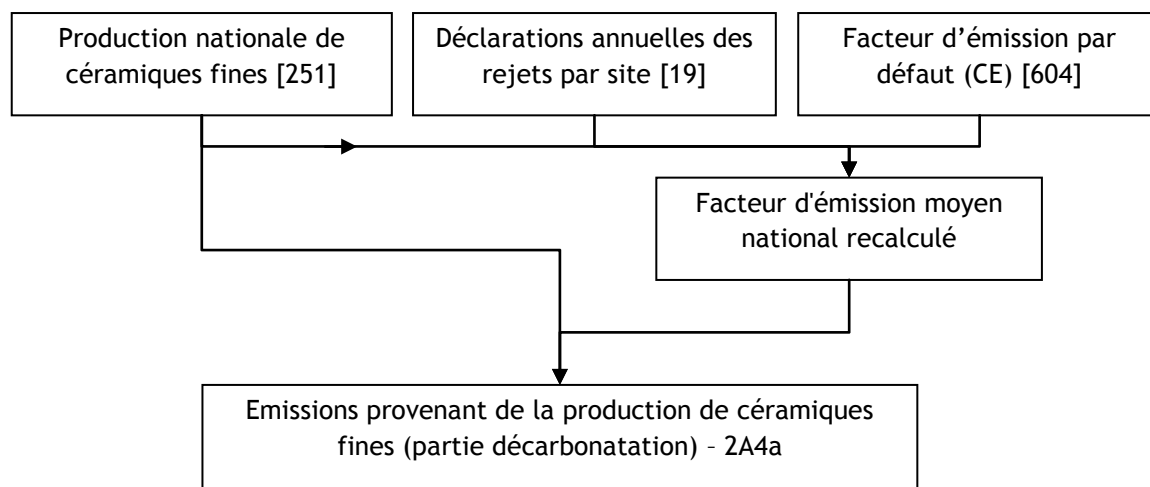
Non concerné.

Emissions de N₂O

Non concerné.

Emissions de Gaz fluorés

Non concerné.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/02/2017 | LS | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE TUILES ET BRIQUES

Cette section concerne uniquement les émissions de CO₂ liées au phénomène de décarbonatation dans les installations de production de tuiles et briques. La partie relative aux émissions provenant de la combustion dans les installations de production de tuiles et briques est traitée dans la section relative à la combustion dans l'industrie manufacturière.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.A.4a |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.28 |
| CE / directive IED | 3.5 (installations de capacité de production supérieure à 75 tonnes par jour et/ou de capacité de four de plus de 4 m ³) |
| CE / E-PRTR | 3g |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 23.2-4 ; 23.7-9 |
| NAF 700 | 264A ; 264B ; 264C (ancienne) ; 2332Z (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Production nationale de tuiles et briques | Facteur d'émission CO ₂ national de décarbonatation ou données spécifiques des installations |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2/3 du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [241] FFTB (Fédération Française des Tuiles et Briques) - statistiques annuelles
- [242] CTTB (Centre Technique des Tuiles et Briques) - Données internes
- [467] Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction (CTMNC) - Données internes relatives à la composition des matériaux, 2011

Caractéristiques de la catégorie :

La fabrication de tuiles et briques se décompose en plusieurs étapes :

- La matière première est extraite des carrières.
- Un mélange constitué de 20% d'argile jaune et 80% d'argile noire est passé au broyeur puis stocké pendant trois semaines afin de lui assurer une parfaite malléabilité.
- De l'eau et des produits complémentaires tels que du calcaire sont ajoutés à l'argile.

- Une mouleuse constitue ensuite des galettes qui sont emmenées vers des moules types.
- Les tuiles formées sont ensuite séchées dans un sécheur tunnel pendant 12 heures à une température de 85°C.
- De couleur rouge grâce à l'oxyde de fer très présent dans l'argile, les tuiles peuvent être colorées avec des pigments d'origine naturelle par exemple.
- Les tuiles sont ensuite cuites pendant 21 heures dans des fours tunnel. La température peut atteindre environ 1100°C.

Méthode générale d'estimation des émissions :

Le CO₂ lié à la décarbonatation de ce secteur d'activité provient de la calcination du calcaire contenu dans les argiles utilisées, ou ajouté aux matières premières (notamment dans le cas d'argile ferrugineuse pour réduire la dilatation à l'humidité [467]). La teneur en calcaire des argiles utilisées dans le procédé de fabrication varie en fonction du lieu d'extraction. Il peut aller de 0% (argile ferrugineuse) à 23% (argile très calcaire).

Les émissions sont, soit déclarées directement [19], soit recalculées à partir de la production et d'un facteur d'émission national [242].

La production nationale de tuiles et briques provient de la Fédération des Tuiles et Briques [241].

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de CO₂

Le CO₂ de la décarbonatation a une provenance chimique et il provient de la transformation du calcaire (CaCO₃) en CO₂ et en chaux (CaO) selon la réaction chimique :



Plusieurs méthodologies sont mises en œuvre en fonction des années :

- De 1990 à 2003, le facteur d'émission utilisé est celui communiqué par la profession [242], appliqué à la production nationale [241].
- A partir de 2004, les émissions sont déterminées en utilisant les déclarations annuelles de polluants [19] et, pour le reste de la production, en utilisant le facteur d'émission de la profession [242].

La plupart des sites déclarant leurs émissions annuelles de polluants [19] sont des sites soumis au SEQUE-UE. Ces émissions déclarées sont vérifiées par un vérificateur indépendant, assurant ainsi un niveau qualitatif plus élevé des estimations réalisées. Par ailleurs, un contrôle de cohérence est effectué entre les émissions déclarées par les sites soumis au SEQUE-UE et le calcul effectué avec le facteur d'émission communiqué par la profession [242].

Emissions de CH₄

Non concerné.

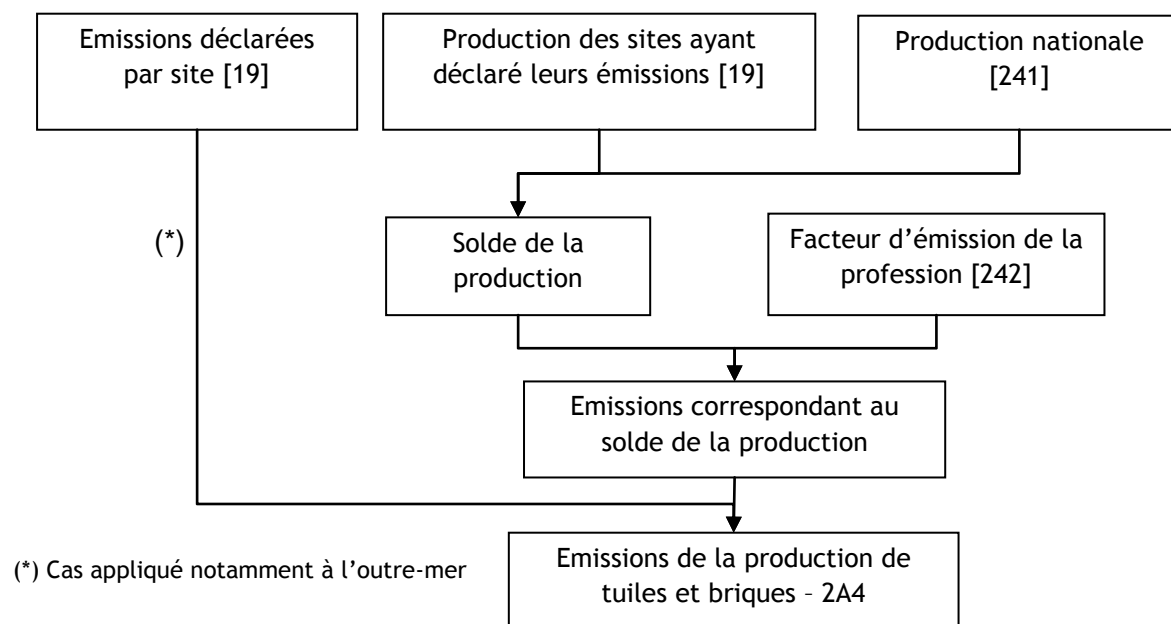
Emissions de N₂O

Non concerné.

Emissions de Gaz fluorés

Non concerné.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

UTILISATION DU CARBONATE DE SODIUM ET DU BICARBONATE DE SODIUM

Cette section traite des émissions liées à l'utilisation du carbonate de sodium et du bicarbonate de sodium.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.A.4 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.06.19 |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.19 |
| CE / directive IED | 4.2.d |
| CE / E-PRTR | 4biv |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 13-15, 20, 24.4 |
| NAF 700 | 241E (ancienne) ; 2013B (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|-------------------------------|
| Production totale nationale, imports et exports | Facteur d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 1

Références utilisées :

[240] Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre - Communication de données internes

[244] GIEC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2 - Edition 1996 page 2.8

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Le carbonate de sodium est principalement utilisé dans l'industrie du verre, dans l'industrie de la détergence (agent de blanchiment), et dans l'industrie chimique. Le bicarbonate de sodium est quand à lui utilisé dans l'industrie de la détergence mais également pour des usages alimentaires ou médicaux.

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

Le carbonate de sodium et le bicarbonate de sodium étant consommés dans de nombreux secteurs dont certains sont comptabilisés spécifiquement dans l'inventaire, seules les quantités utilisées dans des secteurs ne faisant pas l'objet de calculs incluant l'utilisation de ces produits sont considérés ici, ceci afin d'éviter des double comptes dans le calcul des émissions.

Pour cette raison, les quantités de carbonate de sodium utilisées dans l'industrie du verre ainsi que les quantités de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium consommées dans les autres secteurs mettant en œuvre de la décarbonatation (sidérurgie, autres métaux non ferreux, etc.) ne sont pas

prises en compte ici mais dans les secteurs émetteurs. Connaissant les quantités de carbonate de sodium utilisées dans l'industrie du verre [240] ainsi que dans ces autres secteurs, on en déduit les quantités à prendre en compte pour l'utilisation du carbonate de sodium et bicarbonate de sodium dans les autres usages.

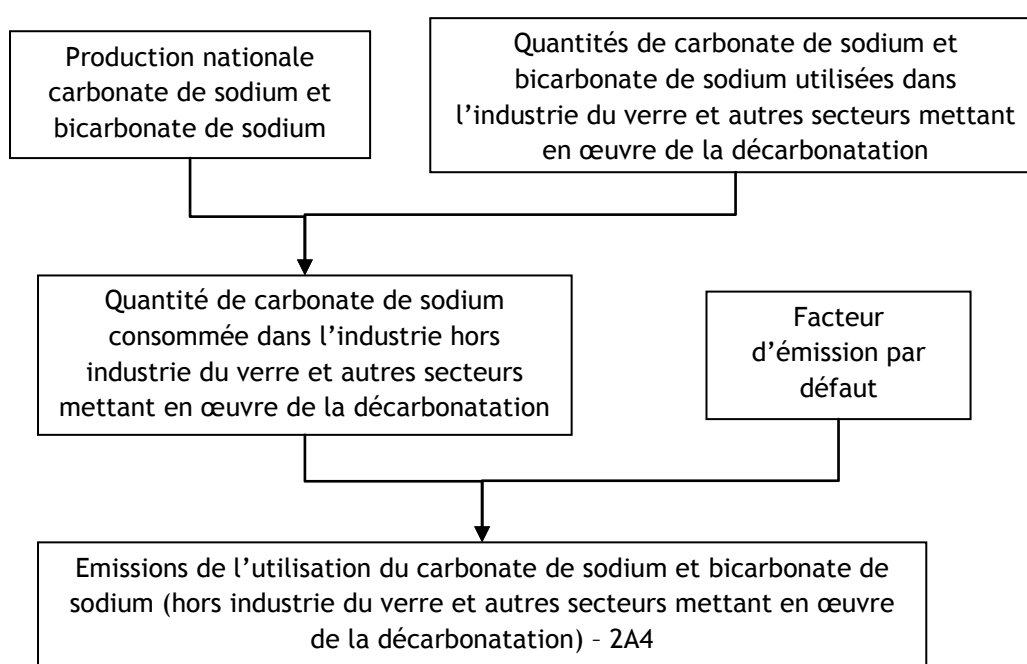
Afin d'assurer la complétude de l'inventaire, la quantité prise en compte pour l'utilisation de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium correspond à la quantité produite de ces deux éléments à laquelle les imports sont ajoutés et les exports ainsi que les consommations connues dans les secteurs cités ci-dessus sont soustraits.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC [244].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

CHANTIERS ET BTP

Cette section concerne les émissions engendrées par les chantiers de BTP à l'exception des engins motorisés couverts par la section relative à la combustion des sources mobiles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | - |
| CEE-NU / NFR | 2.A.5 |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.24 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 41-43 |
| NAF 700 | 45 (ancienne) ; le grand nombre de rubriques concernées ne permet pas leur affichage ici (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Superficie des chantiers de travaux publics et superficie des bâtiments en chantier | Facteurs d'émission par défaut avec des caractéristiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [66] EPA - AP42. Janvier 1995
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document Environnement n° 136 - juin 2001
- [81] EPA - Reconciling urban fugitive dust emissions inventory and ambient source contribution estimates : summary of current knowledge and needed research - Desert Research Institute - May 2000
- [103] AEAT - source apportionment of airborne particulate matter in the UK (70 to 96, PM₁₀ - PM_{2,5} - PM_{0,1}), third report of the quality of urban air review group - January 1999
- [197] MAP/SCEES - Publications Agreste. "L'utilisation du territoire".
- [282] Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP), communication personnelle, octobre 2006
- [559] MEDDE/CGDD/SOeS - Logement et construction Sit@del2 (publication annuelle)

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

L'activité des chantiers de BTP correspond à la construction d'immeubles, de maisons, de routes, etc. Les émissions des engins motorisés sont exclues de cette section et sont couverts par la section relative à la combustion des sources mobiles

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

En France, les superficies en chantier sont rapportées annuellement par l'enquête de l'AGRESTE [197] jusqu'en 2008. Les surfaces fournies concernent les routes et gros œuvres ainsi que les autres petits chantiers. Après cette date, la surface des bâtiments est délivrée par le SOeS via la base de données sit@del2 [559]. Un traitement approprié est effectué pour raccorder les deux séries en se basant sur les quelques années communes.

Selon la FNTP [282], deux catégories sont distinguées pour cette activité : d'une part, la construction de bâtiments et, d'autre part, les chantiers de travaux publics. Au niveau national, la répartition de l'activité entre ces deux catégories est effectuée dans les proportions respectives 2/3 - 1/3.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

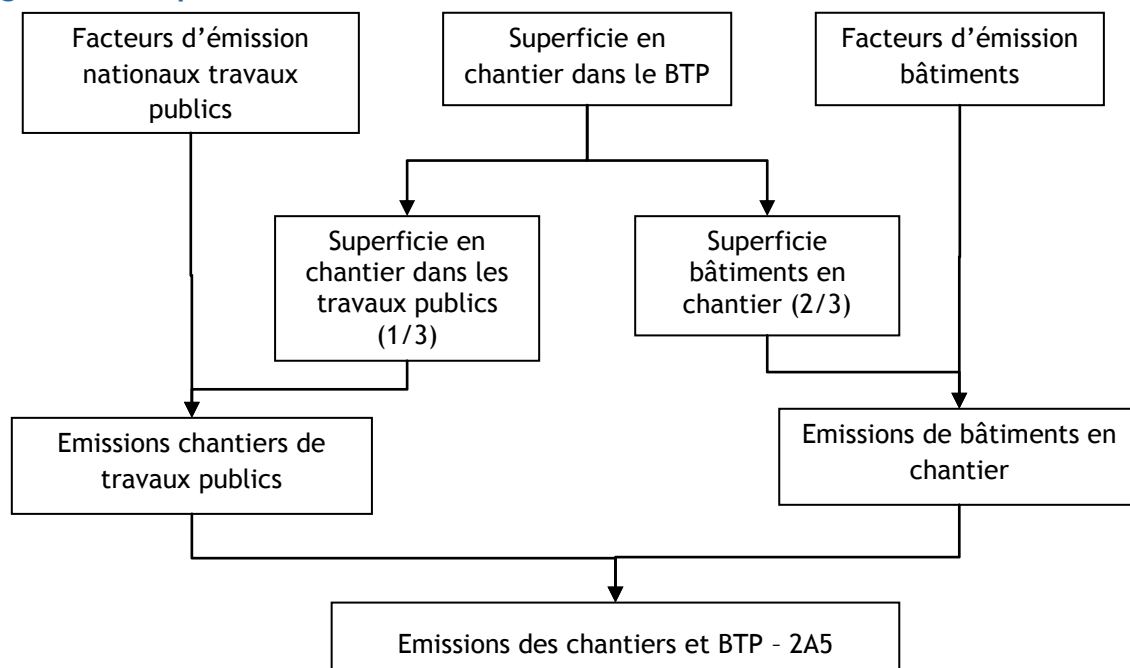
Les émissions de TSP pour l'activité « bâtiments » sont estimées à partir d'un facteur d'émission moyen de l'EPA [66] correspondant à un climat semi-aride, auquel est appliqué un abattement pour tenir compte du climat tempéré de la France. Cet abattement est déterminé sur des données d'AEAT [103] et sur les précipitations annuelles moyennes en France et au Royaume-Uni.

En ce qui concerne les travaux publics, les émissions de TSP sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission moyen provenant du CEPMEIP [49].

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ sont estimées à partir de facteurs d'émission moyens basés sur les données de diverses études [66, 68, 81]. La même granulométrie est retenue pour le bâtiment et les travaux publics.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/02/2016 | DB | 25/02/2016 | JV |

EXPLOITATION DES CARRIERES

Cette section concerne les émissions engendrées par l'exploitation des carrières à l'exception des engins motorisés couverts par la section 1A2 relative aux sources mobiles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.H.2 |
| CEE-NU / NFR | 2.A.5.a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040623 |
| CITEPA / SNAPc | 040623 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | 3b |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 08 |
| NAF 700 | 14 (ancienne) ; 0811Z, 0812Z, 0891Z, 0893Z, 08999Z, 0990Z, 1084Z, 3821Z (nouvelle) |
| NCE | E19 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|-------------------------------|
| Production nationale par type de roches de carrières | Facteurs d'émission nationaux |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

[352] UNICEM - Rapport annuel statistique à partir de 1999

[353] UNICEM - Communication de données internes, 2001

[523] US EPA - AP42 Ch.11 - Mineral product industry & Ch. 13 - Miscellaneous sources, 1995.

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Les industries extractives telles que les carrières sont génératrices de poussières. Toute opération de fragmentation et de réduction granulométrique entraîne une production d'éléments fins. Toutefois, de nombreuses solutions de dépoussiérage sont proposées pour réduire les émissions de poussières et plus particulièrement pour limiter les effets sur la santé du personnel.

Ces émissions sont émises en particulier durant les trois phases suivantes :

- Fragmentation : forage, abattage, concassage, broyage,
- Séparation : criblage, stockage,
- Transport : roulage, manutention, expédition.

Les systèmes de dépoussiérage dépendent du poste (aspiration, filtration, pulvérisation mouillante, etc.).

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

Les données de production des produits de carrières sont fournies dans les rapports annuels de l'UNICEM [352]. D'après l'UNICEM [353], l'ensemble de la production des matériaux de construction et produits de carrières est émetteur de poussières.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

a/ Poussières totales en suspension

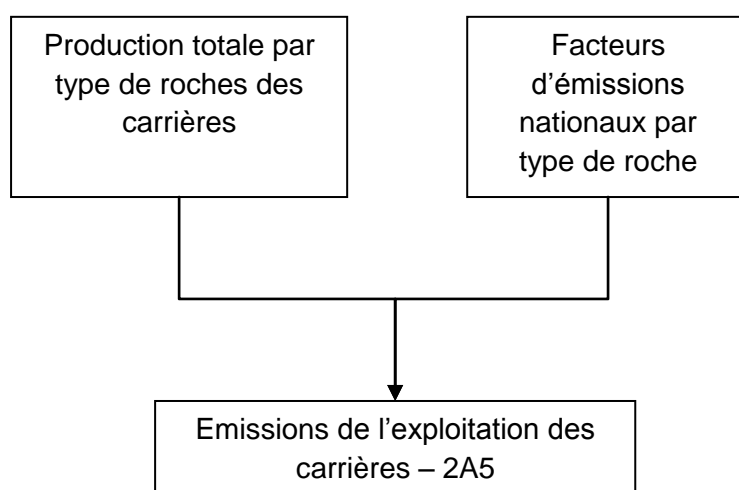
Les émissions de TSP sont estimées pour les carrières de roches massives, pour les carrières de roches meubles et pour les produits issus du recyclage. Les facteurs d'émission utilisés ont été estimés par la mise en œuvre de la méthodologie décrite dans l'AP42 aux chapitres 11 et 13 [523] appliquée à la France entière. Les facteurs d'émission tiennent compte de l'évolution des systèmes de dépoussiérage mis en place en supposant qu'aucun n'existait en 1990.

Ces facteurs d'émission correspondent à des valeurs moyennes et ne sont pas représentatifs des conditions locales. Dans le cadre du développement d'un inventaire à l'échelle locale, il est donc recommandé de mettre en œuvre la méthodologie proposée dans l'AP-42 [523].

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen de facteurs d'émission développés à l'aide de la méthodologie décrite dans l'AP42 aux chapitres 11 et 13 [523].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



INDUSTRIES CHIMIQUES (PROCEDES)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

AMMONIAC

Cette section porte sur les émissions liées à la production d'ammoniac.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.B.1 |
| CEE-NU / NFR | 2.B.1 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.04.03 |
| CITEPA / SNAPc | 04.04.03 |
| CE / directive IED | 4.2.a |
| CE / E-PRTR | 4bi |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 24.1A (ancienne) ; 2011Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|--|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site ou de facteurs d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 3 depuis 2004. De 1990 à 2003, rang 2 du fait de l'utilisation des activités par site et du report du FE spécifique par site de 2004.

NO_x et COVNM : Rang 2.

NH₃ : Rang 3 depuis 2003. De 1990 à 2002, rang 2 du fait de la prise en compte de la production nationale et du report du FE moyen calculé pour 2003.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [272] INSEE - Annuaire rétrospectif de la France - 1948 - 1988
- [740] EMEP / EEA Emission inventory guidebook 2013 - Section 2.B Chemical industries

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La synthèse de l'ammoniac est réalisée par reformage à la vapeur à partir du gaz naturel (utilisé en tant que matière première).

Le carbone libéré conduit à la production de CO₂, dont une partie est valorisée pour la synthèse d'urée ou la production de dioxyde de carbone liquéfié et l'autre partie est rejetée directement à

l'atmosphère. L'hydrogène est mis en réaction avec l'azote pour produire l'ammoniac, ce qui conduit à des rejets de NO_x , COVM et de NH_3 .

Il y avait, en France, 7 sites de production en activité en 1990. Depuis 2009, il reste 4 sites en activité suite à la fermeture de 2 sites courant 2001 et un autre courant 2009.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

La production d'ammoniac globale provient de statistiques nationales pour les périodes 1960-1978 [272] et 1986-2006 [53], [118]. En l'absence d'information, une interpolation linéaire est mise en œuvre pour la période 1979-1985. Des productions par site ont été obtenues par communications des exploitants pour les années 1990, 1995, 1999 et suivantes [50]. Depuis 2007 la production d'ammoniac est obtenue exclusivement à partir des déclarations annuelles de rejets [19].

Les consommations de gaz naturel des vapoformeurs sont calculées à partir des émissions de CO_2 provenant du procédé et de facteurs d'émission nationaux (cf. section générale énergie).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO_2

Deux spécificités sont à considérer quant au calcul des émissions de CO_2 :

- D'une part, le gaz naturel est utilisé en tant que matière première mais également en tant que combustible. Ces deux consommations sont à l'origine d'émissions de CO_2 . Seules les émissions du CO_2 issues des consommations non énergétiques de gaz naturel sont comptabilisées dans cette partie. Pour information, les exploitants déclarent soit séparément les émissions procédé et combustion, soit l'ensemble des émissions sans distinction [19]. Dans ce dernier cas, les émissions du procédé sont déterminées à partir des consommations non énergétiques fournies par les exploitants [50].
- D'autre part, pour certains sites, une partie du CO_2 émis est réutilisée pour la synthèse de l'urée ou la production de CO_2 liquéfié. Le CO_2 mis en œuvre pour fabriquer le produit (urée ou CO_2 liquéfié) est par la suite réémis après un stockage intermédiaire temporaire (exemple : hydrolyse de l'urée par les microorganismes du sol suite à son épandage en tant que fertilisant).

Conformément aux lignes directrices du GIEC 2006 :

- Les quantités de CO_2 réutilisées pour la production de CO_2 liquéfié sont comptabilisées dans le secteur de la production d'ammoniac alors que,
- Le CO_2 utilisé pour la production d'urée est comptabilisé dans les secteurs consommateurs d'urée (e.g. agriculture, etc.).

Depuis 2004, les émissions de CO_2 proviennent des déclarations annuelles de rejets [19] complétées par des échanges avec les exploitants [50]. Pour les années 1990 à 2003, les émissions de CO_2 sont recalculées par site, à partir du facteur émission spécifique à chaque installation de 2004 et de la production annuelle. La cohérence temporelle depuis 1990 est vérifiée par le fait que le facteur d'émission global est du même ordre de grandeur sur toute la série et par le fait que le périmètre des producteurs considérés est identique sur toute la série. Les quantités de CO_2 réutilisées pour la production de CO_2 liquéfié et d'urée sont également directement fournies par les exploitants [19, 50]. Avant 1990, les émissions sont déterminées à partir de la production nationale et du facteur d'émission national de 1990.

Il est à noter qu'un site de production, fermé en 2009, ne produisait pas l'hydrogène nécessaire au procédé mais l'achetait à un site voisin : ce site n'émettait donc pas de CO_2 au niveau de son procédé de production d'ammoniac.

En 2013, la production d'ammoniac est entrée dans le champ d'application du système d'échange de quotas de gaz à effet de serre (émissions de CO_2 de procédé).

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont déterminées à partir d'un facteur d'émission par défaut issu du Guidebook EMEP [740] pour la production d'ammoniac par vaporeformage.

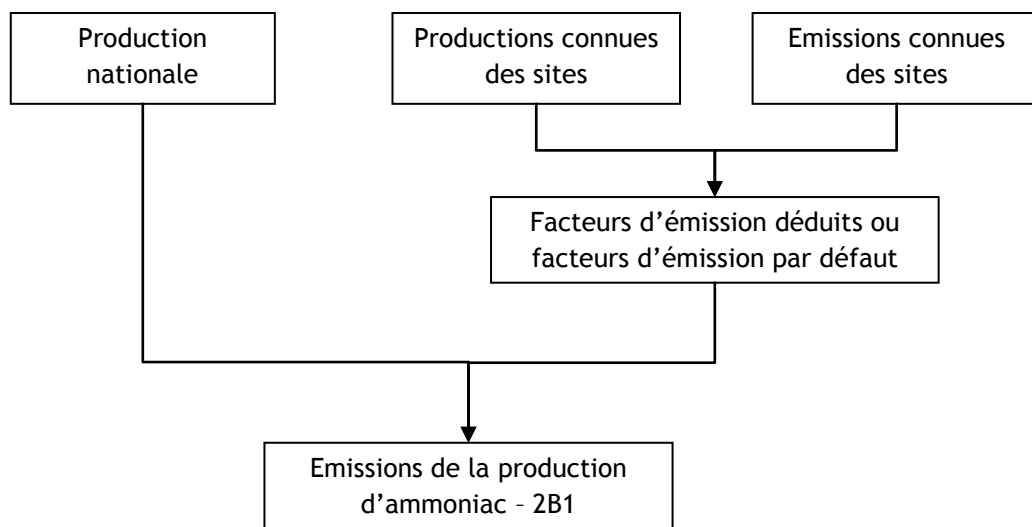
Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont déterminées à partir d'un facteur d'émission par défaut issu du Guidebook EMEP [740] pour la production d'ammoniac par vaporeformage.

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont estimées au moyen de facteur d'émission déterminé chaque année à partir des émissions déclarées par une partie des sites producteurs depuis 2003[19]. Pour les années antérieures à 2003, le facteur d'émission global déterminé à partir des émissions déclarées en 2003 est appliqué à la production nationale.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

ACIDE NITRIQUE

Cette section porte sur les émissions liées à la production d'acide nitrique.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2.B.2 |
| CEE-NU / NFR | 2.B.2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.04.02 |
| CITEPA / SNAPc | 04.04.02 |
| CE / directive IED | 4.2.b |
| CE / E-PRTR | 4bi |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241G (ancienne) ; 1910Zp et 2014Zp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation, selon les polluants, de facteurs par défaut ou de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

Niveau de méthode :

N₂O : Rang 3

NO_x : Rang 3

NH₃ : Rang 1

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [143] UNIFA - Union des industries de la fertilisation - communication personnelle de données
- [144] CITEPA - Etude documentaire n° 53 décembre 1977 page 310
- [145] OFEFP édition 1995 page 115
- [146] AFNOR - référentiel de bonnes pratiques BP X 30-331
- [272] INSEE - Annuaire rétrospectif de la France - 1948 - 1988
- [733] Rhodia - Communication de données confidentielles. Octobre 2002

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

L'acide nitrique (HNO₃) est produit par oxydation catalytique (toile de platine) de l'ammoniac (NH₃) en présence d'air. Deux types de procédés industriels sont utilisés : simple pression et double pression.

On distingue chimiquement trois étapes :

- Oxydation de l'ammoniac en oxyde nitreux (NO) : $4 \text{ NH}_3 + 5 \text{ O}_2 \rightarrow 4 \text{ NO} + 6 \text{ H}_2\text{O}$

- Oxydation de celui-ci en oxyde nitrique (NO_2) : $2 \text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{NO}_2$
- Absorption de celui-ci dans l'eau (HNO_3) : $4 \text{NO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} + \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{HNO}_3$

La réaction complète est donc : $\text{NH}_3 + 2 \text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

De plus les réactions parasites occasionnent la formation de protoxyde d'azote (N_2O) :

- Sur toute la durée du cycle : $4 \text{NH}_3 + 4 \text{O}_2 \rightarrow 2 \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$
- En début/fin de cycle : $2 \text{NH}_3 + 8 \text{NO} \rightarrow 5 \text{N}_2\text{O} + 3 \text{H}_2\text{O}$; $4 \text{NH}_3 + 4 \text{NO} + 3 \text{O}_2 \rightarrow 4 \text{N}_2\text{O} + 6 \text{H}_2\text{O}$

En conséquence, la production d'acide nitrique est une source de N_2O , de NO_x et de NH_3 .

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

De 1990 à 2001, la production d'acide nitrique est obtenue à l'aide de statistiques nationales [143] et par communication d'un groupe [733] puis des données déclarées par les exploitants [19] depuis 2002. Les productions avant 1990 proviennent d'un annuaire statistique [272].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de N_2O

La fédération sectorielle a communiqué au CITEPA les émissions par site pour 1990 et de 1999 à 2001 et une valeur d'émission pour l'ensemble des sites pour les années 1991 à 1998 [143]. Ces données ont été comparées par le CITEPA aux données disponibles dans les déclarations des rejets des industriels pour validation [19]. A ces valeurs sont ajoutées les émissions des installations d'un groupe [733] non inclus dans les statistiques de la fédération. La totalité des émissions liées à la production nationale est donc prise en compte sur la période 1990-2001, à partir de données collectées en bottom-up ou issues d'une approche bottom-up.

A partir de 2002, les émissions de chaque site du périmètre considéré sont disponibles dans les déclarations des rejets industriels [19]. L'ensemble de ces émissions est déterminé par les exploitants par mesure.

Il est à noter que depuis 2013, la production d'acide nitrique est entrée dans le système d'échange de quotas de gaz à effet de serre. Par ailleurs, en 2002, les industriels ont adopté un référentiel de Bonnes Pratiques approuvé par l'AFNOR [146] pour estimer les émissions de N_2O des ateliers de fabrication d'acide nitrique.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

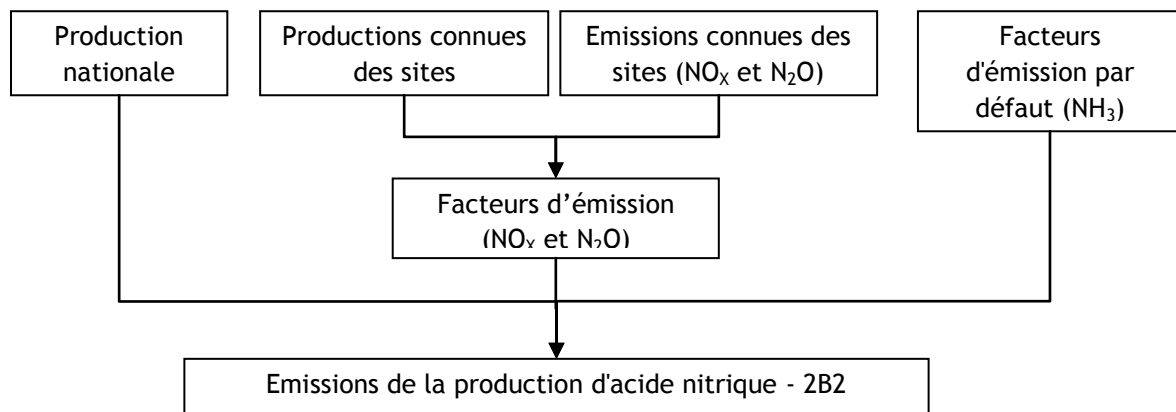
Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission déterminé de la façon suivante :

- Une étude du CITEPA [144] permet de connaître les facteurs d'émission moyens pour les années 1960 et 1970, les années intermédiaires de 1960 à 1989 sont interpolées ;
- Un bilan des émissions par site a été réalisé pour les années 1990, 1994, 1995 et chaque année depuis 2002 chaque année, à partir des déclarations des rejets des industriels [19]. Ce bilan par site permet de déduire un facteur d'émission moyen pour les années correspondantes ;
- Le facteur d'émission des années intermédiaires est interpolé.

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont calculées au moyen d'un facteur d'émission par défaut issu de la littérature [145].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 06/02/2017 | JV |

PRODUCTION D'ACIDE ADIPIQUE

Cette section se rapporte à la fabrication d'acide adipique, qui engendre des émissions de N₂O importantes.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2B3 |
| CEE-NU / NFR | 2B3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040521 |
| CITEPA / SNAPc | 040521 |
| CE / directive IED | 4.2b |
| CE / E-PRTR | 4bii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241G (ancienne) ; 1910Zp et 2014Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production totale nationale confidentielle | Communication personnelle du site de production, méthode spécifique |

Niveau de méthode :

Rang 3.

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[147] Rhodia PI Chalampé - Données confidentielles communiquées par le site

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

L'acide adipique se présente sous la forme d'une poudre blanche employée essentiellement pour la production de nylon. L'acide adipique est produit par oxydation d'un mélange de cyclohexanone / cyclohexanol sous l'action de l'acide nitrique. Cette oxydation engendre des émissions de N₂O principalement et de NO_x dans une moindre mesure. Il n'y a qu'un seul site de production d'acide adipique en France, l'usine Rhodia à Chalampé. Les effluents gazeux émis par les ateliers de Chalampé contiennent entre 40 et 65% de N₂O. Le gaz de procédé est épuré thermiquement.

L'atelier de destruction des N₂O, installé depuis 1998 sur le site, permet la synthèse d'acide nitrique par absorption des NO_x formés. Cet atelier est équipé d'un traitement catalytique des NO_x avant rejet à l'atmosphère. Les émissions liées à la synthèse de l'acide nitrique sont traitées dans la section 2B2_nitric acid.

Il est à noter que le site émet également du CO₂ qui provient de l'oxydation d'une partie des matières premières.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions, facteurs d'émission et la production (confidentielle) étaient auparavant communiquées directement par le site [147]. Les données de production (confidentielle) et d'émission sont désormais récupérées dans les déclarations annuelles de rejets [19].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

La production d'acide adipique est émettrice de CO₂ qui provient de l'oxydation d'une partie des matières premières oxydées. Ces émissions de CO₂ sont déterminées à partir des déclarations annuelles des émissions [19]. Le facteur d'émission établi sur la base des années récentes est reporté jusqu'en 1960 compte tenu des caractéristiques de l'installation qui n'ont pas évolué.

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O proviennent de communications directes avec le site ou sont extraites des déclarations annuelles des émissions [19].

En marche normale, les émissions de N₂O sont mesurées en continu au moyen d'un chromatographe. En marche dégradée, les gaz provenant du procédé sont émis directement à l'atmosphère. Les émissions de N₂O sont alors déterminées par bilan matière. Les émissions calculées correspondent à plus de 98% de l'ensemble des émissions.

Les émissions de N₂O ont été réduites de plus de 99% depuis 1990 grâce au système de traitement installé en 1998. Le N₂O est brûlé avec du méthane dans des conditions particulières pour transformer le N₂O en NO, NO₂ et N₂. Le N₂O et le N₂ sont ensuite adsorbés dans l'eau pour créer de l'acide nitrique. Une forte réduction a été observée entre 2003 et 2004 suite au renouvellement d'un élément du système de traitement qui s'avérait perturber la performance de l'ensemble. La diminution du facteur d'émission depuis 2011 résulte de la réalisation d'un projet visant à réduire les émissions de N₂O par augmentation et fiabilisation de la collecte de N₂O en direction de l'unité de traitement N₂O (Projet Chal'ange, réalisé en plusieurs tranches à partir de 2008). Les fluctuations des émissions de N₂O sont fonction du nombre et de la durée des phases d'arrêt du système de traitement pour maintenance ou incident.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de NO_x

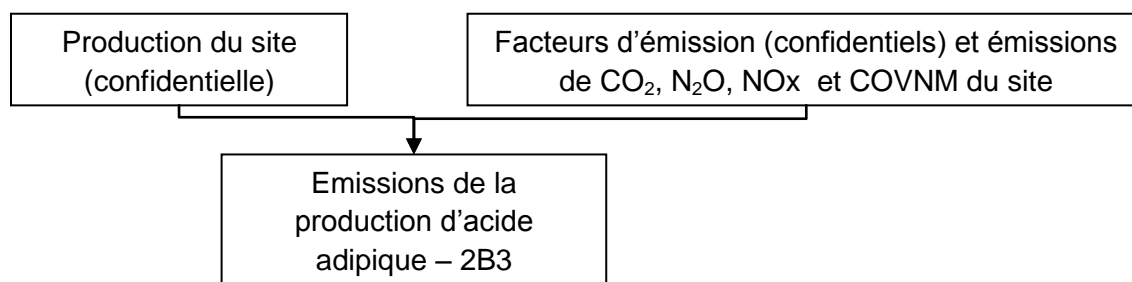
Les émissions de NO_x sont extraites des déclarations des rejets transmises par la DREAL [19].

Une forte baisse du facteur d'émission des NO_x est constatée depuis la mise en place d'un procédé de récupération des vapeurs nitreuses et de leur transformation en acide nitrique.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission déterminé à partir des émissions totales de COVNM dans les déclarations annuelles de rejets [19]. A noter que ces émissions restent en valeur absolue très faibles.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 18/01/2016 | DB | 19/02/2016 | JV |

PRODUCTION D'ACIDE GLYOXYLIQUE

Cette section porte sur la production d'acide glyoxylique et de glyoxal. Les installations connexes de combustion sont traitées dans d'autres sections.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2B4 |
| CEE-NU / NFR | 2B4 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040523 |
| CITEPA / SNAPc | 040523 |
| CE / directive IED | 4.1b |
| CE / E-PRTR | 4a ii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241G (ancienne) ; 2014Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|-------------------------------|
| Productions totales nationales confidentielles | Données d'émissions des sites |

Niveau de méthode :

Rang 2 jusqu'en 2002 et Rang 3 depuis 2003.

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[150] Dossier d'engagement AERES - site de Cuise-Lamotte - CLARIANT

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Jusqu'en 2001, 2 sites produisaient de l'acide glyoxylique en France. Depuis la fermeture en 2001 du site Clariant de Lillebonne, seul le site Weylchem (ex Clariant) de Cuise-Lamotte produit de l'acide glyoxylique, émetteur de N₂O et de NO_x. Ce site fabrique également des produits de spécialités à l'origine d'émissions de N₂O, de NO_x et de COVNM comptabilisées dans la catégorie « autres productions de la chimie organique ».

Le glyoxal est produit par oxydation de l'acétaldéhyde sous l'action de l'acide nitrique. L'acide glyoxylique est produit par oxydation du glyoxal par l'acide nitrique. Le glyoxal et l'acide glyoxylique sont vendus en phase aqueuse, le premier est un produit employé par les industries textile, papetière et pharmaceutique notamment, le second est un intermédiaire de synthèse employé notamment par les industries pharmaceutiques ainsi que l'industrie des arômes et des parfums.

L'oxydation dans ces synthèses est à l'origine de N₂O et de NO_x. Un système de traitement catalytique des émissions de N₂O a été introduit à partir de 1998 sur les unités de glyoxal de Cuise-Lamotte et en 2002 sur les unités d'acide glyoxylique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les productions (confidentielles) et les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19] et de données du site [150] validées dans le cadre d'un engagement de progrès.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont extraites des déclarations annuelles des émissions [19]. Depuis l'installation du traitement catalytique, en dehors des phases transitoires (démarrages, arrêts, incidents) rares et de durées limitées, les émissions de N₂O sont réduites en N₂ et O₂. En marche normale de l'installation, les émissions de N₂O sont déterminées par mesures en continu des débits d'air et des concentrations en sortie de l'unité de traitement. En marche dégradée, les émissions de N₂O sont déterminées à partir de bilans massiques pour le glyoxal et à partir de mesures pour l'acide glyoxylique (les gaz détournés sont analysés en même temps que les gaz normalement traités dans la cheminée).

La marche dégradée de l'installation se résume à environ 6 jours par an.

Les données de production et facteurs d'émission sont confidentiels.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

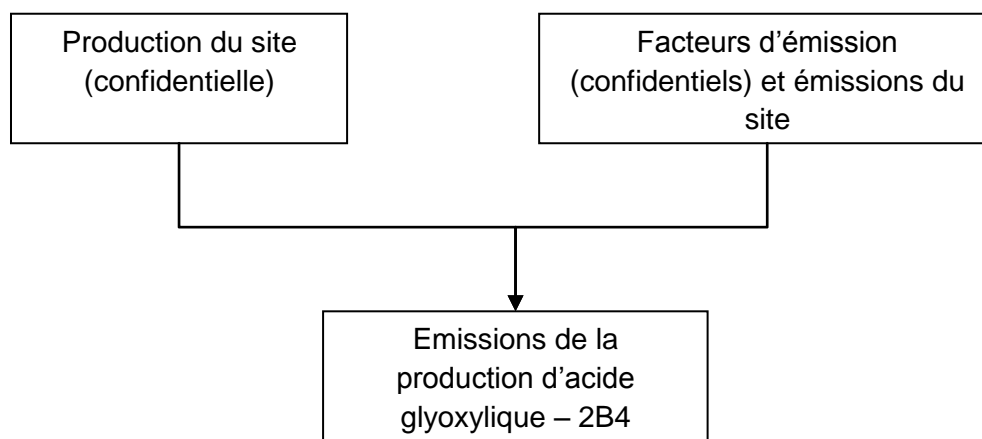
Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

Une forte baisse du facteur d'émission des NO_x est constatée depuis 2005 suite à la mise en place d'une unité de traitement catalytique.

Les données de production et facteurs d'émission sont confidentiels.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 10/02/2016 | SD | 23/02/2016 | JV |

CARBURE DE CALCIUM

Cette section traite des émissions liées à la production et à l'utilisation du carbure de calcium.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.B.5.b |
| CEE-NU / NFR | 2.B.5 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.04.12 |
| CITEPA / SNAPc | 04.04.12 |
| CE / directive IED | 4.2.e |
| CE / E-PRTR | 4bv |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241E (ancienne) ; 2013B (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Production totale nationale et statistiques douanières | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site ou de facteurs d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 1

COVNM et TSP : Rang 3

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

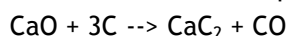
[255] IPCC revised 1996 guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, reference manual, pages 2.21 & 2.22

[497] Direction générale des douanes - importation et exportation du carbure de calcium

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Production

Le carbure de calcium est obtenu dans un four électrique à très haute température (2200°C) par réduction de la chaux par du carbone (sous forme de coke) selon la réaction suivante :



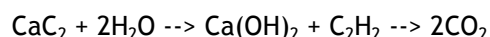
Les gaz produits étant réutilisés comme combustibles, le CO contenu dans les gaz est oxydé en CO₂.

La production de carbure de calcium est responsable d'émissions de CO₂, COVNM et TSP.

Utilisation

Le carbure de calcium est utilisé pour la fabrication d'engrais (cyanamide), mais également en métallurgie ou en tant que précurseur d'acétylène.

La réaction se produisant lors de l'utilisation du carbure de calcium est la suivante :



L'utilisation de carbure de calcium est responsable d'émissions de CO₂.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Production (NIR et IIR)

La production de carbure de calcium était assurée en France par un seul site ayant cessé son activité en 2003.

Les données de production proviennent de statistiques nationales pour les années 2001 et 2002 et sont interpolées pour les années antérieures.

Utilisation (NIR)

Les consommations sont déterminées à partir des données de production et des données d'import/export fournies par les douanes [497].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ liées à la production et à l'utilisation de carbure de calcium sont déterminées au moyen de facteurs d'émission issus des lignes directrices du GIEC [255].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

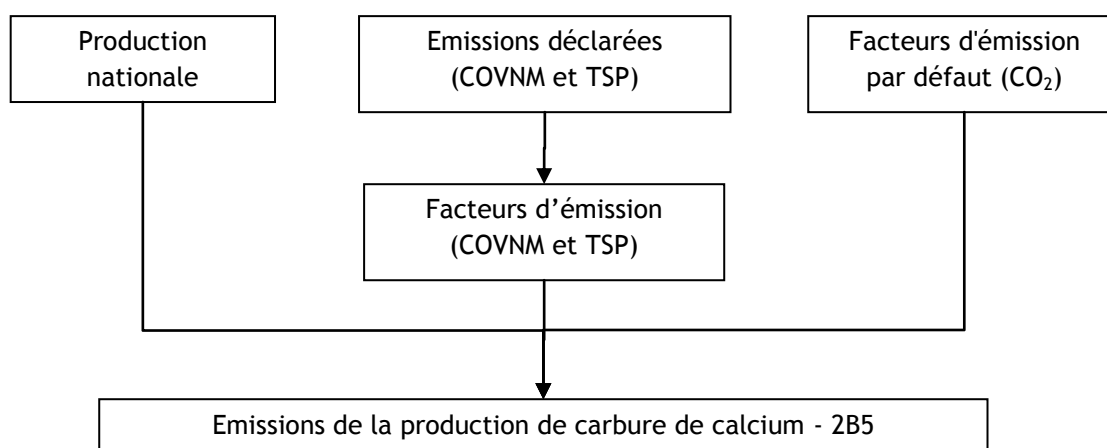
Emissions de COVNM

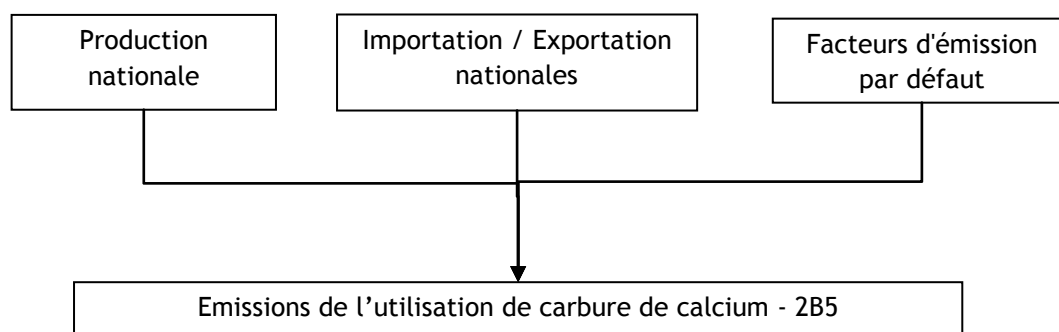
Les émissions de COVNM liées à la production de carbure de calcium sont estimées à l'aide de facteurs d'émission déterminés à partir des émissions déclarées [19] pour les années 1996, 1997, 1998, 2000 et 2001. Pour les autres années, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années où les émissions sont connues.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP liées à la production de carbure de calcium sont estimées à l'aide de facteurs d'émission déterminés à partir des émissions déclarées [19] pour les années 1995, 1996, 1997, 1998, 2000 et 2001. Pour les autres années, le facteur d'émission utilisé correspond à la moyenne des facteurs d'émission calculés pour les années où les émissions sont connues.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.





| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 10/02/2016 | SD | 23/02/2016 | JV |

PRODUCTION DE CARBONATE DE SODIUM ET BICARBONATE DE SODIUM

Cette section traite des émissions liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.B.7 |
| CEE-NU / NFR | 2.B.7 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.06.19 |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.19 |
| CE / directive IED | 4.2.d |
| CE / E-PRTR | 4biv |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 13-15, 20, 24.4 |
| NAF 700 | 241E (ancienne) ; 2013B (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 2 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3

CO, NH₃ et TSP : Rang 2 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[243] Infochimie - numéros spécial usines et numéros divers selon les années

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Il existe deux procédés de fabrication du carbonate de sodium : l'un est naturel et l'autre, dit synthétique, est basé sur la réaction du chlorure de sodium avec l'hydrogénocarbonate d'ammonium. En France, seule la voie de fabrication dite synthétique est utilisée.

Les étapes du procédé de fabrication dit synthétique sont les suivantes :

- Production d'hydrogénocarbonate d'ammonium à partir de chaux : $\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$; $\text{CaO} + 2\text{NH}_4\text{Cl} \rightarrow 2\text{NH}_3 + \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ et $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{NH}_4\text{CO}_3\text{H}$
- Production de bicarbonate de sodium par réaction du chlorure de sodium, avec l'hydrogénocarbonate d'ammonium : $\text{NaCl} + \text{NH}_4\text{CO}_3\text{H} \rightarrow \text{NH}_4\text{Cl} + \text{NaCO}_3\text{H}$
- Torréfaction du bicarbonate de sodium en carbonate de sodium :



- Transformation des sous-produits (chlorure d'ammonium et gaz carbonique) en hydrogénocarbonate d'ammonium.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Il n'existe que deux sites de production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium en France. C'est pourquoi, en raison du secret statistique, les activités et facteurs d'émission liés à cette production sont confidentiels.

Les données de production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium proviennent de publications de la profession [243] pour les années antérieures à 1999 puis des déclarations des industriels à partir de cette date [19]. Pour les années manquantes, les niveaux de production sont interpolés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO₂ sont estimées à l'aide du facteur d'émission calculé pour l'année 2001.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de CO

Les émissions de CO liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO sont estimées à l'aide du facteur d'émission calculé pour l'année 2001.

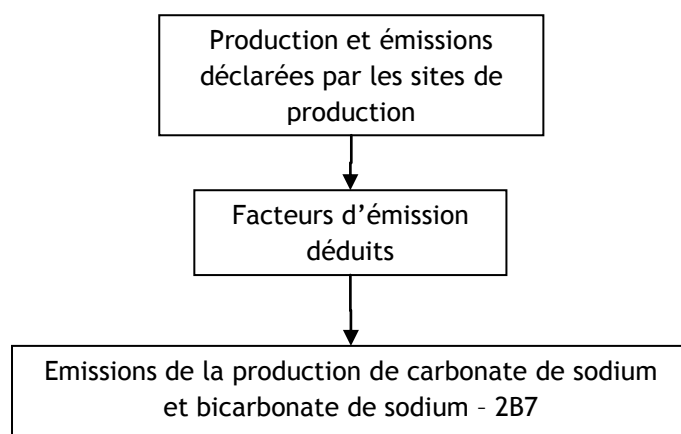
Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de NH₃ sont estimées à l'aide du facteur d'émission calculé pour l'année 2001.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP liées à la production de carbonate de sodium et bicarbonate de sodium sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les émissions de TSP sont estimées à l'aide du facteur d'émission calculé pour l'année 2001.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | DB | 07/02/2017 | JV |

NOIR DE CARBONE

Cette section traite des émissions engendrées par la production de noir de carbone à l'exclusion des émissions relatives aux éventuelles installations de combustion connexes qui sont comptabilisées dans la section de la combustion dans l'industrie.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.B.8.f |
| CEE-NU / NFR | 2.B.10 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.04.09 |
| CITEPA / SNAPc | 04.04.09 |
| CE / directive IED | 4.2.e |
| CE / E-PRTR | 4bv |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne) ; 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241E (ancienne) ; 2013B (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|---|
| Production totale nationale | Utilisation de facteurs d'émission spécifiques à la France à partir de données connues par site |

Niveau de méthode :

CO₂ et CH₄ : Rang 2/3 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3.

SO₂, NO_x, COVMN, CO et TSP : Rang 2/3 (par assimilation) du fait de la prise en compte, pour partie, de données spécifiques aux installations jusqu'en 2000 puis 3.

BC, PM₁₀ et PM_{2,5} : Rang 1

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001

[53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle

[746] IIASA - Interim report: Primary Emissions of Submicron and Carbonaceous particles in Europe and the Potential for their Control - Kaarle Kupiainen, Zbigniew Klimont, 2004

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le Noir de carbone est produit par cracking catalytique par combustion ménagée d'hydrocarbures aromatiques : $C_xH_y + O_2 + N_2 \rightarrow C + CO + H_2 + H_2O + N_2$.

Ce procédé s'effectue en six étapes :

- Pyrolyse de l'huile : L'huile (définie comme matière première primaire) est injectée dans le réacteur dans une zone à haute température de densité d'énergie élevée qui est obtenue en

brûlant du gaz naturel (défini comme matière première secondaire) dans de l'air. Cet air est en excès par rapport à la quantité de gaz naturel mais en défaut pour la matière première primaire. Il en résulte une combustion incomplète de l'huile qui est par conséquent pyrolysée et forme le noir de carbone entre 1 200°C et 1 900°C. Le gaz naturel, quant à lui, est brûlé complètement. Il est à noter cependant que toute l'huile ne se transforme pas en noir de carbone : le rendement de la réaction est d'environ 50 %.

- Trempe : Le mélange réactionnel est ensuite trempé dans de l'eau. Des gaz résiduels sont formés à partir du carbone de l'huile qui ne s'est pas transformé en noir de carbone et de la combustion complète du gaz naturel.
- Filtration : Le noir de carbone solide est séparé des gaz résiduels.
- Broyage : Le noir de carbone obtenu par la réaction est broyé et mis sous forme de granulés.
- Séchage : Le noir de carbone est ensuite séché. Il est à noter que l'énergie nécessaire au séchage de ce produit provient de la combustion d'une partie des gaz résiduels. C'est lors de cette étape qu'est émise une partie du CO₂ formé lors de la combustion du gaz naturel. Après séchage le noir de carbone est prêt à être commercialisé.
- Elimination des gaz résiduels : Les gaz résiduels qui ne servent pas à sécher le noir de carbone sont soit torchés soit valorisés énergétiquement au sein d'une chaudière. C'est lors de cette étape qu'est émis le CO₂ restant. Pour information le CO₂ issu de la valorisation des gaz résiduels sous chaudière est comptabilisé dans le secteur de la combustion industrielle (CRF 1A2).

Les principaux produits du procédé en dehors des émissions de la combustion sont le CO et les COVNM. D'autres polluants sont émis en plus faible quantité : CH₄ et particules.

Depuis 2010, la production de noir de carbone n'est plus assurée en France que par deux sites (fermeture d'un site en septembre 2009). C'est pourquoi, en raison du secret statistique, les activités et facteurs d'émission liés à cette production sont confidentiels.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les données de production de noir de carbone sont estimées à partir de statistiques nationales [53] jusqu'en 2002 puis à partir des déclarations des sites de production [19].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Il est à noter que la production de noir de carbone est entrée, en 2013, dans le champ d'application du système d'échange de quotas de gaz à effet de serre (émissions de CO₂ de procédé).

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Emissions de CO

Les émissions de CO sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de CO sont déterminées à partir des déclarations des sites de production à partir de 2001 [19]. Pour les années antérieures, les mêmes facteurs d'émission sont conservés.

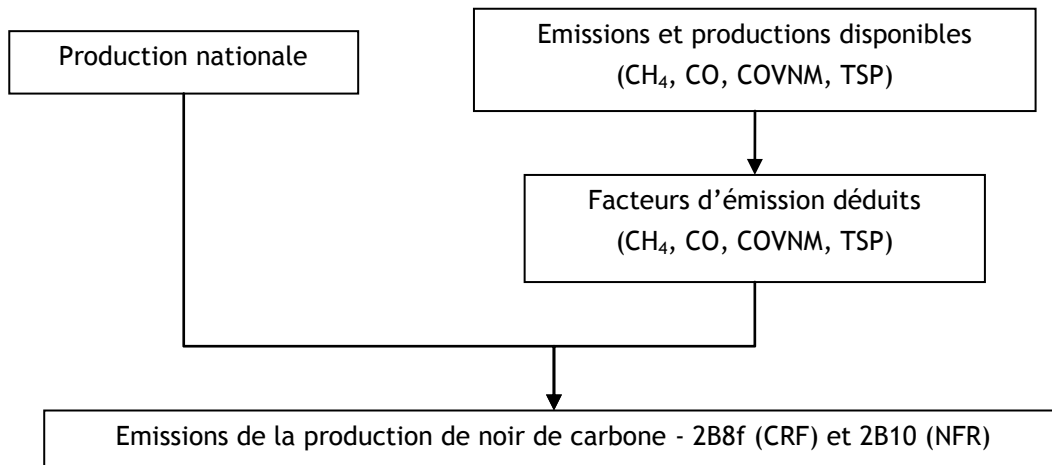
Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen des % de répartition fournis par le CEPMEIP [49].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient de la source [746].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

AUTRES PRODUCTIONS DE LA CHIMIE ORGANIQUE

Cette section se rapporte aux procédés de l'industrie chimique organique.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2B8g (en partie) et 2B10 (en partie) |
| CEE-NU / NFR | 2B10a (en partie) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040504, 040506, 040507, 040508, 040509, 040510, 040511, 040515, 040519, 040527 |
| CITEPA / SNAPc | 040504, 040506, 040507, 040508, 040509, 040510, 040511, 040515, 040519, 040527 |
| CE / directive IED | 4.1 |
| CE / E-PRTR | 4a |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 |
| NAF 700 | 24.1G, 24.1L, 24.1 N (ancienne) ; 1910Zp, 2014Zp, 2016Z et 2017Z (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Productions nationales confidentielles | Extrapolation au niveau national à partir des données connues par site et des travaux de la profession |

Niveau de méthode :

2 (par extrapolation) du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations

Références utilisées :

- [17] EMEP - EEA Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique (< PM₁₀, < PM 2.5) des émissions de poussières - février 1999
- [115] SPMP - Rapport annuel, les matières plastiques en chiffres
- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [331] UIC - données internes à la profession fournies par M. DECROUTTE le 5 novembre 2007
- [379] GIEC - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapitre 2, page 2.20
- [530] BREF Fabrication des polymères, Août 2007 - Chapitre PVC - p. 107 et 108

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

De très nombreux produits sont synthétisés dans les procédés de la chimie organique. Les productions considérées dans cette partie sont :

- a/ la production de chlorure de vinyle (SNAP 040504),
- b/ la production de polyéthylène (basse et haute densité) (SNAP 040506 et 040507),
- c/ la production de polychlorure de vinyle (SNAP 040508),
- d/ la production de polypropylène (SNAP 040509),
- e/ la production de styrène (SNAP 040510),
- f/ la production de polystyrène (SNAP 040511),
- g/ la production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS) (SNAP 040515),
- h/ la production d'anhydride phthalique (SNAP 040519),
- i/ la production d'autres produits n'entrant pas dans les catégories précitées (SNAP 040527).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les niveaux d'activité proviennent, soit des statistiques nationales fournies par l'UIC [118], le SESSI [53] ou par le SPMP [115], soit directement des sites [19, 50] lorsque ceux-ci sont peu nombreux (dans ce cas, les données sont confidentielles).

a/ Production de monochlorure de vinyle (MVC)

Il reste trois sites de production en France. Le niveau d'activité est connu pour les années 1990, 1994 et 1995 à partir d'un recensement auprès des sites. Pour les années 2004 et suivantes, la production provient d'une compilation des données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets [19]. Avant 2004, pour les années où la production n'est pas disponible, l'activité est estimée par interpolation des années connues et/ou à partir de la production de PVC qui est connue [53].

b/ Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118] et pour d'autres, des statistiques du SPMP [115] ainsi que des déclarations annuelles des rejets [19].

c/ Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118] et pour d'autres, des statistiques du SESSI et du SPMP [53, 115] ainsi que des déclarations annuelles des rejets [19].

d/ Production de polypropylène

Les activités proviennent des statistiques fournies par le SESSI et l'UIC [53, 118] ainsi que des déclarations annuelles des rejets [19].

e/ Production de styrène

En 1990, il y avait trois sites de production en France. Depuis 2010, il n'en reste plus qu'un. Les activités proviennent du SESSI [53] jusqu'en 1990 et directement des déclarations annuelles des rejets des industriels [19] pour les années suivantes. Les activités des années pour lesquelles les données ne sont pas disponibles sont estimées par interpolation des années connues.

f/ Production de polystyrène

Parmi les cinq sites recensés en 1990, quatre sont encore en activité. Les activités proviennent pour certaines années des statistiques fournies par l'UIC [118] et pour d'autres, des statistiques du SESSI et du SPMP [53, 115] ainsi que des déclarations annuelles des rejets [19].

g/ Production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS)

Le seul site recensé a fermé en mars 2008. Les productions (données confidentielles) et les émissions proviennent des déclarations annuelles [19].

h/ Production d'anhydride phtalique

Le seul site producteur d'anhydride phtalique en France a cessé son activité en 2014. Les productions (données confidentielles) et les émissions proviennent des déclarations annuelles [19].

i/ Production d'autres produits n'entrant pas dans une catégorie citée

Plus d'une cinquantaine de sites, dont certains sont de petits émetteurs, n'entrent pas dans les activités précitées et sont répertoriés dans cette catégorie. Les activités étant très diverses (i.e. élastomère, etc.), les émissions sont rapportées sur une production fictive.

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission provenant de sources diverses parfois confidentielles, des statistiques fournies par l'UIC [118] et des déclarations annuelles de rejets [19].

A partir de 2004, les déclarations sont de plus en plus exhaustives. Cependant, la complexité réside dans la détermination des diverses productions ce qui induit une incertitude supérieure au résultat par activité comparée à l'incertitude globale attachée au secteur.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :**Emissions de CO₂**

Certaines installations, en particulier celles soumises au système d'échange de quotas d'émissions (SEQE), déclarent des émissions de CO₂ procédés associées à leur activité de production chimique. Ces émissions sont compilées par activité et les facteurs d'émission sont calculés à partir de la production pour les années connues.

a/ Production de monochlorure de vinyle (MVC)

A partir de 2013, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations annuelles des émissions [19]. Pour les années 2004 à 2012, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations de rejets et/ou des émissions recalculées par site à partir des derniers facteurs d'émission disponibles.

Le facteur d'émission estimé pour 2004 est utilisé pour les années antérieures.

b/ Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Des émissions de CO₂ sont considérées depuis la mise en œuvre d'un oxydateur sur un site en 2012. Ces émissions proviennent des déclarations annuelles de rejets [19] et sont associées à l'oxydation des COV sur la ligne de polymérisation. Ces émissions sont propres à ce site et le facteur d'émission, qui dépend surtout du système de traitement, est confidentiel et n'est pas applicable à l'ensemble du secteur.

c/ Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Certains sites de production de PVC déclarent des émissions de CO₂ procédés liées à l'utilisation de peroxydes organiques.

Pour les années 2013 et suivantes, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations annuelles des émissions [19]. Pour les années 2004 à 2012, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations de rejets et/ou des émissions recalculées par site à partir des derniers facteurs d'émission disponibles.

Le facteur d'émission estimé pour 2004 est utilisé pour les années antérieures.

h/ Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émissions sont calculés à partir des émissions de CO₂ disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19] à partir de 2001. Le facteur d'émission de cette année est utilisé pour déterminer les émissions des années antérieures.

Les productions et facteurs d'émission sont confidentiels.

i/ Production d'autres produits

Pour le reste de la chimie organique, certains sites émettent du CO₂, en fonction de leurs procédés et caractéristiques.

Pour les années 2013 et suivantes, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations annuelles des émissions [19].

Pour les années 2004 à 2012, les facteurs d'émission sont calculés à partir des déclarations de rejets et/ou des émissions recalculées par site à partir des derniers facteurs d'émission disponibles.

Avant 2004, c'est la valeur des émissions de cette année qui est reportée.

Emissions de CH₄e/ production de styrène

Un facteur d'émission moyen est déterminé à l'échelle nationale à partir des lignes directrices du GIEC 2006 [379] et des niveaux d'activité définis dans les statistiques du SESSI [53] et les déclarations annuelles de rejets des industriels [19]. Les productions et facteurs d'émission sont confidentiels.

Emissions de N₂Oi/ Production d'autres produits

Les données d'émission de N₂O proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Les années antérieures sont estimées via des données des exploitants et en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir d'une enquête de l'UIC [331].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**i/ Production d'autres produits

Deux usines ont émis du SO₂ par le passé jusqu'en 1997. Les émissions proviennent des déclarations annuelles de rejets [19].

Emissions de COVNM

Toutes les activités considérées dans le secteur de la chimie organique émettent des COVNM. De manière générale, les facteurs d'émission sont fortement réduits depuis 1990 suite à la réduction des émissions fugitives et la mise en place d'oxydateurs.

a/ Production de monochlorure de vinyle (MVC)

Le facteur d'émission provient des données des industriels disponibles pour 1990, 1994 et 1995. A partir de 2004, les émissions des sites sont traitées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Les années 1996 à 2003 sont interpolées.

b/ Production de polyéthylène (basse et haute densité)

Les émissions de COVNM liées aux procédés, aux stockages et aux émissions fugitives sont considérées ici. Les facteurs d'émission de COVNM sont basés sur des données de production fournies par le SPMP et l'UIC [115, 118] et les déclarations annuelles de rejets [19]. A partir de 2004, les émissions des sites sont traitées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Les émissions des années antérieures à 2004 ont été estimées en supposant une décroissance régulière globale du facteur d'émission de 25% entre 1980 et 2004.

c/ Production de polychlorure de vinyle (PVC)

Les facteurs d'émission de COVNM sont basés sur des données fournies par le SPMP [115] pour les années antérieures à 2004. A partir de cette dernière année, les émissions des sites sont traitées spécifiquement à partir des déclarations annuelles de rejets [19].

d/ Production de polypropylène

Les facteurs d'émission proviennent des données disponibles dans les déclarations annuelles des rejets [19] à partir de 2004. Le facteur d'émission de l'année 2004 est appliqué aux années antérieures.

e/ Production de styrène

Le facteur d'émission de COVNM utilisé de 1990 à 1993 provient du guidebook EMEP / EEA [17]. Par la suite, les facteurs d'émission sont basés directement sur les déclarations annuelles des rejets [19]. Compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels.

f/ Production de polystyrène

A partir de 1995, les facteurs d'émission sont directement déduits des déclarations des industriels [19]. Le facteur d'émission de l'année 2004 est appliqué aux années antérieures faute de données plus précises.

g/ Production de résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS)

Les facteurs d'émission sont basés sur les déclarations des industriels [19] à partir de 1994. Le facteur d'émission de 1990 provient du SPMP [115]. Pour les années 1991 à 1993, les valeurs ont été estimées par interpolation. La production a été arrêtée définitivement en 2009 et compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels.

h/ Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émission sont déterminés à partir des données disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19]. Compte tenu du faible nombre de sites producteurs, les facteurs d'émission sont confidentiels.

i/ Production d'autres produits n'entrant pas dans une catégorie citée

Les données d'émission de COVNM proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Les années de la période 1998 - 2003 sont estimées en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir de l'enquête de l'UIC visant à estimer les émissions de COV de la chimie [331]. Cette approche bottom-up se justifie d'autant plus que depuis 2005 sont observés des phénomènes de réduction des activités en volume et la mise en place d'équipements de traitement des effluents (i.e. oxydateurs thermiques).

Emissions de NOx

i/ Production d'autres produits

Un site producteur d'acide para tertio butylbenzoïque (PTTB, jusqu'en 2005) et d'acide 4-méthylsulfonyl-nitrobenzoïque (NMSBA) est émetteur de NOx. Les émissions de NOx sont extraites des déclarations annuelles des rejets [19].

Les productions et facteurs d'émission sont donc confidentiels.

Emissions de COh/ Production d'anhydride phtalique

Les facteurs d'émission sont calculés à partir des émissions de CO disponibles dans les déclarations annuelles de rejets des industriels [19].

Les productions et facteurs d'émission sont confidentiels.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)c/ Polychlorure de vinyle

Pour l'année 1990, les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du guidebook EMEP / EEA [17]. A partir de 2000, un facteur d'émission moyen des procédés d'émulsion et de suspension issu est considéré [530]. Le facteur d'émission est interpolé linéairement entre 1990 et 2000.

d/ Polypropylène

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'UBA [82].

h/ Anhydride phtalique

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'UBA [82].

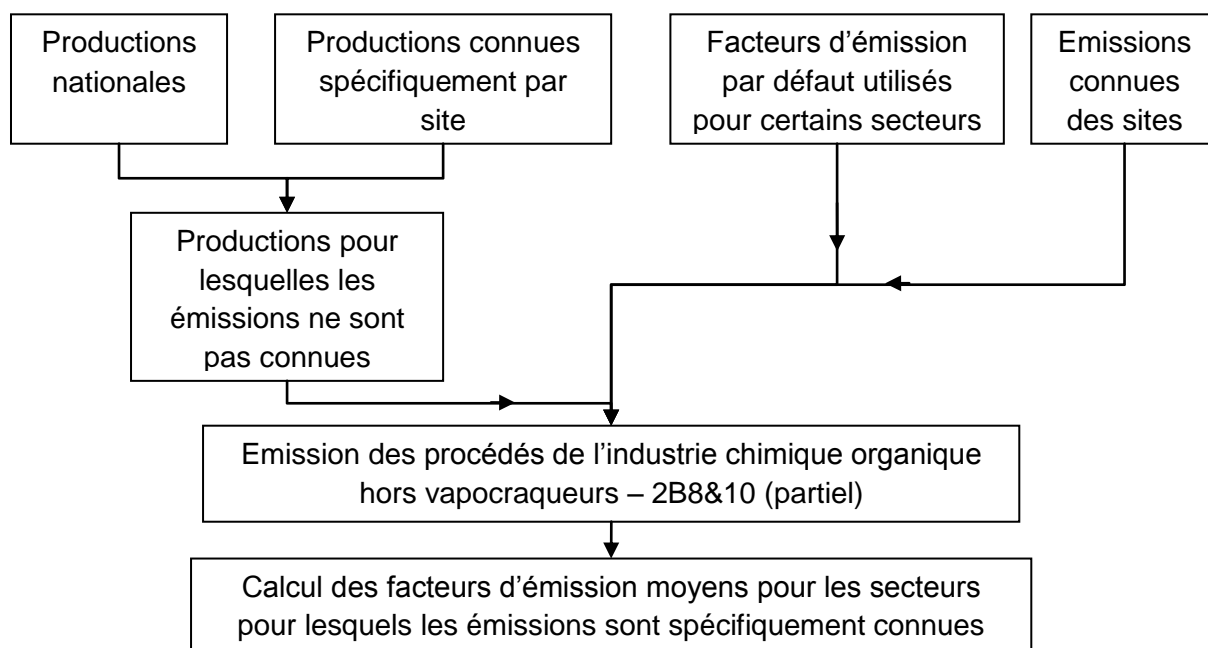
i/ Production d'autres produits

Les données d'émission de TSP proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Les années antérieures sont estimées via des données des exploitants et en tenant compte du coefficient d'évolution déterminé à partir d'une enquête de l'UIC [331].

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$ c/ Polychlorure de vinyle

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen de facteurs d'émission issus du guidebook EMEP / EEA [17].

La granulométrie pour les autres productions de cette catégorie n'est pas disponible.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/02/2016 | RB | 25/02/2016 | JV |

PRODUCTION DE HFC, PFC ET SF₆

Cette section porte sur les émissions relatives :

- A la production de HFC et PFC,
- A la destruction du fluor dans la chimie du nucléaire,
- Aux sous-produits engendrés par la production de HCFC-22 et d'acide fluoré.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.B.9 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.08.01 à 04.08.06 sauf 04.08.04 |
| CITEPA / SNAPc | 04.08.01 à 04.08.06 sauf 04.08.04 |
| CE / directive IED | 4.1a 4.2a |
| CE / E-PRTR | 4ai et 4bi |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | 24 (ancienne), 20 (nouvelle) |
| NAF 700 | 241E, 241G (ancienne) ; 2013B, 1910Zp, 2014Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------|--------------------------|
| Production totale nationale | Spécifique à chaque site |

Niveau de méthode :

Rang 3.

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA

Caractéristiques de la catégorie :

Il existe deux sites de production d'hydrocarbures halogénés en France. Un autre site produit également un acide fluoré qui engendre comme sous produits des HFC et PFC.

Il n'y a pas de production de SF₆ en France. L'essentiel de la production en Europe se concentre en Allemagne et en Italie. Cependant, un site dans l'industrie nucléaire a émis du SF₆ par destruction de fluor jusqu'en 2006. Cette activité est classée, par simplification, comme sous produit de la production d'halocarbures.

Les productions n'étant pas disponibles pour des raisons de confidentialité, les activités sont fictives.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Les HFC et PFC produits sont émis en partie de manière fugitive ou canalisée.

L'autre partie provient de l'émission des réactions de sous-produits générés par l'activité initiale :

- La production d'HCFC-22 est à l'origine d'émissions de HFC-23,
- La fabrication d'acide fluoré engendre des sous-produits (notamment HFC-125 et CF₄).

La transformation du fluor engendre des émissions de SF₆.

Les émissions sont communiquées directement par les sites de production [50] et les déclarations annuelles de rejets [19].

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

TORCHERES DANS L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Cette section concerne les émissions des torchères dans l'industrie chimique.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-----------------------|
| CCNUCC / CRF | 2B10 |
| CEE-NU / NFR | 2B10a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 090204 |
| CITEPA / SNAPc | 090204 |
| CE / directive IED | 4.1 |
| CE / E-PRTR | 4a et 4b |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 |
| NAF 700 | 2014Z, 2013B et 2059Z |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-------------------------|--|
| Quantité de gaz torchés | Facteurs d'émission déterminés à partir des émissions des sites pour CO ₂ , N ₂ O et CH ₄ |
| | Facteurs moyens recalculés pour le secteur |

Niveau de méthode :

Rang 3 depuis 2013 / Rang 2 pour les années précédentes

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[397] GIEC - Guidelines 2006, Chapter 2, Pages 2.15 and 2.16, Table 2.2 stationary combustion in the energy industries

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Dans l'industrie chimique, la torchère est un équipement de combustion des gaz résiduels, également utilisé comme organe de sécurité. Ces gaz peuvent être brûlés pour des raisons diverses, le plus souvent en raison de présence d'impuretés et parfois pour incapacité de traitement ou de stockage. Le torchage de ces gaz entraîne des émissions de GES et de polluants. Actuellement, seules les émissions de CO₂, CH₄ et N₂O sont estimées.

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

Les activités et les émissions des torches (depuis 2012) sont issues des déclarations annuelles des exploitants [19]. La plupart des torchères prises en compte individuellement sont celles présentes sur des installations chimiques soumises au système d'échange de quotas d'émissions (SEQUE) depuis 2013.

La quantité de gaz torchés avant 2012 est recalculée à partir des données de production de chaque site : les émissions et activités sont déterminées pour les années les plus récentes, puis rétropolées jusqu'en 1990 (1960 pour le CO₂) en indexant l'activité des torches avec les productions connues.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

A partir de 2012, les facteurs d'émission de CO₂ sont déterminés à partir des quantités de gaz torchés et des données d'émissions [19].

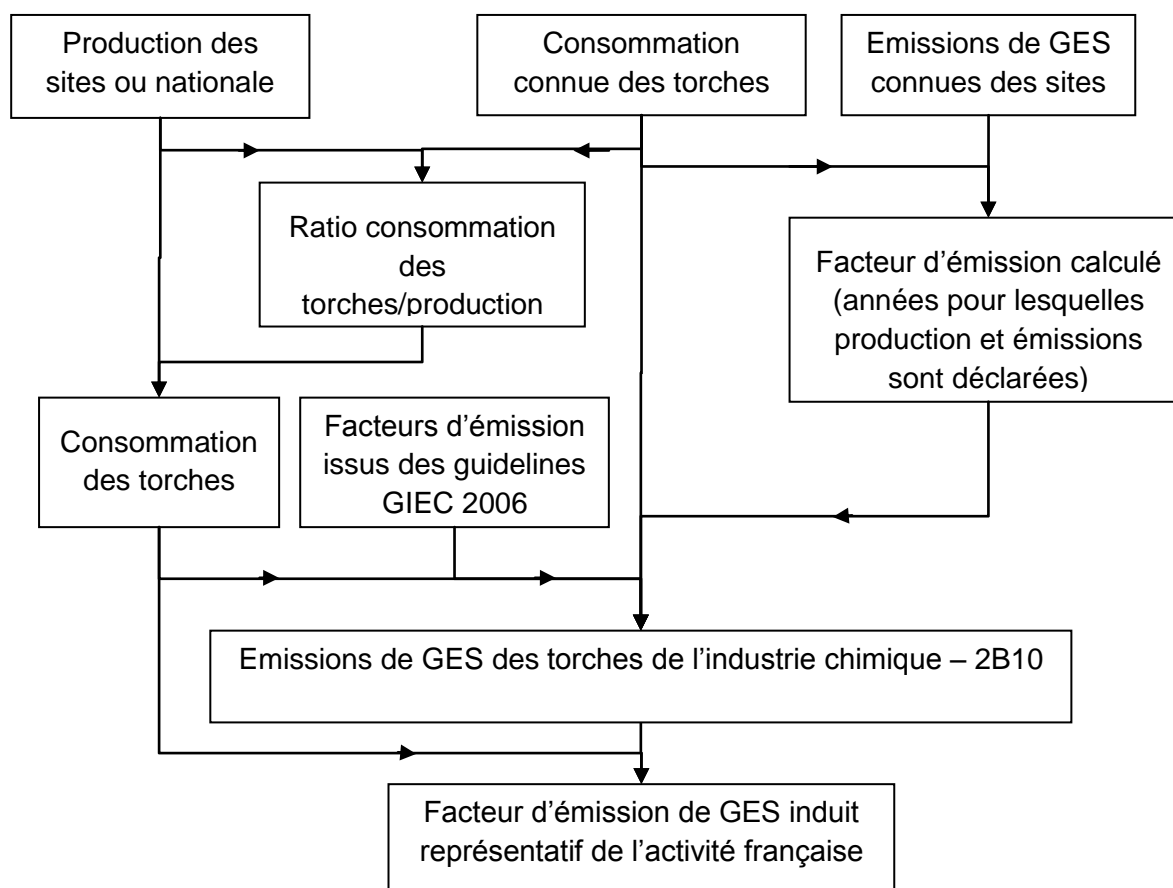
Pour les années antérieures à 2012, les émissions sont déterminées site par site via la moyenne des facteurs d'émission des années 2012 et 2013.

Emissions de CH₄ et N₂O

A partir de 2012, les facteurs d'émission de CH₄ et de N₂O sont déterminés à partir des quantités de gaz torchés et des données d'émissions [19]. Si un site ne présente aucune donnée pour une année, un facteur d'émission est déterminé à partir des années connues [19]. Si aucune valeur n'est disponible pour la période, les valeurs moyennes des facteurs d'émission des sites ayant une activité similaire sont utilisées. A défaut, les facteurs d'émission par défaut des lignes directrices du GIEC 2006 [397] sont appliqués.

Pour les années antérieures à 2012, les émissions sont déterminées site par site via la moyenne des facteurs d'émission des années 2012 et 2013.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

PRODUCTION D'ETHYLENE ET PROPYLENE

Cette section se rapporte d'une part aux émissions de la combustion de sous-produits issus des matières premières introduites dans les fours de vapocraquage ainsi qu'aux émissions de procédés de fabrication de l'éthylène et du propylène.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2B10 |
| CEE-NU / NFR | 2B10a |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040501 et 040502 |
| CITEPA / SNAPc | 040501 et 040502 |
| CE / directive IED | 4.1a |
| CE / E-PRTR | 4ai |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 |
| NAF 700 | 24.1G (ancienne) ; 1910Zp et 2014Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Combustion : Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées) | Combustion : Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement concernant SO ₂ , CO ₂ et parfois NO _x . Valeurs nationales pour les autres substances ou par défaut. |
| Procédés : Production totale nationale | Procédés : Facteurs d'émission déterminés à partir des émissions des sites |

Niveau de méthode :

2 et plus (par extrapolation) du fait de la prise en compte de données spécifiques aux installations.

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [22] Ministère de l'Environnement - Circulaire du 24 décembre 1990
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011
- [705] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 3, chap. 3, page 3.75

[771] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_1_Chapitre 1_Introduction, Box 1.1

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

L'éthylène et le propylène ainsi que d'autres produits organiques sont élaborés par craquage thermique de fractions de pétrole. Le naphta est la principale fraction utilisée mais d'autres peuvent être utilisées comme matières premières (éthane jusqu'aux distillats de pétrole lourds). Il en résulte une production dont la composition est d'environ 36% éthylène, 13% propylène, 8% butylène et 7% aromatiques. Ces produits sont séparés par distillation. On compte 6 vapocraqueurs en France depuis la fermeture d'une unité en 2015.

En plus des produits cités ci-dessus, des déchets gazeux à valeur énergétique intéressante sont réutilisés dans les fours de vapocraquage comme combustibles. Les émissions liées à la combustion de ces gaz sont pris en compte dans cette section conformément aux lignes directrices 2006 du GIEC [771].

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Combustion : Les données disponibles détaillées (types, quantités et caractéristiques des combustibles, types d'équipements, mesures des émissions, bilans, etc.) [19, 39] permettent une estimation fine des émissions de la combustion pour la plupart des substances, notamment celles concourant à l'acidification et au changement climatique. Les combustibles gazeux considérés correspondent aux déchets industriels gazeux, gaz de pétrochimie et autres combustibles gazeux (respectivement NAPFUE 307, 308 et 314).

Les substances liées à la combustion sont estimées.

Procédés : Le niveau de production national des deux composés est issu des communications des exploitants auprès du CITEPA entre 1990 et 2005 [50] et des déclarations annuelles [19] après 2005.

Les procédés de vapocraquage génèrent des émissions de CO₂ (très faibles), de CH₄ et de COVNM.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Combustion : Les émissions de CO₂ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible. Les facteurs spécifiques déclarés par l'exploitant sont utilisés en priorité [19], notamment afin d'assurer la cohérence des données retenues pour l'inventaire avec celles déclarées au titre du SEQUE, basées sur des mesures spécifiques. Lorsque l'exploitant ne déclare pas de facteurs spécifiques, une moyenne du facteur d'émission par combustible et par site ou les valeurs nationales (par combustible) (cf. section générale énergie) sont appliquées.

Procédés : Un site de production déclare des émissions très faibles de CO₂ liées au procédé depuis 2008 [19]. Pour les années antérieures, le FE CO₂ recalculé pour l'année 2008 est appliqué.

Emissions de CH₄

Combustion : Sur l'ensemble de la période, les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Procédés : Les émissions de CH₄ sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission, recalculé à partir du facteur d'émission de COVNM national et du ratio des facteurs d'émission de CH₄ et COVNM issus des lignes directrices du GIEC 2006 [705].

Emissions de N₂O

Combustion : Sur l'ensemble de la période, les émissions de N₂O sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par défaut relatifs à chaque combustible provenant des lignes directrices du GIEC 2006 [623].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ sont induites par la consommation des combustibles. Les émissions des vapocraqueurs sont le plus souvent déterminées par mesure directe et/ou à partir du bilan soufre établi sur la base des consommations de combustibles et de leurs teneurs en soufre recensées chaque année et généralement suivies en continu ou avec une fréquence élevée [19]. Lorsqu'une valeur spécifique manque pour un paramètre donné, la valeur de l'année précédente ou une valeur d'une installation analogue est utilisée.

Emissions de NO_x

Les émissions sont déterminées à partir d'une mesure ou au moyen de facteurs d'émission tirés de la littérature [22] ou de la section générale énergie.

Emissions de COVNM

Combustion : Les émissions de COVNM sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Procédés : Les émissions de COVNM sont déterminées à l'aide d'un facteur d'émission, recalculé à partir des émissions totales de COVNM estimées par les exploitants [19].

Emissions de CO

Les émissions de CO sont déterminées à partir des facteurs d'émission par combustible (cf. section générale énergie).

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP, PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0})

Les émissions de poussières totales en suspension sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Les émissions de PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} sont déterminées à l'aide de ratios granulométriques issus d'une combinaison de systèmes de dépoussiérage (cf section générale énergie).

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient des références [17] et [681].

Les ratios retenus dépendent du type de combustible :

- 5,6% pour les combustibles liquides,
- 4% pour le gaz naturel.

Métaux lourds (ML)

Les émissions de l'ensemble des métaux lourds sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible, supposés constants au cours des années (cf. section générale énergie).

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines et furanes sont déterminées à partir des consommations [19] et au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

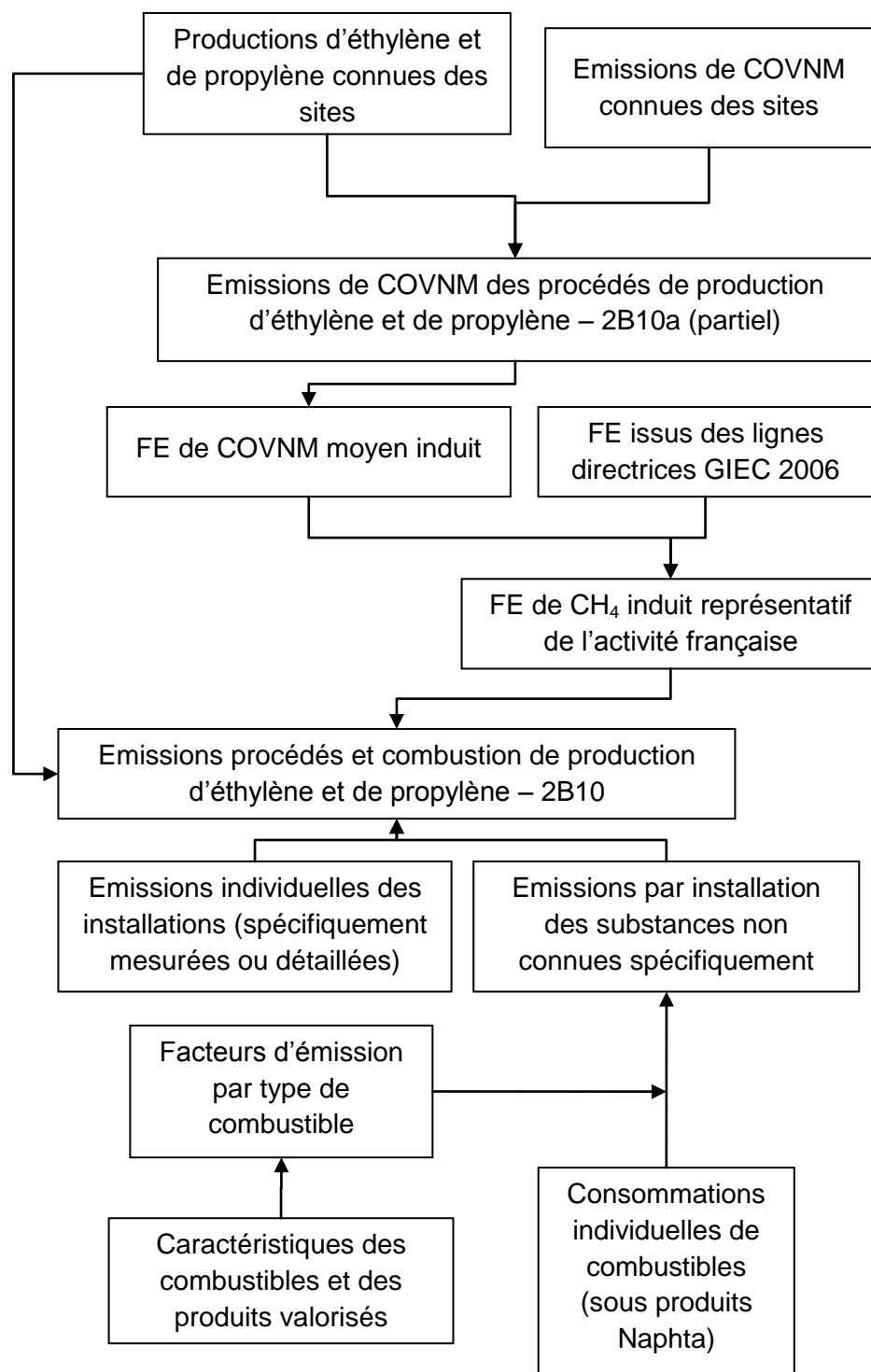
Les émissions de HAP sont déterminées à partir des consommations [19] et au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque combustible (cf. section générale énergie).

Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission de PCB puisque les facteurs d'émission relatifs à chaque combustible sont nuls (cf. section générale énergie).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions de HCB sont supposées négligeables.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

AUTRES PROCEDES DE LA CHIMIE INORGANIQUE

Cette section traite des procédés de la chimie inorganique ne faisant pas l'objet d'une section spécifique :

- Production d'acide sulfurique (SNAP 040401),
- Production d'engrais :
 - Sulfate d'ammonium (SNAP 040404),
 - Nitrate d'ammonium (SNAP 040405),
 - Engrais NPK (SNAP 040407),
 - Urée (SNAP 040408),
 - Engrais phosphatés (SNAP 040414),
- Production de dioxyde de titane (SNAP 040410),
- Production de chlore (SNAP 040413),
- Production d'hydrogène (SNAP 040416),
- Production de tétrafluorure d'uranium (SNAP 040416),
- Production de sulfure de carbone (SNAP 040416),
- Production tétrachlorure de titane (SNAP 040416),
- Production de N₂O médical et industriel (SNAP 040416),
- Diverses productions (colorants, pigments, etc.) (SNAP 040416).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.B.10 |
| CEE-NU / NFR | 2.B.10 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.04.01, 04.04.04, 04.04.05, 04.04.07, 04.04.08, 04.04.10, 04.04.13, 04.04.14 et 04.04.16 |
| CITEPA / SNAPc | 04.04.01, 04.04.04, 04.04.05, 04.04.07, 04.04.08, 04.04.10, 04.04.13, 04.04.14 et 04.04.16 |
| CE / directive IED | 4.2 |
| CE / E-PRTR | 4b |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 13, 14, 23, 24, 27.1 à 4 (ancienne) ; 8, 20, 24.1 à 4 (nouvelle) |
| NAF 700 | 24.1E, 24.1J (nouvelle) ; 0891Zp, 2013B, 2015Z (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---------------------------|---|
| Activité totale nationale | Facteur d'émission par défaut ou valeur nationale ou valeur spécifique à des installations connues en fonction des activités et polluants |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 2 (par assimilation) jusqu'en 2005 (pour la production de TiCl₄) et en 2006 (pour la production d'H₂) puis rang 3

N₂O : Rang 3

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique (< PM₁₀, < PM_{2.5}) des émissions de poussières - février 1999
- [87] ECETOC - Ammonia emissions to air in Western Europe, July 1994
- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [143] UNIFA - Union des industries de la fertilisation - communication personnelle de données
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section regroupe plusieurs procédés de la chimie inorganique :

- Production d'acide sulfurique (H₂SO₄) : le procédé de fabrication d'acide sulfurique comporte trois étapes (production de SO₂, oxydation du SO₂ en SO₃, puis absorption du SO₃ gazeux) et est générateur d'émissions de SO₂ et SO₃ (ensemble nommé SO_x), rapportées en SO₂.
- Production d'engrais :
 - Le sulfate d'ammonium est produit selon trois procédés principaux (sous-produit de la production de caprolactam, production dite synthétique et sous-produit des fours à coke). La production synthétique consiste à combiner de l'ammoniac anhydre avec de l'acide sulfurique. Ce type de production a disparu en 1981, le sulfate d'ammonium étant produit en très grandes quantités comme sous-produit du caprolactam et des fours à coke. Le procédé de production de sulfate d'ammonium est générateur d'émissions de NH₃ et de TSP.
 - Le nitrate d'ammonium est produit par neutralisation d'acide nitrique avec de l'ammoniac. Ce procédé de production de sulfate d'ammonium est responsable d'émissions de NH₃ et de TSP.
 - Les engrais composés (NPK) sont produits par simple mélange d'engrais azotés, phosphatés et phosphorés ou bien par combinaison chimique (ce qui est de plus en plus fréquent). Après ces différentes opérations, les engrais NPK se trouvent presque toujours sous forme de granulés. La production d'engrais NPK génère des émissions de NH₃, TSP, PM₁₀ et PM_{2.5}.
 - La production de l'urée nécessite une suite de processus chimiques et mécaniques. Elle met en œuvre de l'ammoniac et du dioxyde de carbone. Ce procédé de production d'urée est responsable d'émissions de NH₃ et de TSP.
 - Les engrais phosphatés sont composés de trois groupes de produits chimiques : les superphosphates simples, les superphosphates triples et le phosphate d'ammonium. Les superphosphates simples sont produits par réaction de roches contenant des phosphates avec de l'acide sulfurique. Les triples superphosphates sont produits par

réaction de roches contenant des phosphates avec de l'acide phosphorique. Le phosphate d'ammonium est produit par réaction d'acide phosphorique avec de l'ammoniac anhydre. La production d'engrais phosphatés génère des émissions de TSP, PM_{10} et $PM_{2,5}$ et cadmium.

- Production de dioxyde de titane (TiO_2) : en France, le TiO_2 est produit selon le procédé sulfurique. Ce procédé nécessite une attaque du minerai à l'acide sulfurique, le produit de la réaction étant ensuite calciné. Ce procédé entraîne des émissions importantes de SO_2 ainsi que des émissions de TSP. Depuis 2009, il n'existe plus que deux sites de production (contre 3 auparavant).
- Production de chlore : la production de chlore se fait par électrolyse d'une solution saline (réaction entre du chlorure de sodium et de l'eau : $2 NaCl + 2 H_2O \rightarrow Cl_2 + H_2 + 2 NaOH$). Les principales techniques utilisées sont : l'électrolyse à mercure, l'électrolyse à diaphragme et l'électrolyse à membrane. Le procédé d'électrolyse à mercure est émetteur de mercure.
- Production d'hydrogène (H_2) : ce composé est produit par vaporeformage du gaz naturel. Ce dernier est donc utilisé en tant que matière première. Il résulte de ce procédé des émissions de CO_2 .
- Production de tétrafluorure d'uranium (UF_4) : il s'agit de la première étape dans la préparation du combustible nucléaire (conversion de l'uranium brut en UF_4) avant sa transformation en hexafluorure d'uranium (UF_6) puis son enrichissement). L'utilisation d'ammoniac et d'acide nitrique dans les phases de purification occasionne des émissions de NH_3 , NO_x , COVMN, TSP et N_2O . Il n'existe qu'un seul site de production d' UF_4 en France.
- Production de sulfure de carbone (CS_2) : ce composé est produit à partir de méthane et d'octasoufre ($CH_4 + 1/2 S_8 \rightarrow CS_2 + 2 H_2S$). Le procédé est à l'origine d'émissions de SO_2 . Il n'existe qu'un seul site en France produisant ce composé.
- Production tétrachlorure de titane ($TiCl_4$) : le procédé de production utilisé en France est le procédé par carbo-chloration ($2TiO_2 + 4 Cl_2 + 3C \rightarrow 2TiCl_4 + 2 CO + CO_2$). L'apport de carbone est réalisé au moyen de coke de pétrole. La réaction occasionne des émissions de CO_2 et de CO. Il n'existe qu'un seul site de production de $TiCl_4$ en France.
- Production de N_2O médical et industriel : il n'existe qu'un seul site en France produisant du N_2O médical et industriel. Au cours de la fabrication du N_2O , celui-ci est rejeté dans l'atmosphère à un certain nombre d'étapes du procédé (purges des cuves de stockage et du process, etc.).
- Diverses productions : deux activités sont considérées ici : la production de pigments et colorants à l'origine d'émissions de SO_2 et la chimie du soufre depuis 2000 en lien avec l'extraction du gaz naturel à l'origine d'émissions de SO_2 et NO_x . Avant 2000, cette seconde activité est prise en compte par le site d'extraction du gaz naturel à Lacq.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Acide sulfurique

Jusqu'en 2008, les productions annuelles d'acide sulfurique sont disponibles dans les statistiques nationales [53], [118]. Depuis 2009, les données de production déclarées par les exploitants sont utilisées [19].

Production d'engrais

Les productions nationales d'engrais sont connues à partir des données de l'UNIFA (union des industries de la fertilisation) [143] ou des statistiques nationales [53]. Pour la production d'urée, les données de production déclarées par les exploitants [19] sont utilisées depuis 2012.

Production de TiO_2

A partir de 1990, les productions annuelles de dioxyde de titane sont obtenues à partir des déclarations annuelles des émissions pour les sites considérés [19].

Production de chlore

En France la production totale de chlore gazeux est connue mais on ne dispose pas de la production spécifique à électrolyse à mercure. La production spécifique relative à l'électrolyse à mercure est estimée à partir d'indications sur les capacités annuelles de production de chlore et d'un facteur d'émission communiqués par la profession [50].

Production de H_2

Jusqu'en 2006, le niveau de production d'hydrogène était disponible dans les statistiques nationales [53]. A partir de 2007, les données de production utilisées proviennent des déclarations des sites de production [19].

Par ailleurs, les consommations de gaz naturel (à usage non énergétique) sont, à partir de 2007, calculées à l'aide des émissions déclarées par les exploitants et d'un facteur d'émission national. Pour les années antérieures, les consommations de gaz naturel sont calculées à partir du niveau de production et d'un facteur d'émission national.

Production d' UF_4

Depuis 1990, les données de production utilisées proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, un report du niveau de production de 1990 est effectué. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de cette activité est confidentiel.

Production de CS_2

Les données de production utilisées proviennent des déclarations du site de production à partir de 2003 [19]. Pour les années antérieures, des interpolations sont effectués. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de cette activité est confidentiel.

Production de $TiCl_4$, N_2O et diverses productions

Les données de production utilisées proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Il est à noter que, selon les règles du secret statistique, le niveau de production de ces activités est confidentiel.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO_2

Production de H_2

Jusqu'en 2006, les émissions de CO_2 sont estimées à partir des consommations non énergétiques de gaz naturel en considérant que l'ensemble du carbone entrant dans le procédé sous forme de gaz naturel est émis sous forme de CO_2 et en utilisant un facteur d'émission national (cf. section générale énergie).

A partir de 2007, les émissions de CO_2 proviennent des déclarations des sites de production [19].

La cohérence temporelle est vérifiée en comparant les FE CO_2 recalculés depuis 2007 à partir des données des exploitants avec les FE CO_2 nationaux pour le gaz naturel.

Production de $TiCl_4$

A partir de 2006, les émissions de CO_2 proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions de CO_2 sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2006.

Emissions de N_2O

Production d' UF_4 et N_2O

Les émissions de N_2O proviennent selon les années de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO_2

Production d' H_2SO_4 et TiO_2

Depuis 1990, les émissions de SO_2 proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, les émissions de SO_2 sont estimées à partir d'un facteur d'émission interpolé.

Production de CS_2

A partir de 2003, les émissions de SO_2 proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions de SO_2 sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission calculé sur la période 2003-2006.

Diverses productions

Depuis 1990, les émissions de SO_2 proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, un report des émissions de 1990 est réalisé.

Emissions de NO_x **Production d' UF_4**

A partir de 2003, les émissions de NO_x proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2003.

Diverses productions

Depuis 1990, les émissions de NO_x proviennent des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués. Pour les années antérieures, un report des émissions de 1990 est réalisé.

Emissions de COVM**Production d' UF_4**

A partir de 2004, les émissions de COVM proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2004.

Emissions de CO**Production de $TiCl_4$**

A partir de 2006, les émissions de CO proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2006.

Emissions de NH_3 **Production d'engrais**

Pour la production de sulfate d'ammonium, les émissions de NH_3 sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission par défaut provenant de la littérature [87].

Pour la production de nitrate d'ammonium, d'engrais NKP et d'urée, les émissions de NH_3 proviennent des déclarations des sites de production [19], à partir de 2003. Pour les années précédentes, les émissions sont estimées à partir de facteurs d'émissions interpolé ou reportés.

Production d' UF_4

A partir de 2003, les émissions de NH_3 proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2003.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**Production d'engrais**

Pour la production de sulfate d'ammonium, d'urée et d'engrais phosphatés, les émissions de TSP sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission par défaut provenant du guide EMEP 2009 [17] ou de la littérature [82].

Pour la production de nitrate d'ammonium et d'engrais NKP, les émissions de TSP proviennent des déclarations des sites de production [19], à partir de 2003. Pour les années précédentes, les émissions sont estimées à partir de facteurs d'émission déduits pour l'année 2003.

Production de TiO_2

Les émissions de TSP proviennent de communications [50] ou des déclarations des sites de production [19]. Pour les années sans information, des reports ou des interpolations sont effectués.

Production de UF_4

A partir de 2004, les émissions de TSP proviennent des déclarations du site de production [19]. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées à l'aide du facteur d'émission déduit pour l'année 2004.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Production d'engrais

Pour la production d'engrais NKP et d'engrais phosphatés, les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant du guide EMEP 2009 [17] ou de la littérature [49].

Production de TiO_2

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut provenant de la littérature [183].

Métaux lourds (ML)

Production d'engrais

Les émissions de cadmium liées à la production d'engrais phosphatés sont estimées à l'aide d'un facteur d'émission provenant d'une étude du CITEPA réalisée en 1996 [70].

Production de chlore

Les émissions de mercure liées à la production de chlore sont communiquées directement par la profession [50].

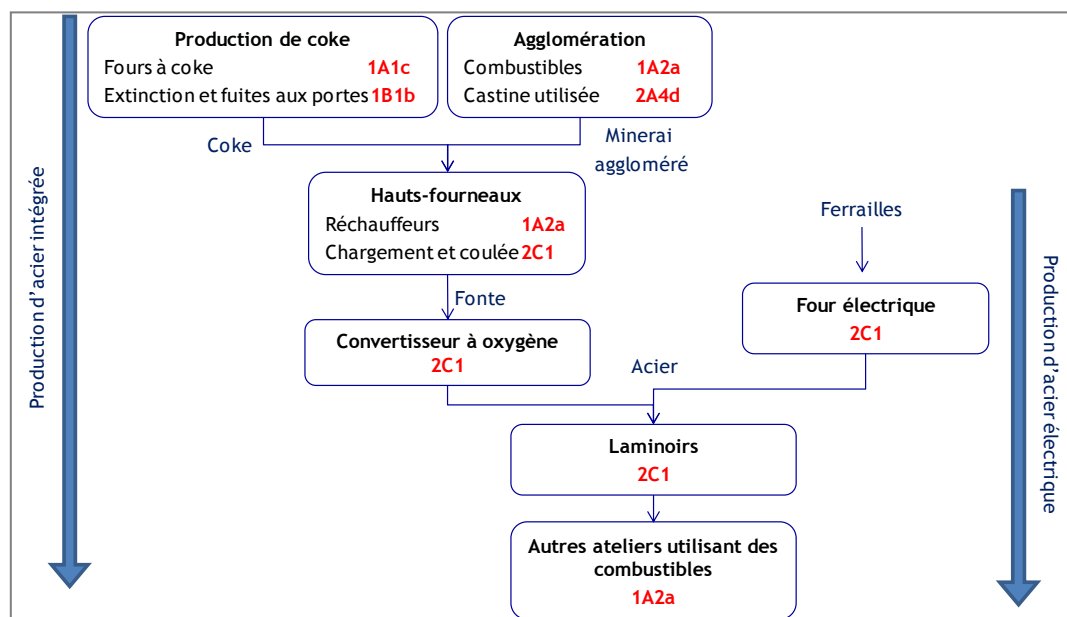
INDUSTRIES MÉTALLURGIQUES (PROCÉDES)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ | 07/02/2017 | JV |

SIDERURGIE : PRODUCTION DE COKE, DE FONTE ET D'ACIER

Les activités traitées dans cette section concernent une partie des ateliers sidérurgiques, dans la limite de la partie non énergétique.

Répartition des émissions des ateliers sidérurgiques au sein des secteurs de l'inventaire

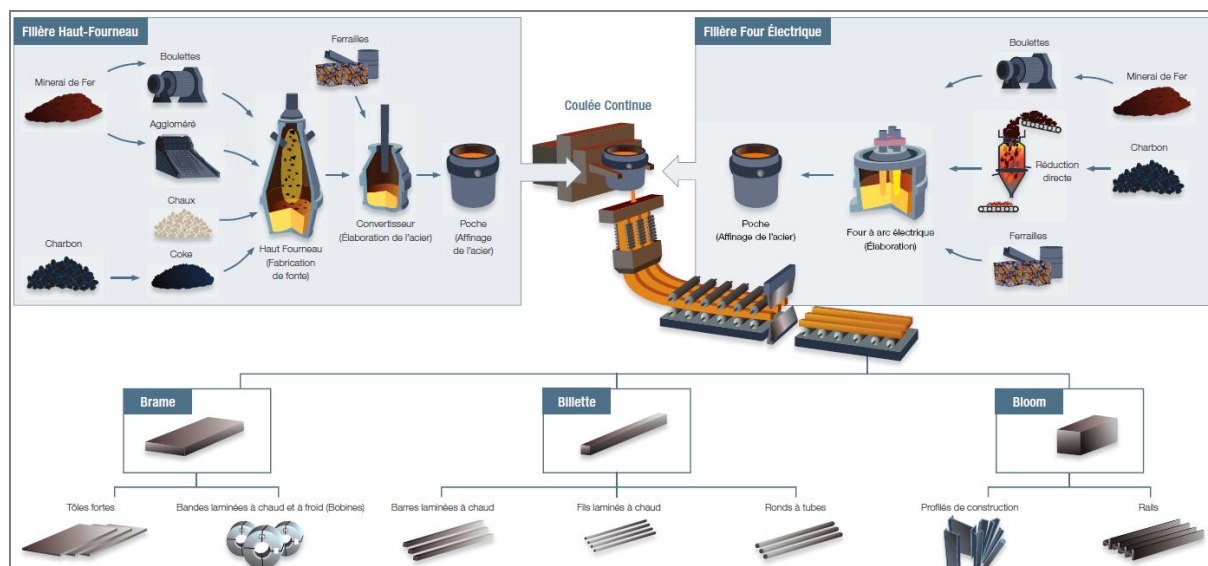


Les activités concernées sont :

- les chaînes d'agglomération (mis à part l'utilisation de castine (cf. section « 2A4d - other decarbonising »),
- les hauts-fourneaux - chargement,
- les hauts-fourneaux - coulée,
- les aciéries à l'oxygène,
- les aciéries électriques,
- les laminoirs.

Pour information, la production de ferro-alliages est traitée dans la section « 2C2 - ferro alloys ».

Le procédé est rappelé ci-dessous.



Source : acier.org

➤ Agglomération

La **chaîne d'agglomération** : le minerai de fer est broyé et calibré en grains qui s'agglomèrent entre eux. L'aggloméré obtenu est concassé puis chargé dans le haut fourneau avec du coke. Le coke est un combustible résidu solide issu de la distillation de la houille. Une distinction est faite entre les émissions liées à la combustion lors du processus d'agglomération qui s'effectue à chaud avec utilisation d'énergie fossile, traitées dans la section « 1A2a - iron and steel » et les émissions fugitives issues notamment des matières utilisées (décarbonatation) dans d'autres sections (cf. émissions de CO₂ liées à la castine dans la section « 2A4d - other decarbonising »).

➤ Hauts-fourneaux

Les **hauts-fourneaux** produisent de la fonte à partir du fer extrait du minerai et du coke. Ces deux produits sont introduits par le haut du haut-fourneau. L'air chaud (1 200°C) insufflé à la base du haut-fourneau provoque la combustion du coke. L'oxyde de carbone formé va réduire les oxydes de fer pour isoler le fer. La chaleur dégagée par la combustion fait fondre le fer. Le mélange obtenu est la fonte. Les résidus formés (laitier) sont exploités par d'autres industries : construction de routes, cimenterie, etc. L'opération qui se déroule dans les hauts-fourneaux est consommatrice d'énergie fossile. On distingue, d'une part, la combustion d'énergie fossile (essentiellement du gaz de haut fourneau) aux régénérateurs ou cowpers également appelés « réchauffeurs », qui s'apparente à une combustion sans contact et, d'autre part, des procédés non énergétiques tels que le chargement (code SNAP 040202) et la coulée au niveau du haut-fourneau (code SNAP 040203). La présente section traite de la partie non énergétique du procédé, tandis que la partie relative à la combustion est traitée dans la section « 1A2a - iron steel ».

➤ Acières à l'oxygène et aciéries électriques

L'élaboration des **aciers** conduit à des traitements particuliers effectués, soit dans les usines sidérurgiques, soit dans des usines distinctes à partir de fonte, d'ajouts de diverses substances et dans des conditions de fonctionnement particulières (température, atmosphère, etc.). Différents procédés sont utilisés pour la fabrication de l'acier : les **fours à oxygène** dans lesquels on injecte de l'oxygène (code SNAP 040206) et les **fours électriques** (code SNAP 040207). Les émissions relatives à ces procédés sont traitées dans la présente section.

➤ Autres ateliers

Les **fours de réchauffage** et les laminaires vont permettre une mise en forme du métal (bandes, fils, poutres, etc.). Ces opérations sont consommatrices d'énergie et sources d'émissions diffuses, notamment de COVNM. La partie relative à la combustion est traitée dans la section « 1A2a - iron steel ».

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.C.1 |
| CEE-NU / NFR | 2.C.1 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.02.02, 04.02.03, 04.02.06, 04.02.07, 04.02.08, 04.02.10 |
| CITEPA / SNAPc | 04.02.02, 04.02.03, 04.02.06, 04.02.07, 04.02.08, 04.02.10 |
| CE / directive IED | 2.1, 2.2, 2.3 et 2.4 |
| CE / E-PRTR | 2a, b, c, d |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 27.1, 27.2, 27.3 (ancienne) ; 24.1, 24.2, 24.3, 24.5 (nouvelle) |
| NAF 700 | 27.1Y, 27.2A, 27.2C, 27.3A, 27.3C, 27.3E, 27.3G (ancienne) ; 24.10Z, 24.51Zp, 24.52Zp, 24.20Z, 24.31Z, 24.33Zp, 24.34Z (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|---|
| Données de production | Valeurs spécifiques calculées à partir des émissions, de la production nationale et des caractéristiques des matières premières |

Niveau de méthode :

Rangs GIEC 1 ou 2+ du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook 1992
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [27] Fédération française de l'Acier (FFA) / A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux) - Données internes
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996.
- [106] AEAT - UK Particulates and heavy metal emissions from industrial processes - February 2002
- [154] INESTENE, Eléments de base pour une prospective des émissions totales de particules primaires à l'horizon 2030, août 2001
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [276] ADEME - Détermination de la granulométrie des aérosols dans les émissions diffuses d'ateliers sidérurgiques : PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0} et PM_{0,1} - janvier 2004
- [323] LECES - Données communiquées par le Ministère de l'Environnement, courrier du 19 février 1996
- [357] TNO - Technical paper to the OSPARCOM - HELCOM - UNECE emission inventory, report TNO-MEP R93/247, p26, 1995
- [588] EMEP / CORINAIR Guidebook 1999 - section B427-5 à 7

[769] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2.C.1 Iron and steel production, Table 3.1 Tier 1 emission factors for source category 2.C.1 Iron and steel production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Actuellement, deux sites intégrés de production d'acier sont en activité (présence du haut-fourneau, de l'aciérie à l'oxygène, et de laminoirs), un site ayant fermé en octobre 2011. Cependant, certains sites conservent une ou plusieurs activités spécifiques (hauts-fourneaux par exemple) sans posséder toute la chaîne de production d'acier.

Quatre chaînes d'agglomération existent en France actuellement. Trois hauts-fourneaux dont deux au sein des sites intégrés sont encore en fonctionnement. Ces deux sites comptent les deux convertisseurs à l'oxygène présents sur le territoire français. Une vingtaine d'aciéries électriques existe en France. Les laminoirs étaient au nombre de 70 en 2000 selon l'enquête EACEI (d'après les codes NAF 272 et 273 (sauf 273J)).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Les productions nationales des différents ateliers sidérurgiques sont fournies par différentes sources : les déclarations annuelles [19], la fédération professionnelle [27] et le SESSI [53]. Les facteurs d'émission sont calculés d'après les informations relatives aux différents sites [19, 50] et aux caractéristiques des matières et procédés [27].

Il convient de noter que la distinction entre les émissions liées à la combustion (1A2a) et les émissions liées au procédé (2C1) est réalisée en fonction de l'atelier sidérurgique. La fédération professionnelle fournit un bilan des consommations et productions « Energies et matières » par atelier [27]. Par exemple, l'atelier de production de fonte (au sein du haut-fourneau) utilise du coke et des charbons comme réducteurs (matières premières) et des combustibles liquides et gazeux pour réchauffer l'air injecté à la base du haut-fourneau qui provoque la combustion des matières premières. Des gaz de haut-fourneau issus de la transformation des matières premières sont produits et sont en partie réutilisés comme combustibles au sein du site intégré. Les émissions associées sont donc comptabilisées en combustion. Les émissions des gaz de haut-fourneau non valorisés et issues de la transformation des matières premières sont comptabilisées en procédé. La distinction est réalisée de différentes façons selon les substances considérées (cf. sections dédiées aux émissions par polluant).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Au chargement et à la coulée du haut-fourneau, les fuites de gaz de haut-fourneau sont en grande partie captées. Toutefois, une partie est perdue. L'hypothèse suivante est retenue : 20% des fuites ont lieu lors du chargement et 80% lors de la coulée [27].

La variation annuelle du facteur d'émission de CO₂ s'explique principalement par le taux très variable de valorisation des gaz sidérurgiques selon les années qui impacte directement les émissions finales.

➤ Chargement des hauts-fourneaux

Le facteur d'émission du CO₂ est basé sur le bilan carbone de l'atelier : les quantités de carbone entrant (combustibles, coke) et les quantités de carbone sortant (fonte, gaz de haut-fourneaux valorisé) sont connues et fournies par la fédération professionnelle [27]. Le solde du bilan carbone est assimilé à des émissions fugitives et diffuses de gaz de haut-fourneau émis à l'atmosphère. Un facteur d'émission est calculé grâce à la production de fonte fournie par la fédération professionnelle. Or, la production nationale de fonte couvre un périmètre d'installations plus large que celui de la fédération professionnelle. Par conséquent, le facteur d'émission calculé sur la base des données de la fédération professionnelle est appliqué à la production nationale de fonte pour obtenir les émissions totales nationales. Le facteur d'émission obtenu est ensuite multiplié par le ratio chargement/coulée mentionné précédemment afin de séparer les émissions à des fins de rapportage.

➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Pour la détermination des émissions de CO₂, la méthodologie employée pour l'estimation des émissions liée au chargement des hauts-fourneaux est appliquée. Du fait du ratio, le facteur d'émission du CO₂ est quatre fois plus élevé pour la coulée que pour le chargement.

➤ *Aciéries à l'oxygène*

De même que pour les ateliers chargement et coulée des hauts-fourneaux, un bilan carbone de l'aciérie à l'oxygène est utilisé pour estimer les émissions de CO₂. Le flux « carbone entrant » correspond à la fonte et le flux « carbone sortant » correspond à l'acier. Le facteur d'émission évolue en fonction de la quantité de gaz de haut-fourneau et de gaz d'aciérie captés ou non en fonction des aléas de la production [27].

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission du CO₂ est basé sur le bilan carbone de l'atelier, qui tient compte des consommations de fonte, des consommations de combustibles, des consommations des électrodes, du contenu en carbone des électrodes et de la quantité de gaz d'aciérie non capté, fournis par la fédération professionnelle [27].

Certaines aciéries électriques ajoutent également des matières carbonées dans leur procédé (par exemple : ferro-chrome carburés, ferro-manganèse carburés, carbone chrome silicié). Les émissions de CO₂ issues de ces matières sont comptabilisées grâce aux déclarations annuelles [19]. Un facteur d'émission moyen en est déduit et appliqué à la production d'acier pour les années pour lesquelles les déclarations annuelles ne sont pas disponibles. La variation du facteur d'émission est due à la variabilité des matières utilisées en termes de nature, de provenance et de teneur en carbone.

Emissions de CH₄

Seuls les ateliers «Aciéries à l'oxygène » et «Aciéries électriques» émettent du CH₄.

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Le calcul des émissions de CH₄ est effectué sur la base d'un facteur d'émission provenant du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est calculé sur la base de la production d'acier et des déclarations annuelles à partir de 2006 [19]. Avant 2006, un facteur d'émission moyen calculé sur les années 2006-2008 est appliqué aux années antérieures.

Emissions de N₂O

Pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

Pas d'émission attendue.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Avant 2004, un facteur d'émission moyen est tiré des émissions déclarées annuellement par les exploitants et appliqué à la production nationale de fonte des années antérieures. A partir de 2004, les données des déclarations annuelles sont utilisées [19, 27].

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Les émissions de SO₂ de ces aciéries sont disponibles pour tous les sites depuis 1998 [19]. Avant cette date, une valeur moyenne est appliquée à la production nationale d'acier.

➤ *Aciéries électriques*

A partir de 2006, les facteurs d'émission sont calculés sur la base des données des déclarations annuelles des aciéries électriques [19]. Un facteur d'émission moyen calculé pour 2006-2008 est appliqué à la production nationale d'acier pour les années antérieures à 2006.

Emissions de NO_x

➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Avant 2004, un facteur d'émission moyen est tiré des déclarations annuelles et appliqué sur les années antérieures. A partir de 2004, les émissions déclarées annuellement par les exploitants sont utilisées [19, 27].

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Les émissions de NO_x de ces aciéries sont disponibles pour tous les sites depuis 1998 [19]. Avant cette date, une valeur moyenne est appliquée à la production nationale d'acier correspondant aux sites non connus individuellement.

➤ *Aciéries électriques*

A partir de 2006, les facteurs d'émission sont calculés sur la base des données d'émissions et de production d'acier déclarées annuellement par les aciéries électriques [19]. Un facteur d'émission moyen calculé pour 2006-2008 est appliqué pour les années antérieures à 2006.

Emissions de COVNM

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Pour les COVNM, un facteur d'émission moyen issu du Guidebook EMEP/CORINAIR [588] est appliqué à la production nationale d'acier.

➤ *Aciéries électriques*

A partir de 2006, les facteurs d'émission sont calculés sur la base des données d'émission et de production d'acier des déclarations annuelles des aciéries électriques [19]. Un facteur d'émission moyen calculé pour 2006-2008 est appliqué pour les années antérieures à 2006.

➤ *Laminaires*

Un facteur d'émission moyen est recalculé à partir des données nationales de fabrication de produits laminés à froid et à chaud, issues de la fédération professionnelle, et de deux facteurs d'émission qui proviennent du Guidebook EMEP/CORINAIR [588] : un facteur d'émission pour le laminage à froid et un facteur d'émission pour le laminage à chaud.

Emissions de CO

➤ *Chargement et coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission varie selon les années en fonction des quantités de gaz à haut-fourneau rejetées ou captées par les sites [27] et de la production nationale de fonte. Le facteur d'émission moyen national est exprimé en kg CO/ Mg de fonte produite.

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Le facteur d'émission issu du Guidebook EMEP/CORINAIR [588] est retenu et appliqué à la production nationale d'acier.

➤ *Aciéries électriques*

A partir de 2006, les facteurs d'émission sont calculés sur la base des données des déclarations annuelles des aciéries électriques [19]. Un facteur d'émission moyen calculé pour 2006-2008 est appliqué pour les années antérieures à 2006.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les activités de la sidérurgie émettent des particules au niveau de la coulée de la fonte brute, des aciéries à l'oxygène, des aciéries électriques et des laminoirs.

➤ *Coulée des hauts-fourneaux et aciéries à l'oxygène*

Le facteur d'émission des TSP est déterminé à partir des informations contenues dans les déclarations annuelles des rejets [19] et de données communiquées directement par les exploitants [50].

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission des poussières entre 1990 et 2005 est calculé sur la base de données disponibles pour l'année 1994 et évolue pour tenir compte de l'installation de systèmes de dépoussiérage sur les sites. A partir de 2006, ce facteur d'émission est déterminé à partir des déclarations annuelles [19].

➤ *Laminoirs*

Les facteurs d'émission proviennent de l'INESTENE [154] : un facteur d'émission pour le laminage à froid et un facteur d'émission pour le laminage à chaud. Le facteur d'émission global est recalculé à partir des données de fabrication de produits laminés à froid et à chaud.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

➤ *Coulée des hauts-fourneaux et aciéries à l'oxygène*

En 1990, les granulométries proviennent de « UK Particulates and heavy metal emissions from industrial processes » [106]. Pour les années entre 1990 et 2010, elles sont interpolées afin de tenir compte de la mise en place progressive des systèmes de traitement des poussières au cours du temps. Les granulométries à partir de 2010 proviennent de campagnes de mesures réalisées par les sites et compilées par la fédération professionnelle [27].

➤ *Aciéries électriques*

La granulométrie est basée sur l'étude ADEME de 2004 relative à la « détermination de la granulométrie des aérosols dans les émissions diffuses d'ateliers sidérurgiques » [276].

➤ *Laminoirs*

La granulométrie provient de campagnes de mesures réalisées par la profession. Elle est considérée comme constante au cours de la période car les laminoirs n'ont pas bénéficié d'améliorations significatives pour le traitement des poussières.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

➤ *Aciéries à l'oxygène et aciéries électriques*

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [769].

Métaux lourds (ML)

Les activités émettant des métaux lourds dans la sidérurgie sont la coulée des hauts-fourneaux, les aciéries à l'oxygène et les aciéries électriques.

Tous les métaux lourds inventoriés dans le SNIEBA sont émis. L'évolution des facteurs d'émission est liée aux diverses améliorations apportées par les exploitants, notamment captage, équipements de dépollution, meilleure gestion des approvisionnements des matières premières, meilleure efficacité, etc. Toutefois, des écarts ponctuels sont observables certaines années, du fait de la teneur fluctuante en métaux des différents lots de matières premières, amplifiés ensuite par les volumes utilisés.

➤ *Aciéries à l'oxygène*

Les facteurs d'émission des métaux lourds (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, et Zn, hors Se) sont déduits des déclarations annuelles [19] à partir de 2006. Pour les années antérieures, une estimation est effectuée sur la base des caractéristiques des dépoussiéreurs des différentes installations [50].

Arsenic➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2004. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2004.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] des années 2002, 2003, 2006 et suivantes. L'estimation pour 2004 et 2005 est un report de 2003. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

Cadmium➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2003. La moyenne de la période 2003 - 2005 est appliquée aux années antérieures jusqu'en 1990.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2002. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 [70]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre 1990 et 2002.

Chrome➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2002. L'année 2001 est estimée comme la moyenne des années 2002 à 2005. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2001.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] des années 2002, 2003, 2006 et suivantes. L'estimation pour 2004 et 2005 est un report de 2003. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

Cuivre➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2002. Les années antérieures sont déterminées à partir du ratio des facteurs d'émission TSP/Cu de l'année 2002.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] des années 2002, 2003, 2006 et suivantes. L'estimation pour 2004 et 2005 est une moyenne des données de 2002 et 2003. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

Mercur➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2004. La moyenne de la période 2004 - 2005 est appliquée aux années antérieures jusqu'en 1990.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2004. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 [70]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre 1990 et 2004.

Nickel➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2003. L'année 2002 est estimée comme la moyenne des années 2003 à 2005. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] des années 2002, 2003, 2006 et suivantes. L'estimation pour 2004 et 2005 est un report de 2003. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

Plomb➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2003. L'année 2002 est estimée comme la moyenne des années 2003 à 2005. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2003. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2003.

Sélénium➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Les données obtenues proviennent de la fédération professionnelle [27] et concernent seulement certaines années. Celles-ci sont très variables. Le facteur d'émission retenu pour toute la période est la moyenne des années 2006 à 2008 (années les plus documentées).

➤ *Aciéries à l'oxygène et aciéries électriques*

Les émissions sont supposées nulles.

Zinc➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2002. Les années antérieures sont déterminées à partir du ratio des facteurs d'émission TSP/Cu de l'année 2002.

➤ *Aciéries électriques*

Le facteur d'émission est déduit des déclarations annuelles [19] à partir de 2002. Des données spécifiques sont disponibles pour 1990 et 1994 [70, 323]. Le facteur d'émission a été recalculé par interpolation entre, d'une part 1990 et 1994 et, d'autre part, entre 1994 et 2002.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les dioxines et furannes sont émis significativement par les aciéries électriques. Depuis 1998, les données disponibles par site dans les déclarations annuelles [19] sont utilisées. Un facteur d'émission national moyen en est déduit. Le facteur d'émission évolue à la suite de la mise en place de systèmes d'épuration des effluents.

Pour les années antérieures à 1998, le facteur d'émission est basé sur les résultats des enquêtes plomb et dioxines [7] et sur des hypothèses de décroissance des flux depuis les années 1990.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)➤ *Coulée des hauts-fourneaux*

La spéciation des facteurs d'émission provient de résultats de mesures [50].

➤ *Aciéries électriques*

Seul un facteur d'émission pour les HAP totaux est utilisé. Il provient d'une étude [70].

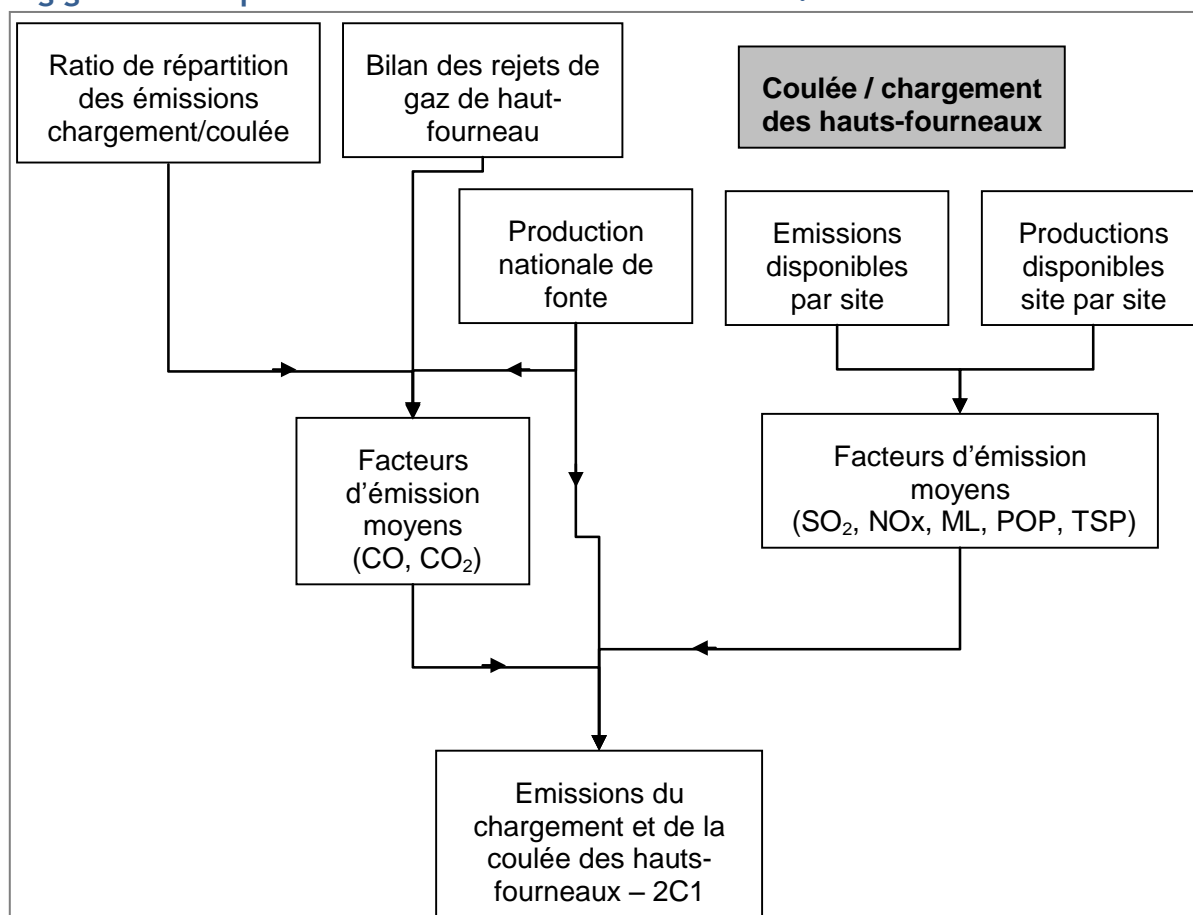
Polychlorobiphényles (PCB)

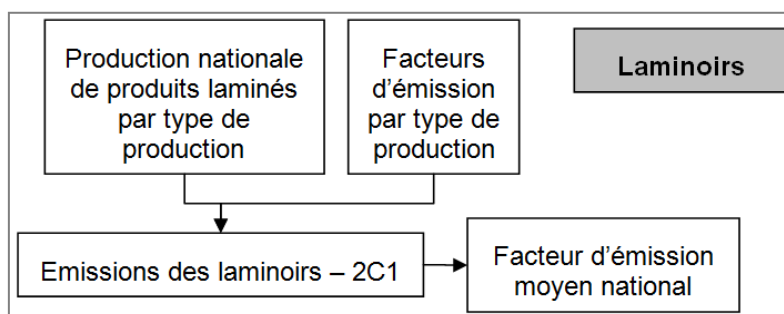
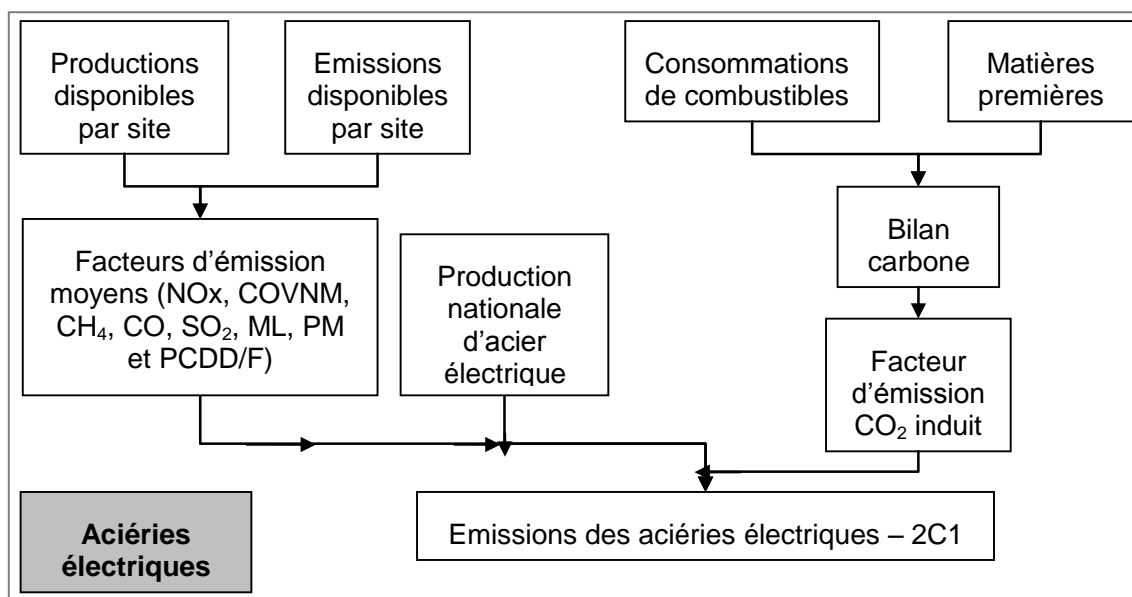
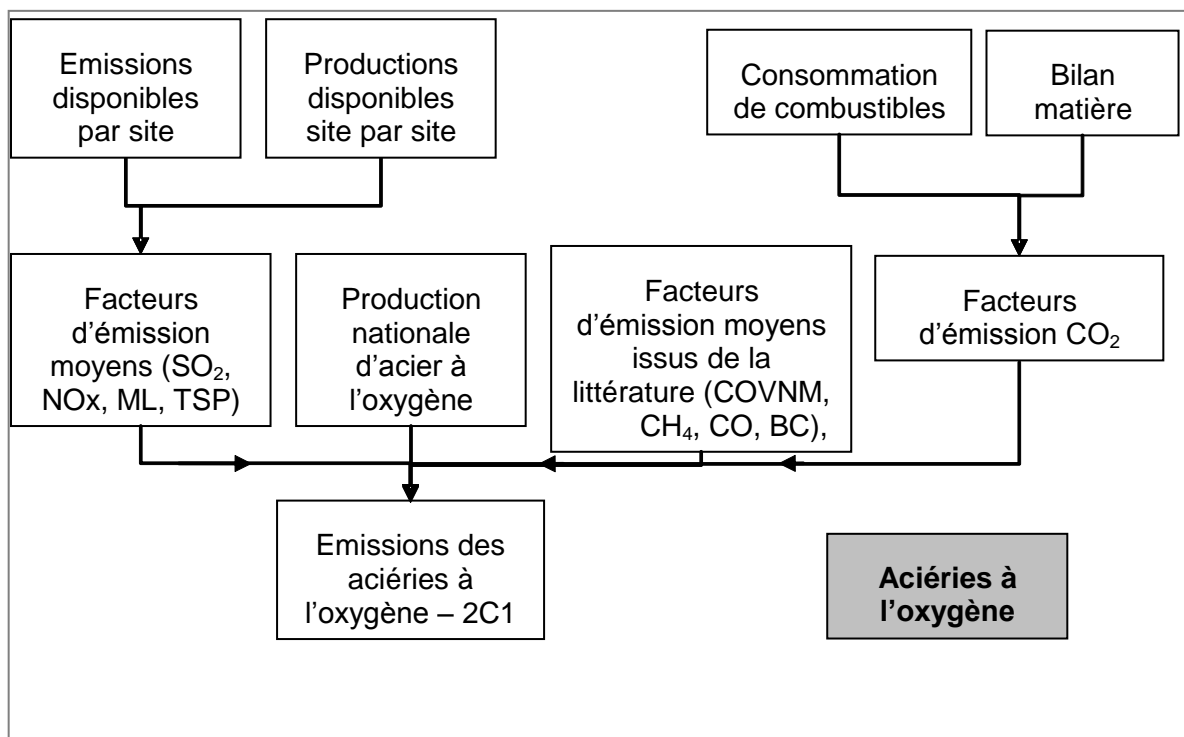
Les PCB sont émis par les aciéries électriques. Le facteur d'émission utilisé provient d'une étude du TNO [357].

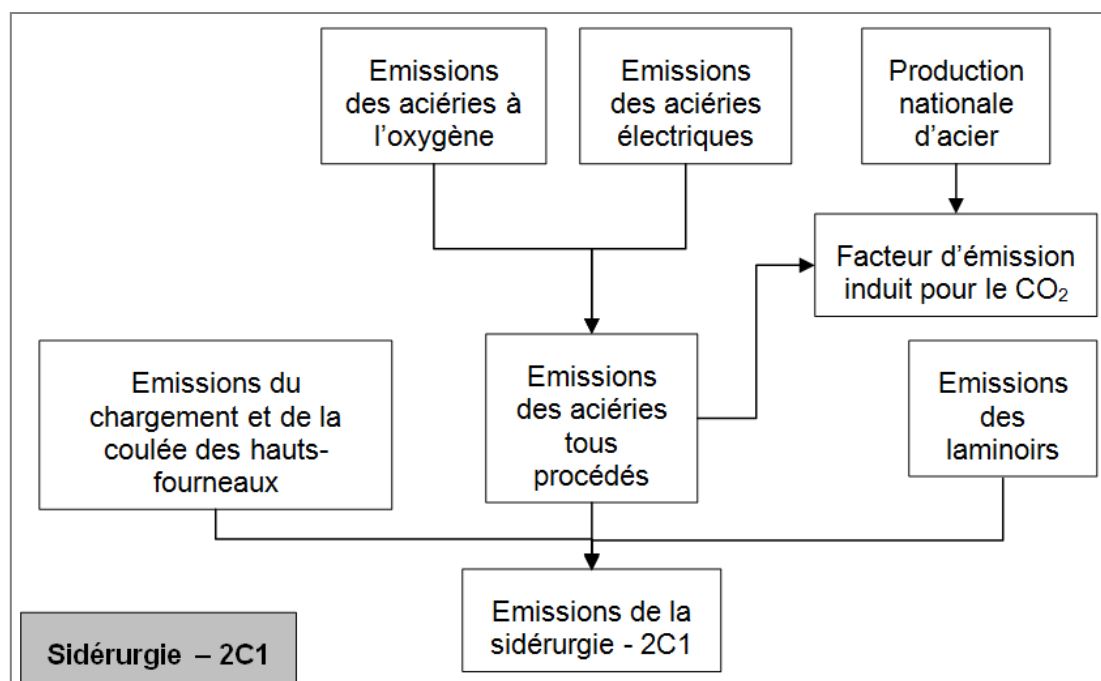
Hexachlorobenzène (HCB)

Pas d'émission notable identifiée pour ces activités.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.







| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | CJ | 07/02/2017 | JV |

FERRO-ALLIAGES

Cette section couvre la production de ferro-alliages.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2C2 |
| CEE-NU / NFR | 2C2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040302 |
| CITEPA / SNAPc | 040302 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.1-3 |
| NAF 700 | 271Y (ancienne) ; 2410Z (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|------------------------------|
| Volumes de production | Valeurs nationales annuelles |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2 et 3.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [418] E. TRUFFAUT - La fabrication du ferro-manganèse aux hauts-fourneaux en France, Soleils d'Acier, 2004
- [538] EMEP/EEA emission inventory guidebook 2012 - Chapitre 2.C.2 Ferroalloys production
- [680] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Draft 2006. Volume 3, chapitre 4, p. 4.31 à 4.39
- [770] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2.C.2 Ferroalloys production, Table 3.1 Tier 1 emission factors for source category 2.C.2 Ferroalloys production

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les ferroalliages sont produits sur des sites spécifiques utilisant de nos jours exclusivement des fours électriques. Autrefois, la production était assurée par les hauts-fourneaux. Les deux technologies ont coexisté entre 1985 et 2003.

Il existe deux sites en activité en métropole et deux en Nouvelle-Calédonie. Les sites de Nouvelle-Calédonie utilisent du charbon et non du coke pour l'alliage.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

La production nationale des différents ateliers est connue via les déclarations annuelles [19] pour la période récente et par d'autres sources d'information avant [418].

Les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission provenant de données des exploitants [19] [50].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Métropole

Pour les procédés électriques, le facteur d'émission du CO₂ est déduit des déclarations annuelles [19] ainsi que de données fournies directement par les exploitants [50] à partir de 2000. Pour chaque site, le facteur d'émission de la dernière année connue est appliqué aux années antérieures. Pour les procédés hauts fourneaux, il n'y a plus d'émissions depuis la fermeture du dernier site en 2003. Pour les années antérieures, le facteur d'émission provient des lignes directrices du GIEC 2006 [680].

Outre Mer

Il existe deux sites en Nouvelle-Calédonie depuis l'ouverture d'une installation en 2013. Les facteurs d'émission sur la période sont calculés à partir des émissions connues pour les années 2005 et 2008 sur un site. Compte tenu du nombre limité de sites, les facteurs d'émission sont confidentiels.

Emissions de CH₄ et N₂O

Ces gaz sont émis en faible quantité lors de la production d'alliages de type FeSi et Si-métal. Ces alliages ne sont plus produits en France depuis 1988.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂, NO_x, CO et COVNM

La production de ferroalliage est potentiellement émettrice de SO₂, NO_x, CO et COVNM. Certains de ces polluants apparaissent dans les déclarations annuelles selon les sites [19]. Ils sont également cités dans le Guidebook EMEP/EEA [538] mais ne sont pas estimés. Ces émissions proviendraient éventuellement des matières premières utilisées, suivant le procédé mis en œuvre, et de la combustion (considérée séparément). Compte tenu du peu d'informations disponibles actuellement, ces émissions sont en cours d'investigation pour déterminer la part exacte provenant du procédé.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Un facteur d'émission moyen est calculé à partir des mesures disponibles depuis 2005 sur les deux sites existants [19].

Compte tenu du nombre limité de producteurs, les données détaillées sont confidentielles.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

La granulométrie est issue du Guidebook EMEP/EEA [538].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de PM_{2,5}. Ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA sur les inventaires d'émissions de polluants [770].

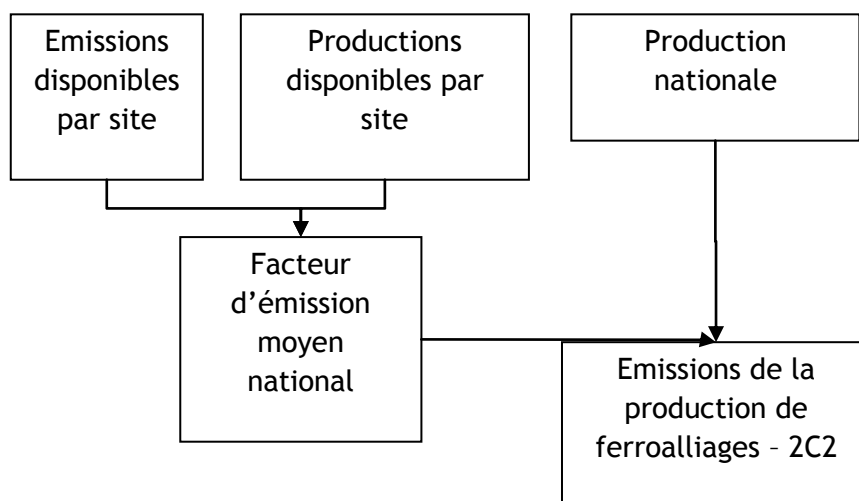
Métaux lourds (ML)

La production de ferroalliages émet des métaux lourds lors de la fusion. Les émissions dépendent beaucoup du type de ferroalliage produit et de la température de fusion.

Un facteur d'émission moyen est calculé à partir des mesures disponibles depuis 2005 sur les deux sites existants en métropole [19].

Compte tenu du nombre limité de producteurs, les données détaillées sont confidentielles.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 20/01/2017 | DB | 07/02/2017 | JV |

ALUMINIUM DE PREMIERE FUSION

L'activité concernée dans cette section est la production d'aluminium primaire par électrolyse. Tous les sites sont situés en métropole. A la suite de la fermeture d'un site au début des années 2000, puis d'un second en 2008, il reste actuellement deux sites de production d'aluminium de première fusion en France. Depuis 2014, suite au rachat de l'un des deux sites, un centre de recherche auparavant rattaché à ce site fait une déclaration séparée (faibles volumes de production). La production d'aluminium primaire émet du SO₂, des COVNM, du CO, du CO₂, des PFC, l'ensemble des métaux lourds inventoriés, des HAP, ainsi que des particules.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2C3 |
| CEE-NU / NFR | 2C3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040301 |
| CITEPA / SNAPc | 040301 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274C (ancienne) ; 2442Zp (nouvelle) |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|--|
| Volumes de production | Valeurs spécifiques calculées à partir des émissions et de la production |

Niveau de méthode :

GES : Rang 3

TSP, SO_x, COVNM : Rang 2 et 3

CO, ML, PM, HAP : Rang 2

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle

[70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996

[188] AER - Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCP, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour CITEPA, non publié)

[222] Données internes à Rio Tinto Alcan

[223] Société de l'industrie minière - Annuaire Statistique Mondial de Minerais et Métaux

[540] Guide EMEP/EEA 2013 - Chapitre 2.C.3

[541] Site internet de l'association de l'aluminium du Canada (AAC)

[742] Pechiney - Vérification des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de l'Engagement Volontaire AERES -Périmètre France Années 2001, 2002 et 2003. Octobre 2004

[744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

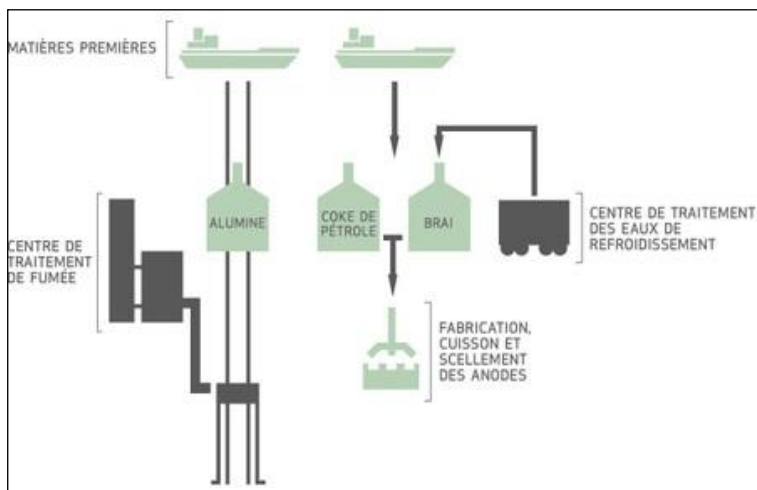
Caractéristiques de la catégorie :

L'aluminium de première fusion est obtenu par électrolyse de l'alumine selon le procédé découvert en 1886 par le français Paul Héroult et l'américain Charles Hall (procédé Hall-Héroult). Une usine de production d'aluminium primaire comporte trois secteurs : le secteur « carbone », le secteur « électrolyse » et le secteur « fonderie » :

- **Secteur « carbone » :**

Le secteur « carbone » est le siège de la fabrication des anodes qui serviront à l'électrolyse. Il comprend une tour à pâte, un four à cuire et un atelier de scellement.

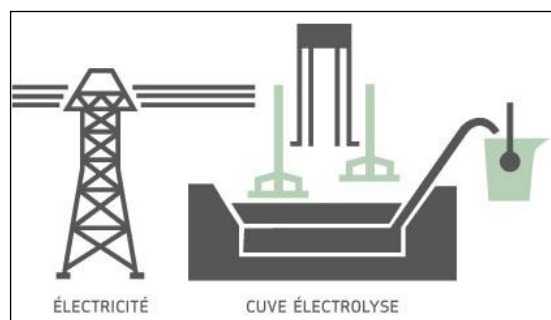
Les anodes sont produites à partir de coke de pétrole, de brai liquide et de recyclés d'anodes pour former une pâte. Deux types d'anodes existent : les anodes Söderberg et les anodes précuites. Le procédé de Söderberg produit les anodes en continu, au sein même des cuves d'électrolyse. Ce procédé n'est plus utilisé en France, au profit du procédé des anodes précuites. Celles-ci sont fabriquées à l'extérieur de l'unité d'électrolyse. La pâte est mélangée dans une tour à pâte, puis cuite lentement à environ 1 100 °C dans un four à cuire, afin d'obtenir un bloc de carbone solide. L'anode cuite est ensuite scellée à des rondins d'acier surmontés d'une tige en aluminium, elle-même soudée aux rondins grâce à de la fonte.



Environ 430 kg d'anode sont nécessaires pour produire une tonne d'aluminium. Le procédé est schématisé sur la figure ci-contre (source : Association de l'Aluminium du Canada (AAC)[541]).

- **Secteur « électrolyse » :**

Le procédé consiste à réduire par électrolyse l'alumine (Al_2O_3) dissoute dans un bain de cryolithe (Na_3AlF_6) à environ 1 000°C. La cuve dans laquelle se trouve le bain cryolithique fait office de cathode. Un courant électrique de haute densité traverse la cuve d'électrolyse. Ce procédé est électro intensif (environ 14 MWh sont nécessaires pour produire une tonne d'aluminium). L'aluminium se dépose au fond de la cuve tandis que les anodes en carbone se consomment. L'oxygène provenant de l'alumine réagit avec le carbone des anodes et engendre des émissions de CO_2 . Cette consommation de carbone oblige à



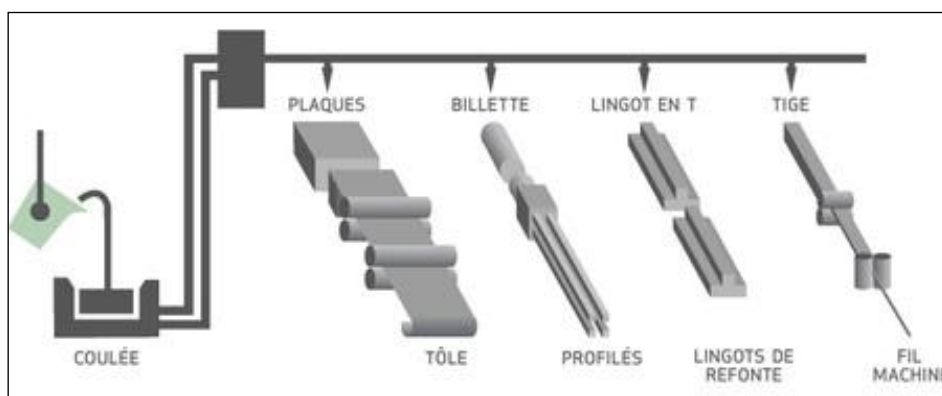
remplacer régulièrement les anodes. Une tonne d'aluminium produite nécessite environ deux tonnes d'alumine. L'aluminium liquide se dépose au fond de la cuve et est régulièrement prélevé par "siphonage" dans une poche, qui est transférée dans un four d'attente à la fonderie. Les cuves sont entièrement capotées afin de capter les gaz qui s'échappent du bain lors de l'électrolyse (ces gaz contiennent notamment du fluor provenant de la cryolithe) et de les envoyer vers un dispositif d'épuration où le fluor est récupéré par fixation sur de l'alumine fraîche. Le procédé peut être schématisé comme ci-dessus (AAC).

• **Secteur « fonderie » :**

Ce secteur est dédié à la production d'alliages. A la sortie de la cuve d'électrolyse, les alliages sont effectués dans un four. D'autres métaux sont ajoutés à l'aluminium dans des proportions précises pour obtenir des alliages aux propriétés souhaitées par les clients. L'aluminium est ensuite dégazé avant d'être libéré des dernières impuretés, avant d'être solidifié sous des formes variées :

- des plaques de laminage pour la fabrication de tôles utilisées pour les ailes d'avion, les citernes, les bardages, etc. ;
- des billettes de filage pour la fabrication de châssis et armatures de véhicules ferroviaires et routiers, la menuiserie métallique, les bâtons de ski, etc. ;
- du fil machine à usage électrique essentiellement ;
- des lingots en aluminium ou en alliages destinés notamment à la fonderie pour la fabrication de pièces automobiles.

Le schéma suivant (AAC) illustre ce secteur :



La première fusion de l'aluminium est une source importante connue d'émissions de perfluorocarbures (PFC). Ces gaz fluorés se forment au cours d'un phénomène appelé « effet d'anode », quand les niveaux d'alumine ne sont pas suffisants dans la cuve d'électrolyse. En cas d'effet d'anode, la tension de la cellule augmente très soudainement. L'anode en carbone est alors consommée par les sels fluorés du bain électrolytique, conduisant à l'émission de CF_4 et C_2F_6 .

Caractéristiques de la catégorie (NIR et IIR)

L'aluminium primaire est obtenu par électrolyse de l'alumine dans un bain de cryolithe (contient du fluor) qui constitue la cathode, et des anodes en carbone. Deux types de technologies existent :

- la plus ancienne, dénommée SWPB (side-worked pre-baked, ou piquage latéral) correspondant à une alimentation mécanisée sur les côtés de la cuve d'électrolyse,
- la plus récente, dénommée CWPB (centre-worked pre-baked, ou piquage central) correspondant à une alimentation ponctuelle automatique au centre de la cuve.

La technologie CWPB est moins émettrice de PFC car elle limite les effets d'anode à l'origine des émissions, et permet la mise en place de système de captage et de traitement des rejets. L'effet d'anode se produit lorsque l'alumine vient à manquer dans le bain de cryolithe. En 1990, 39% de la production était réalisée par des sites CWPB (2 sites), contre 100% depuis 2008.

Depuis 2008, il ne reste plus que deux sites de production en France, contre 8 en 1991. Les faibles productions d'un centre de recherche à proximité d'un site sont déclarées séparément depuis 2014.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

La production d'aluminium primaire est recensée au niveau national dans les statistiques industrielles [53, 223] depuis 1990 et par installation via les déclarations annuelles de rejets dans l'environnement [19] à partir de 2003. Les émissions sont déterminées au moyen de données spécifiques et de facteurs d'émission issus de la profession [19, 222, 742] ou par défaut.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ liées au procédé sont induites par la réaction des anodes en carbone avec l'oxygène généré par l'électrolyse et une réaction secondaire avec l'air. Elles représentent environ 85 % des émissions totales de CO₂ sur un site de production d'aluminium primaire. Une petite partie des émissions de CO₂ provient de la production d'anodes, compte tenu de l'utilisation de coke de pétrole et de brai en tant que matières premières.

Ces émissions sont déterminées sur la base des informations fournies par les producteurs, site par site, dans le cadre du système d'engagement volontaire AERES de 1990 à 2004 [222, 742]. Ces données ont fait l'objet de vérifications externes. A partir de 2005, les données sont obtenues à partir des déclarations annuelles [19] ou communiquées par les exploitants [222].

L'évolution du facteur d'émission de CO₂ est notamment influencée par le nombre et l'intensité des effets d'anode, lorsque l'anode en carbone est consommée prématurément.

Emissions de CH₄ et N₂O

Il n'y a pas d'émission de CH₄ ou de N₂O pour cette activité.

Emissions de Gaz fluorés

SF₆

En règle générale, le procédé n'est pas émetteur de SF₆ hormis au niveau des postes électriques dans lesquels ce gaz est utilisé en tant qu'isolant. Dans l'inventaire, ce poste est traité dans la section 2G et par conséquent n'est pas repris ici.

Pour mémoire, indépendamment des postes électriques, le SF₆ a été utilisé en très faible quantité en fonderie par un seul site pendant 3 années. Les émissions marginales afférentes, qui ne dépassent pas 4kg de SF₆ par an au maximum en 2010, ont été déclarées par l'exploitant [19].

PFC

Les seuls gaz fluorocarbonés émis sont des perfluorocarbures (PFC). La production d'aluminium par électrolyse entraîne des émissions de PFC par effet d'anode, lorsque l'alumine vient à manquer dans la cuve d'électrolyse. Les PFC impliqués sont le CF₄ et le C₂F₆.


De 1990 à 2004, les émissions de CF₄ et de C₂F₆ sont communiquées par Rio Tinto Alcan dans le cadre du système d'engagement volontaire AERES [222, 742]. Ces données ont fait l'objet de vérifications externes. En 2005 et 2006, les données d'émission proviennent des déclarations annuelles des différents sites [19]. De 2007 à 2012, les données d'émission de CF₄ et de C₂F₆ proviennent de communications avec les exploitants [222]. A noter que pour un site fermé en 2008, les émissions de CF₄ et de C₂F₆ entre 2006 et 2008 sont estimées à partir des émissions globales de PFC déclarées et de la répartition CF₄/C₂F₆ de 2005.

Depuis 2013, la production d'aluminium primaire entre dans le champ du système d'échange de quotas d'émission [SEQE] de gaz à effet de serre de l'Union européenne, les émissions distinctes de CF₄ et C₂F₆ sont désormais disponibles dans les déclarations annuelles des émissions [19] et sont utilisées.

Depuis 1990, les sites se sont engagés à réduire « l'effet d'anode », très émetteur de PFC, à travers la mise en place de nouvelles technologies et d'un contrôle plus performant de la quantité d'alumine. La mise en œuvre de ces technologies ainsi que l'arrêt en 2009 d'un site très émetteur de PFC explique la diminution des facteurs d'émission au cours du temps.

Récapitulatif des données d'émissions pour les GES

| | 1990 | 2004-2005 | 2006-2007 | 2012-2013 |
|-----------------------|---|--|--|---|
| CO₂ | Emissions estimées dans le cadre de l'AERES par les producteurs [222,742] | Déclarations annuelles de rejets GERE [19] | | Déclarations annuelles de rejets GERE - Emissions déclarées au titre du SEQE [19] |
| PFC | | Déclarations annuelles de rejets GERE [19] | Données internes communiquées pour tous les sites [19] | |



L'ensemble des émissions de GES sur la série temporelle provient de données fournies, par site, par les exploitants et vérifiées pour la quasi-totalité des années. Le périmètre considéré pour les émissions couvre tous les sites producteurs et est constant sur l'ensemble de la série, mis à part les fermetures de sites depuis 1990. Pour les PFC, la méthodologie correspond à une approche bottom-up assimilée à un rang 3 puisque les émissions de PFC sont obtenues à partir de la méthode internationale de l'IAI (International Aluminium Institute). Pour le CO₂, la méthodologie correspond à une approche bottom-up assimilée à un rang 3 puisque les émissions collectées sont déterminées à partir de la consommation d'anodes et d'analyses. Par ailleurs, depuis 2013 les exploitants appliquent le règlement UE n° 601/2012 dont la méthode est basée sur les lignes directrices 2006 du GIEC.

Malgré le fait que la production, sur la période 1990-2002, provienne de données statistiques non détaillées par site, le facteur d'émission global de CO₂ est cohérent sur toute la série temporelle car l'ordre de grandeur est constant et reste proche des valeurs indiquées dans les lignes directrices 2006 du GIEC.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**

La teneur en soufre des anodes est variable et dépend de la provenance des matières premières utilisées pour leur production, telles que le coke de pétrole ou le brai. Le soufre est émis sous forme de SO₂ lors de la phase d'électrolyse (consommation des anodes). Le calcul du facteur d'émission annuel est basé sur les émissions de SO₂ dans les déclarations annuelles depuis 1994 [19] et sur la production. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures.

Emissions de NO_x

Il n'y a pas d'émission de NO_x attendue pour cette activité.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM proviennent des déclarations TGAP à partir de 1995, puis des déclarations annuelles [19] à partir de 2003. Entre 2007 et 2010, pour les sites dont les données manquent, les émissions sont calculées à partir des mesures ponctuelles de concentration fournies par les exploitants [222], des débits volumiques des effluents et des temps de fonctionnement des unités de production. Le facteur d'émission de 1995 est appliqué aux années antérieures.

Les déclarations des exploitants reposant sur des mesures ponctuelles des rejets de COVNM, les résultats d'émission peuvent être très fluctuants, selon la marche opérationnelle de l'installation au moment de la mesure.

Emissions de CO

Faute de données disponibles dans les déclarations annuelles, le facteur d'émission du CO provient du Guide EMEP/EEA [540].

Emissions de NH_3

Les émissions de NH_3 sont supposées négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

La production d'aluminium de première fusion émet des particules, principalement des poussières d'alumine et de cryolithe. Les émissions de particules sont déterminées à partir de communications avec la profession pour les années 1990 à 1998 [222] et tirées des déclarations annuelles de rejets à partir de 2002 [19]. Les facteurs d'émission des années intermédiaires sont interpolés.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

La granulométrie, qui correspond à un pourcentage des TSP, est issue du Guide EMEP/EEA [540]. Les informations ne sont pas disponibles pour les $PM_{1,0}$.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744] pour la production d'aluminium primaire.

Métaux lourds (ML)

La production d'aluminium de première fusion émet l'ensemble des métaux lourds inventoriés dans le SNIEBA. Ces composés sont présents à l'état de traces dans l'alumine et le fluorure d'aluminium et sont émis lors de la phase d'électrolyse.

La méthodologie d'estimation des émissions de métaux lourds est en partie basée sur des facteurs d'émission provenant de la littérature [70]. Les métaux lourds étant majoritairement présents sous forme particulaire, les facteurs d'émission varient dans le temps pour prendre en compte les efforts de réduction des émissions de particules.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Il n'y a pas d'émission de PCDD-F attendue pour cette activité.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

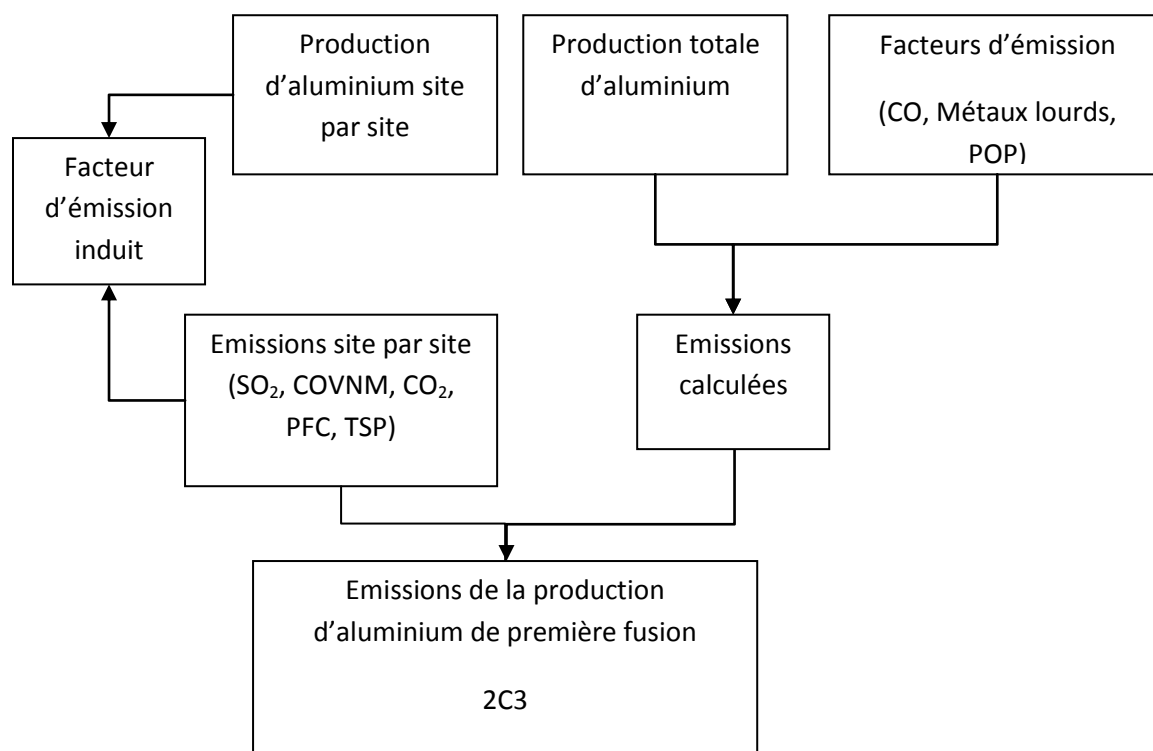
Les émissions sont déterminées pour cinq HAP dont les facteurs d'émission proviennent de l'étude AER [188].

Polychlorobiphényles (PCB)

Il n'y a pas d'émission de PCB attendue pour cette activité.

Hexachlorobenzène (HCB)

Il n'y a pas d'émission de HCB attendue pour cette activité.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

BROYAGE DE BATTERIES

Cette section concerne les émissions de plomb liées au broyage de batteries.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------|
| CCNUCC / CRF | 2C5 |
| CEE-NU / NFR | 2C5 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040309 |
| CITEPA / SNAPc | 040309 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | - |
| NAF 700 | 2443Zp |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------|------------------------------|
| - | Emissions déclarées par site |

Niveau de méthode :

Rang 3.

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[713] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Lead production

[744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Les sites concernés étaient tous, en premier lieu, des sites de production de plomb de deuxième fusion. Tous ont connu une réduction d'activité, abandonnant la production de plomb deuxième fusion mais conservant le broyage de batteries sur site. Les émissions de plomb et de poussières de ces sites ne sont pas liées à la combustion (cf. section générale énergie), mais bien au procédé concerné, ici le broyage de batteries.

En 2001, un seul site était concerné par le broyage de batteries uniquement. De 2002 à 2004, deux sites étaient concernés par cette activité, sites fermés l'année suivante. Depuis 2012, un nouveau site de production de plomb de deuxième fusion connaît une réduction d'activité mais conserve ses activités de broyage de batteries uniquement.

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

Les émissions de plomb et de poussières de ces sites, liées au broyage de batteries, sont déterminées à partir des déclarations annuelles de rejets [19]. Pour des raisons de confidentialité,

dues au faible nombre de sites impliqués dans le broyage de batteries, les facteurs d'émission associés ne peuvent être affichés.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules totales des sites concernés sont disponibles dans les déclarations annuelles des rejets [19]. Dans le cas où la donnée n'est pas disponible dans les déclarations annuelles, les émissions de poussières par site sont calculées à partir d'une corrélation avec l'évolution des émissions de plomb. Pour des raisons de confidentialité, dues au faible nombre de sites concernés, les facteurs d'émission de plomb associés ne peuvent être publiés.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

La granulométrie n'est pas indiquée dans les déclarations annuelles et il existe peu d'informations spécifiques au broyage de batteries dans la littérature. Les émissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$ sont déterminées à partir des émissions de TSP et de ratios granulométriques calculés à partir de la section 2C, du Guidebook EMEP/EEA 2016, relative à la production du plomb [713].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

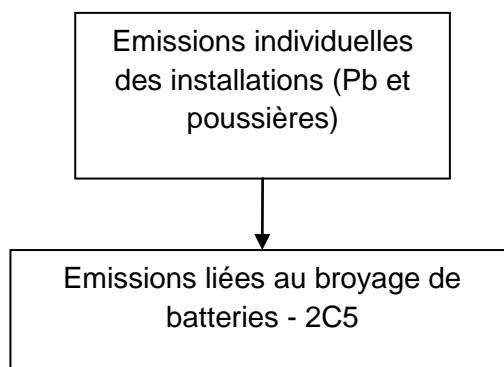
Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$, ce ratio provient du Guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue est la même que celle utilisée dans la section relative à la production de plomb primaire et secondaire.

Métaux lourds (ML)

Seul le plomb est émis en quantité significative sous forme particulaire par le procédé de broyage de batteries.

Les émissions de plomb des sites concernés sont disponibles dans les déclarations annuelles des rejets [19]. Pour des raisons de confidentialité, dues au faible nombre de sites concernés, les facteurs d'émission de plomb associés ne peuvent être affichés.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 1701/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE ZINC

Cette section concerne uniquement les émissions CO₂ liées aux procédés impliqués dans la production de zinc, première et seconde fusion. En effet, certains procédés sont émetteurs de CO₂ du fait de l'utilisation de carbonates et d'agents réducteurs, notamment pour la neutralisation d'acides divers.

Les parties relatives à la combustion des installations de production de zinc, première et seconde fusion, sont traitées dans la section 1A2b relative à la combustion d'énergie de l'industrie manufacturière

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|----------------|
| CCNUCC / CRF | 2C6 |
| CEE-NU / NFR | 2C6 |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 040309 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2 ^e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 2443Zp |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--------------------|--|
| Production de zinc | Facteur d'émission recalculé à partir des émissions déclarées et par bilan matière |

Niveau de méthode :

Rangs 2 et 3.

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[714] Recytech - Communications annuelles

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Au cours de la production de zinc, première et seconde fusions, certains procédés sont émetteurs de CO₂ du fait de l'utilisation de carbonates et d'agents réducteurs, notamment pour la neutralisation d'acides divers. Des minerais concentrés de sulfure de zinc et des concentrés issus de l'industrie métallurgique riches en zinc sont également utilisés. Ils peuvent contenir des traces de carbone sous la forme graphite ou carbonate. Lors du grillage du minerai, la part carbone du minerai émet du CO₂, soit par combustion du graphite, soit par décomposition du carbonate.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Très peu de sites en France sont concernés par les émissions de procédés liées à la production de zinc, première et seconde fusions.

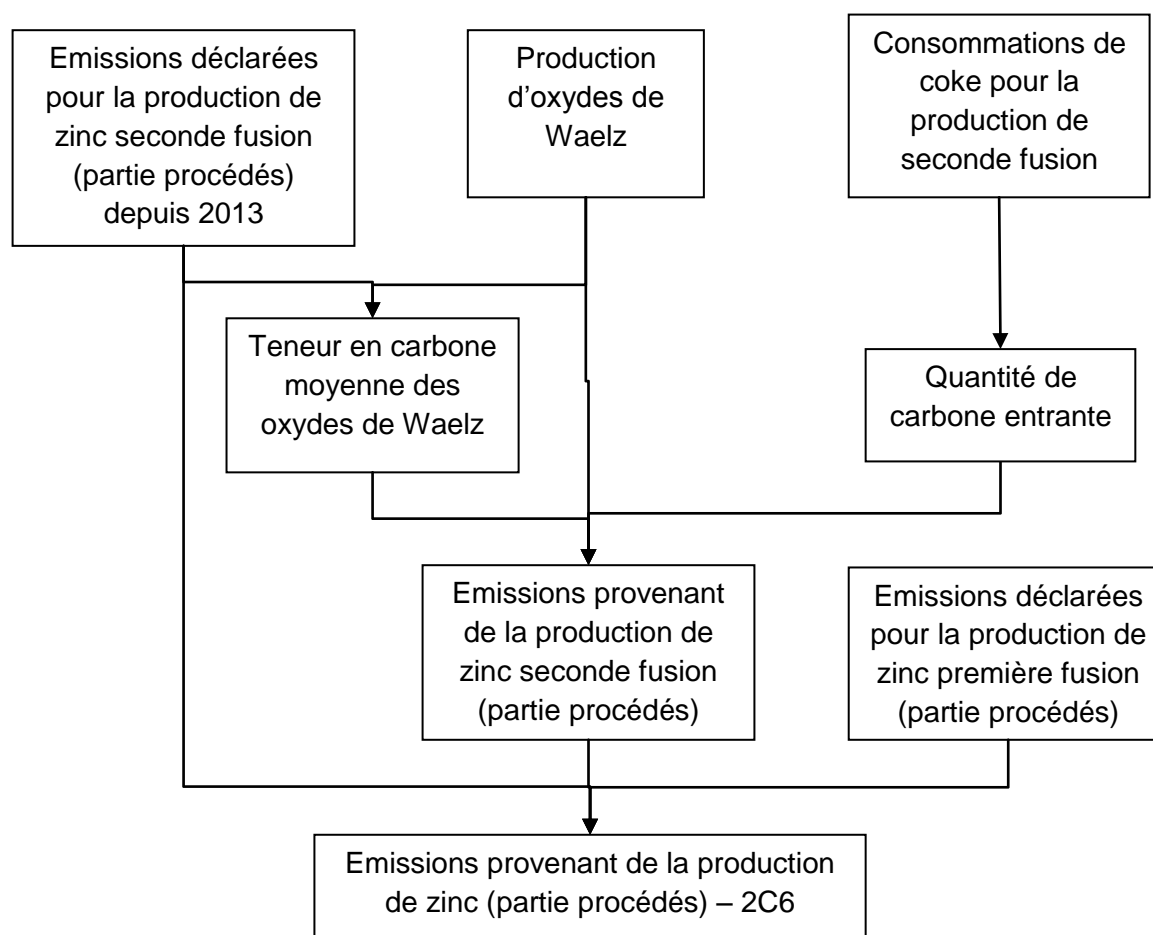
Les émissions de procédés de ces sites sont déterminées :

- Pour la production de zinc première fusion : à partir des déclarations annuelles [19],
- Pour la production de zinc seconde fusion : à partir des déclarations annuelles par bilan matière depuis 2013 [19]. Avant 2013, les émissions sont calculées à partir des quantités de carbones entrantes, liées aux consommations de coke (agent réducteur) communiquées par l'exploitant [714], et des quantités de carbone sortantes, calculées à partir de la production d'oxydes de Waelz [714] et de la teneur en carbone moyenne des oxydes de Waelz pour les années 2013 à 2015.

Compte tenu du faible nombre de sites concernés, les facteurs d'émission associés sont confidentiels.

Les autres gaz à effet de serre ne sont pas concernés par les émissions procédés relatifs à la production de zinc.

Logigramme du processus d'estimation des émissions



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/02/2017 | DB | 16/02/2017 | JV |

DECARBONATATION DANS LES FONDERIES DE FONTE

Ce paragraphe permet d'introduire la méthode de calcul des différentes sources émettrices de CO₂ en termes de décarbonatation dans les fonderies de fonte.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2C7 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 040631 |
| CE / directive IED | 3.4 / 1.1 (partiel) |
| CE / E-PRTR | 3f / 1c (partiel) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 / 24.1-3 |
| NAF 700 | 2410z ; 2451z |
| NCE | E28 et autres non spécifiquement identifiés |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

Niveau de méthode :

A partir de 2013 : rang GIEC 3. Avant 2013 : rang GIEC 2.

Références utilisées :

[19] DRIRE/DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[763] GIEC - Guidelines 2006, Volume 3, Chapitre 2, Industrial industry - Table 2.1

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Quatre sites de fonderie de fonte déclarent des émissions de CO₂ liées à l'utilisation de produits carbonés : castine, chaux, carbure de silicium, etc, qui servent de fondants.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Les données de consommation de matières carbonées sont connues depuis 2013 via les déclarations annuelles [19].

Avant 2013, faute de données, il est supposé que les consommations de carbonates sont constantes dans le temps sauf pour un site pour lequel on dispose de ces données sur la période 2005-2012 (communication directe du site).

Emissions de CO₂

Méthode mise en œuvre

Il convient de distinguer deux périodes :

A partir de 2013 : pour trois sites, les émissions de CO₂ proviennent directement des déclarations annuelles [19] et pour le dernier site, les émissions sont calculées à partir de la consommation de

matières carbonées et des facteurs d'émission par défaut des matières carbonées présentées ci-après.

Avant 2013 : pour trois sites, les émissions de CO₂ de l'année 2013 sont reportées sur la période 1990-2012 et pour un site, les émissions sont estimées à partir des consommations de matières carbonées et des facteurs d'émission par défaut.

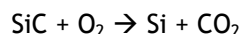
Facteurs d'émission CO₂

Les matières carbonées utilisées par leurs fondeurs de fonte sont de trois types :

- castine
- carbure de silicium
- carbure de calcium

Le facteur d'émission pour la castine est celui du calcaire, arrondi à 440 kg/t [763].

Pour le carbure de silicium, le facteur d'émission n'est pas disponible dans la littérature (GIEC) donc il est fait l'hypothèse que l'équation suivante est stœchiométrique.

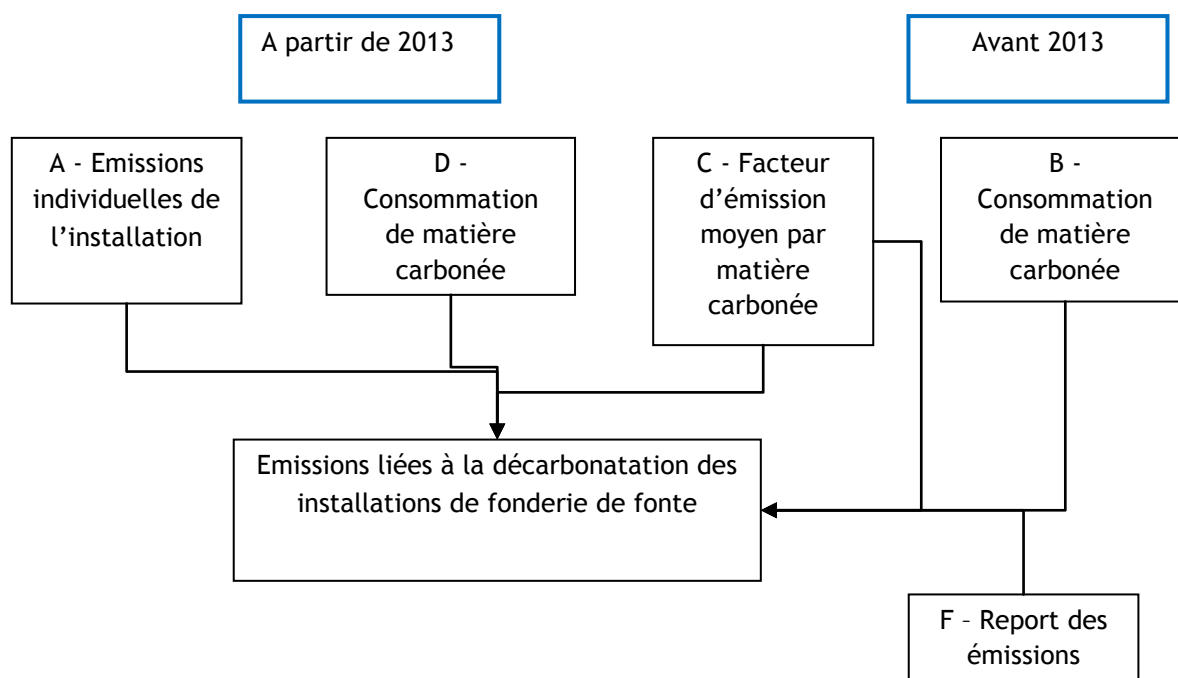


La teneur en carbone dans le composé SiC est de 0,3 (12/(12+28,09)) et donc le facteur d'émission est de 1 097 kg/t.

Pour le carbure de calcium, une valeur de 1 100 kg/t est retenue par le CITEPA dans l'inventaire.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

Logigramme du processus d'estimation des émissions - Fonderie de fonte



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE MAGNESIUM

Cette section s'intéresse aux seules émissions de SF₆ et HFC de cette activité. Les autres émissions en rapport avec l'utilisation de l'énergie sont traitées dans la section combustion d'énergie de l'industrie manufacturière.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2C7 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 030323 |
| CITEPA / SNAPc | 030323 |
| CE / directive IED | 2.5 (pour partie) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NOSE-P | 104.12 |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274M (ancienne) ; 2445z et 2454z (nouvelle) |
| NCE | E18 et E29 (partiellement) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|------------------------------|
| Volumes de production | Valeurs nationales annuelles |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [222] Données internes à Rio Tinto Alcan

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

a/ Première fusion

Voir descriptif en section 1A2b relative à la combustion d'énergie.

Le SF₆ était utilisé comme gaz inertant pour la production de magnésium notamment, en raison de la complexité du procédé. Un seul site de production de magnésium de première fusion a fonctionné jusqu'en 2001 et a transmis ses consommations de SF₆ [222].

Il y avait donc des émissions de SF₆ dues à des fuites lors de la production [222].

b/ Seconde fusion

Outre le site précédemment évoqué après transformation, il existe également d'autres sites de production de magnésium de seconde fusion qui utilisent aussi le SF₆ comme gaz inertant. Depuis 2009, du HFC-134a est utilisé sur un site en complément et substitution du SF₆.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de Gaz fluorés

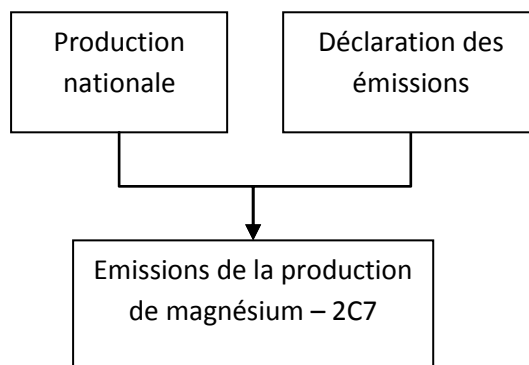
SF₆

La totalité du SF₆ utilisé pour la production de magnésium est supposée émise à l'atmosphère. Les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles [19] et des données transmises par les exploitants [50]. Ces données sont confidentielles.

HFC

La totalité du HFC-134a utilisé pour la production de magnésium est supposée émise à l'atmosphère. Les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles [19] et des données transmises par la fonderie employant cette substance [50]. Les émissions sont confidentielles car elles proviennent d'une seule fonderie.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/02/2017 | DB | 07/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE NICKEL

L'activité concernée dans cette section est la production de nickel hors procédé thermique.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-----------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2C7 |
| CEE-NU / NFR | 2C7b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040305 |
| CITEPA / SNAPc | 040305 |
| CE / directive IED | 2.5 |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.4 |
| NAF 700 | 274M (ancienne) ; 2445 (nouvelle) |
| NCE | E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------|------------------------------|
| Volumes de production | Valeurs nationales annuelles |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [589] EMEP / EEA 2013 - Section 2.C.7.b Nickel production, Table 3.1

Caractéristiques de la catégorie:

La production de nickel se fait à partir de deux types de minerais :

1/ les minerais contenant du nickel oxydé (formés par la modification chimique de roches de surface sous climat tropical). Les minerais contiennent 1,8% de nickel. Seuls les minerais latéritiques silicates (notamment la garniérine de Nouvelle-Calédonie, teneur moyenne 2,8%) ont été jusqu'ici exploités.

2/ les minerais contenant du nickel sulfuré (extrait en profondeur, alliés à des minerais annexes, teneur élevée).

Métropole

En France métropolitaine, il y a un seul site de production qui élabore du nickel de haute pureté. Le procédé est décrit ci-dessous :

1. Attaque de la matte

La matte est d'abord broyée finement, puis attaquée par une solution de chlorure ferrique en présence de chlore dans un ensemble de réacteurs. Le nickel, le cobalt et le fer sont transformés en chlorures, tandis que le soufre reste à l'état élémentaire.

La solution de chlorures de nickel, cobalt et fer est séparée du soufre et des résidus insolubles grâce à un filtre et subit alors des étapes successives d'extraction et de purification.

2. Extraction et purification

• Extraction du fer

L'extraction du fer est obtenue grâce à l'utilisation d'un solvant organique sélectif mis en contact avec la solution dans une batterie d'appareils mélangeurs-décanteurs fonctionnant à contre-courant.

• Extraction du cobalt

Pour extraire le cobalt de la solution de chlorures de nickel et de cobalt maintenant débarrassée du fer, le même principe que précédemment est appliqué dans une autre série de mélangeurs-décanteurs à l'aide d'un solvant différent. Une solution de chlorure de cobalt pure et une solution de nickel ne contenant plus de cobalt sont obtenues.

3. Electrolyse

La solution purifiée de chlorure de nickel est envoyée dans une série de cuves d'électrolyse. Celles-ci comportent des anodes insolubles régénérant le chlore; le nickel métal se dépose à la cathode, sur des feuilles-mères en nickel.

Une cathode épaisse de nickel pur à très basse teneur en cobalt et avec des niveaux d'impuretés extrêmement faibles est obtenue.

Pour les besoins spécifiques de certaines industries (nucléaire, aérospatiale, etc.), les cathodes subissent un recuit éliminant totalement l'hydrogène.

4. Découpage des cathodes et conditionnement

Avant leur expédition, les cathodes de nickel sont découpées par cisailage pour obtenir des éléments, adaptés aux besoins des industries utilisatrices puis conditionnées.

Outre-mer

Il existe depuis 2012 un site de production en Outre-Mer, l'usine de Vale Inco en Nouvelle - Calédonie, qui produit de l'oxyde de nickel à partir de minerai latéritique par lixiviation haute pression et température (procédé HPAL). Ses émissions sont estimées à partir de la production et de données locales confidentielles.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

La production métropolitaine est connue via la déclaration annuelle du site producteur [19]. Au cours du procédé, du nickel, des COVNM et des particules sont émis.

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission des COVNM en métropole est calculé sur la base de la déclaration de rejets annuels [19]. Les données détaillées ne sont pas communiquées pour cause de confidentialité.

Les émissions du site situé en Nouvelle-Calédonie sont estimées à partir de sa production et de données locales confidentielles qui permettent de calculer un facteur d'émission spécifique.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

De 1990 à 2002, les émissions de particules pour la métropole sont calculées sur la base d'un facteur d'émission moyen issu de la littérature [49]. A partir de 2003, les facteurs d'émission sont basés sur les déclarations annuelles de rejets [19].

Compte tenu du nombre limité de producteurs, les données détaillées sont confidentielles.

Les émissions du site situé en Nouvelle-Calédonie sont estimées à partir de sa production et de données locales confidentielles qui permettent de calculer un facteur d'émission fixe.

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

La granulométrie appliquée pour la métropole et l'outre-mer est issue de la même source que le facteur d'émission des TSP [49].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$. Ce ratio est estimé négligeable pour la production de nickel car non estimé dans le Guidebook EMEP/EEA [589].

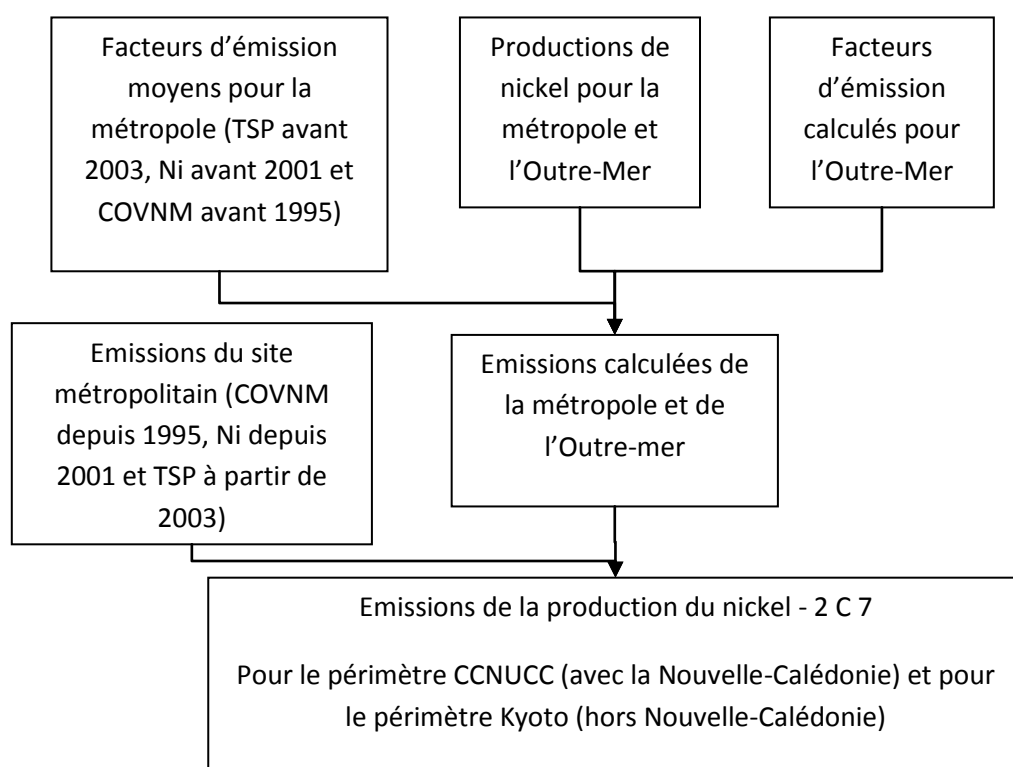
Métaux lourds (ML)

La production de nickel émet du nickel. Depuis 2000, le facteur d'émission pour la métropole est calculé sur la base des émissions figurant dans les déclarations annuelles [19]. Pour les années antérieures à 2000, faute de données disponibles, le facteur d'émission par défaut proposé par le Guidebook EMEP/EEA 2013 [589] est appliqué.

Compte tenu du nombre limité de sites, le détail des données est confidentiel.

Les émissions de nickel du site situé en Nouvelle-Calédonie sont estimées à partir de sa production et de données locales confidentielles qui permettent de calculer un facteur d'émission spécifique.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 18/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

PRODUCTION DE SILICIUM

Cette section concerne uniquement les émissions de CO₂ procédé de la production de silicium, ferrosilicium et silico-alliages du fait de l'utilisation d'agents réducteurs. Les émissions de CO₂ biomasse ne sont pas rapportées pour cette section car hors périmètre mais les consommations d'agents réducteurs biomasse sont déduites du solde du bilan de l'énergie (cf. section 1A2b).

Les parties relatives à la combustion des installations de production de silicium, ferrosilicium et ferroalliages, sont traitées dans la section 1A2b relative à la combustion d'énergie de l'industrie manufacturière.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|----------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2C7 |
| CEE-NU / NFR | 2C7 |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 040309 |
| CE / directive IED | 2.3 à 2.5 |
| CE / E-PRTR | 2c et 2e |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 24.1 et 24.4 |
| NAF 700 | 2410z et 2445z (en partie) |
| NCE | E16 et E18 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-----------------------------------|---|
| Quantités entrantes de réducteurs | Facteurs d'émission spécifiques aux réducteurs et émissions déclarées |

Niveau de méthode :

Rang 2 et 3.

Références utilisées :

[19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Certains procédés de la production de silicium, ferrosilicium et silico-alliages, sont à l'origine d'émissions de CO₂ du fait de l'utilisation d'agents réducteurs. La production est réalisée par électrometallurgie dans des fours à arc électrique. La réaction globale est une réaction de carboréduction ($\text{SiO}_2 + \text{C} \rightarrow \text{Si} + \text{CO}_2$), avec des réactions intermédiaires conduisant à la formation de SiC, de SiO. En pratique, le silicium est introduit sous forme de morceaux de silice mélangé à des réducteurs tels que le bois, le charbon de bois, la houille, le coke de pétrole.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Depuis 2013 :

Les données d'émissions de procédé et de consommation par réducteur proviennent des déclarations annuelles [19] sous forme de bilan matière. La part des émissions de procédé parmi les émissions totales est déterminée, le solde correspondant à de la combustion.

Entre 2003 et 2012 :

Les émissions de procédé par site sont recalculées à partir des émissions totales déclarées [19] et de la part moyenne des émissions procédé dans les émissions totales sur la période 2013-2015. Les consommations par combustible proviennent des enquêtes statistiques [26] et de recalculs à partir des émissions de procédé par site, de la répartition moyenne des combustibles et des facteurs d'émission spécifiques moyens sur la période 2013-2015.

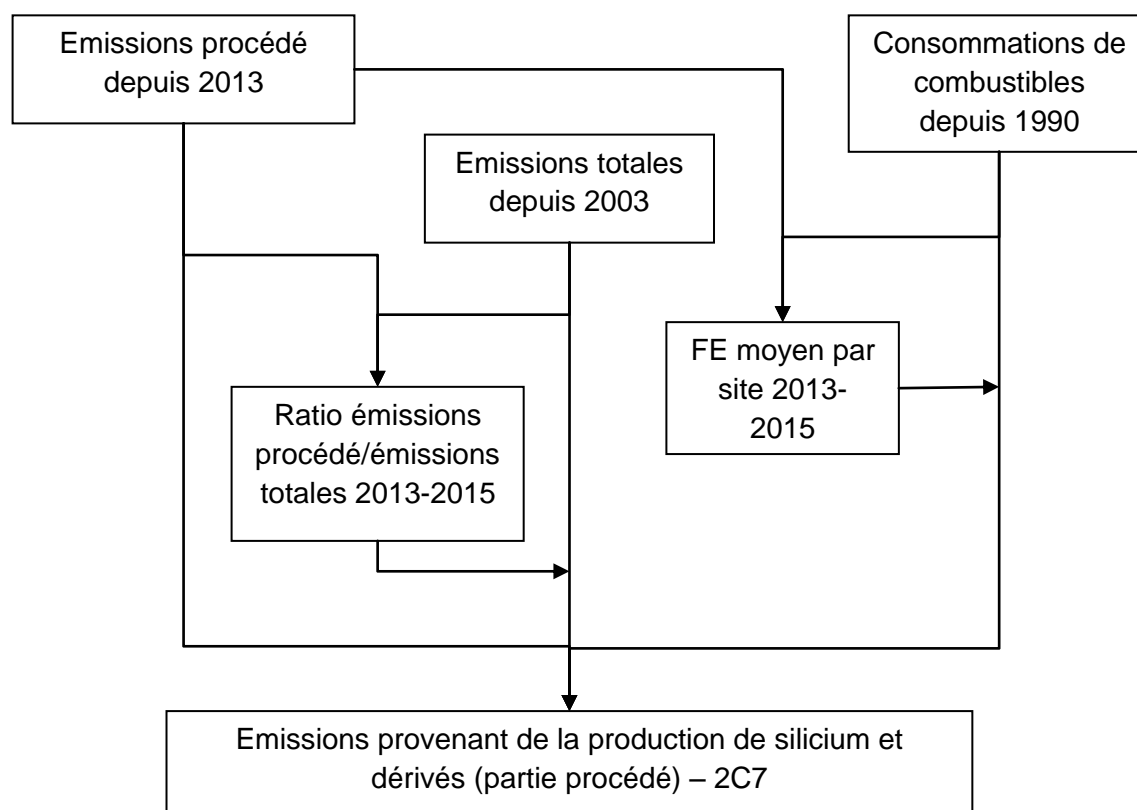
De 1990 à 2002 :

Les émissions sont estimées à partir des données de consommations, issues des enquêtes statistiques [26] ou reportées de l'année 2003, et des facteurs d'émission moyens sur la période 2013-2015.

La production annuelle par site et par type de production n'est pas connue, il n'y a donc pas de facteur d'émission relatif à la production pour cette catégorie.

Les autres gaz à effet de serre ne sont pas concernés par les émissions procédés relatifs à la production de silicium et ses dérivés.

Logigramme du processus d'estimation des émissions



AUTRES USAGES ET PRODUCTIONS (SOLVANTS, GAZ FLUORES, ETC.)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 08/02/2016 | DB | 25/02/2016 | JV |

UTILISATION DE LUBRIFIANTS

Cette section couvre les émissions de CO₂ liées à l'utilisation de lubrifiants dans les moteurs 4 temps (consommation non énergétique). Les émissions liées aux moteurs 2 temps (consommation énergétique) sont considérées dans les chapitres relatifs aux différents secteurs de transport (routier, engins de l'agriculture, maritime, plaisance et petits engins du résidentiel/tertiaire).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2.D.1 (partiellement) |
| CEE-NU / NFR | 2.G |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060604 (partiel) |
| CITEPA / SNAPc | 060604 (partiel) |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012, 01, 49.1-2, 50, 51 |
| NAF 700 | La liste des rubriques concernées est trop importante pour être affichées ici |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|-------------------------------|
| Consommation totale nationale de lubrifiants | Facteur d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

[25] MEDDE / SOeS (ex Observatoire de l'Energie) - Données transmises à l'AIE et à EUROSTAT

[653] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 3, Chapitre 5, section 5.2.2.2

Méthode générale d'estimation des émissions:

Les lubrifiants sont utilisés dans les moteurs pour réduire les frottements des pièces mécaniques et leur usure précoce.

Ces lubrifiants peuvent être utilisés :

- Dans les moteurs 2 temps : ils sont mélangés à l'essence dans la chambre de combustion et sont donc considérés comme une consommation énergétique. C'est pour cela que ces consommations et émissions sont prises en compte dans les secteurs consommateurs (cf. transport routier, transport fluvial, transport maritime, résidentiel, agriculture / sylviculture / activités halieutiques).
- Dans les moteurs 4 temps : ils remontent du carter moteur dans la chambre de combustion en petite quantité et on a donc une consommation non énergétique.

La quantité totale de lubrifiants utilisés en France est obtenue à partir du bilan de l'énergie produit annuellement par le SOeS [25].

Les quantités consommées par les moteurs 2 temps sont soustraites de la quantité nationale pour obtenir la quantité de lubrifiants destinés aux usages non énergétiques (moteurs 4 temps notamment).

Les quantités de lubrifiants liées aux moteurs 4 temps du transport routier sont estimées à partir du modèle COPERT. Par déduction de cette quantité, il reste une consommation de lubrifiants pour un usage non énergétique dans des moteurs 4 temps hors routier.

Le facteur d'émission de CO₂ utilisé provient des lignes directrices du GIEC de 2006 [653].

Méthode d'estimation des émissions de GES:

Emissions de CO₂

L'utilisation de lubrifiants dans les moteurs 4 temps est émettrice de CO₂.

Le facteur d'émission de CO₂ utilisé pour les lubrifiants provient des lignes directrices du GIEC de 2006 [653]. Ce facteur d'émission est composé de plusieurs paramètres :

$FE_{CO_2} = CC_{lubricant} \times ODU_{lubricant} \times \text{masse molaire } CO_2 / \text{masse molaire C}$

Où

CC lubricant : contenu carbone des lubrifiants (valeur GIEC par défaut = 20 kg C/GJ)

ODU lubricant : taux d'oxydation pendant l'utilisation (valeur GIEC par défaut = 20%)

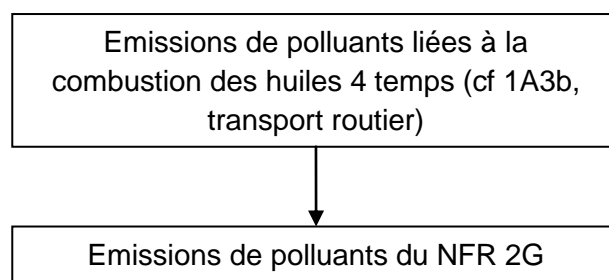
masse molaire CO₂ : 44 g/mol

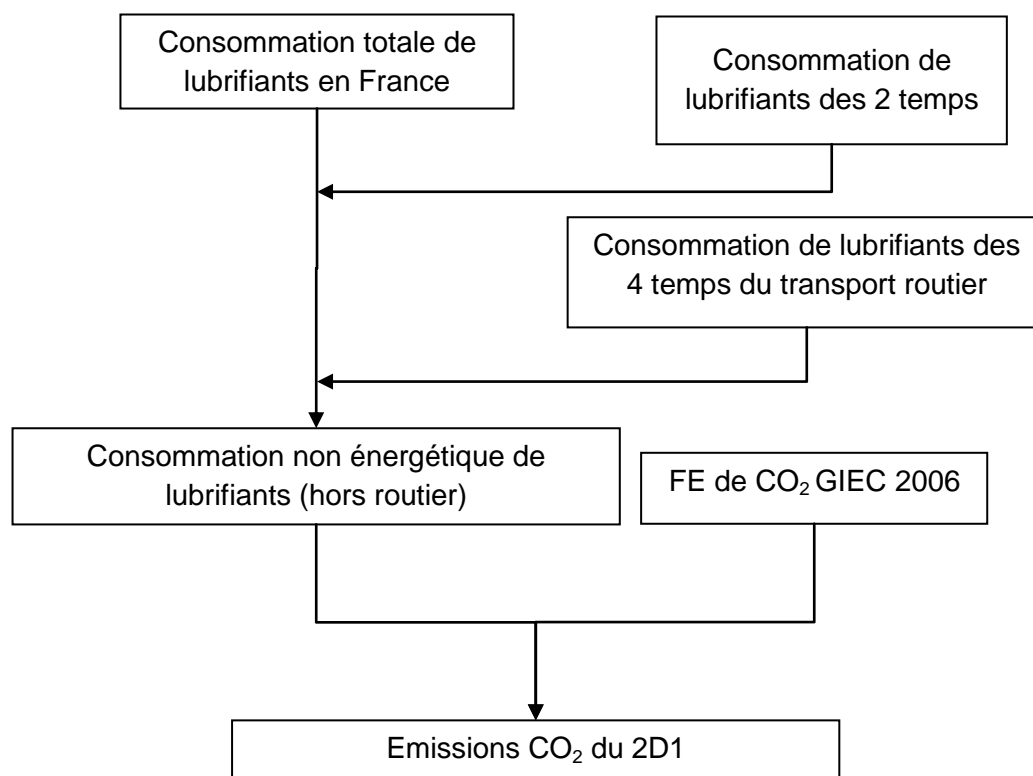
masse molaire C : 12 g/mol

Le facteur d'émission utilisé est donc de 14,7 kg CO₂/GJ, et il est converti en kg CO₂/t de produit à partir du PCI moyen des lubrifiants.

Méthode d'estimation des émissions de polluants:

Les méthodes d'estimation des émissions de polluants sont détaillées dans la partie 1A3b relative au transport routier.



Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 08/08/02 | DB | 25/02/2016 | JV |

UTILISATION DE PARAFFINES ET CIRES

Cette section couvre les émissions de CO₂ liées à l'utilisation non énergétique de paraffines et de cires.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.D.2 |
| CEE-NU / NFR | 2.G |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060604 (partiel) |
| CITEPA / SNAPc | 060604 (partiel) |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012 |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|-------------------------------|
| Consommation totale nationale de paraffines et de cires | Facteur d'émission par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

[25] MEDDE / SOeS (ex Observatoire de l'Energie) - Données transmises à l'AIE et à EUROSTAT

[654] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 3, Chapitre 5, section 5.3.2.2

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

Les paraffines solides, ou cires et les paraffines liquides sont des produits obtenus en raffinerie à partir du pétrole.

La quantité totale de paraffines et cires utilisées en France est obtenue à partir du bilan de l'énergie produit annuellement par le SOeS [25].

Le facteur d'émission de CO₂ utilisé provient des lignes directrices du GIEC de 2006 [654].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission de CO₂ utilisé pour l'utilisation de paraffines et de cires provient des lignes directrices du GIEC de 2006 [654]. Ce facteur d'émission est composé de plusieurs paramètres :

FE CO₂ = CC lubricant x ODU lubricant x masse molaire CO₂ / masse molaire C

Où

CC lubricant : contenu carbone des lubrifiants (valeur GIEC par défaut = 20 kg C/GJ)

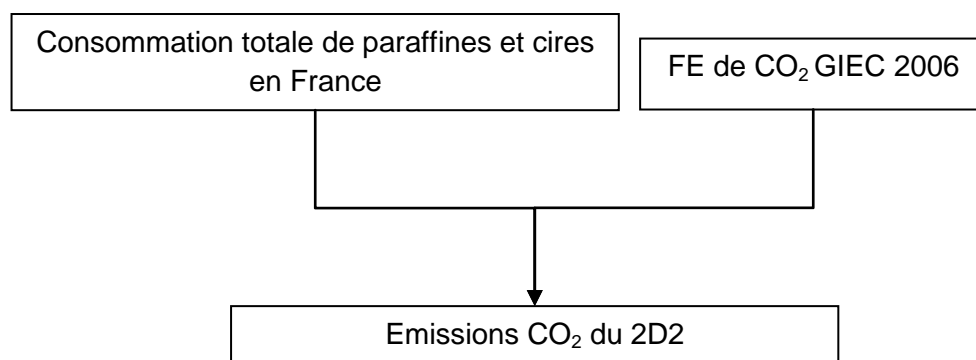
ODU lubricant : taux d'oxydation pendant l'utilisation (valeur GIEC par défaut = 20%)

masse molaire CO₂ : 44 g/mol

masse molaire C : 12 g/mol

Le facteur d'émission utilisé est donc de 14,7 kg CO₂/GJ, et il est converti en kg CO₂/t de produit à partir du PCI de la paraffine.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|--------------|--------------------|--------------|
| 02/02/2017 | DB/JMA/CG/LS | 06/02/2017 | JV |

UTILISATION D'UREE

Ce paragraphe décrit les émissions de CO₂ dans les différentes sources d'utilisation d'urée.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2D3.4 (partiel) |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 040631 pour les DéNOx dans les centrales thermiques 070101, 070102, 070103, 070201, 070202, 070203, 070301, 070302 et 070303 pour le transport routier 010106 et 090201 pour les usines d'incinération de déchets non dangereux 040408 pour les autres usages |
| CE / directive IED | 5.2 (partiellement) |
| CE / E-PRTR | 5b (partiellement) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 / 35 / 37-39 / 49 (partiellement) |
| NAF 700 | 3511Z (partiellement) (nouvelle) 3811Zp, 3821Zp (partiellement) (nouvelle) 4941 (partiellement) (nouvelle) Variable selon le secteur d'utilisation pour les autres usages |
| NCE | E05 / E53 / E41 (partiellement) Variable selon le secteur d'utilisation pour les autres usages |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| DéNOx dans les centrales thermiques : bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Généralement spécifiques de chaque installation considérée individuellement pour les DéNOx dans les centrales thermiques |
| Transport routier : bottom-up à partir de la consommation de carburant des véhicules considérés | Pourcentage de la consommation d'urée pour le transport routier |
| UIDND : bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Bilan massique pour les usines d'incinération de déchets non dangereux |
| Autres usages : bilan entre la quantité totale utilisée et les quantités utilisées par les secteurs connus | Facteur d'émission par défaut pour les autres usages |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 1 ou 3 selon le secteur

Références utilisées :

- [19] DRIRE/DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [642] EMEP/EEA guidebook, 1A3b road transport, version 2013 updated 09/2014
- [643] Commission Européenne - BREF Incinération des déchets p406 et 412 - Août 2006
- [644] Direction générale des douanes - importation et exportation d'urée
- [730] R. Sonan Occho. CCCFA. adblue® pour véhicules légers diesel (véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers). Réunion UIP/CCFA - Octobre 2014

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section concerne les émissions de CO₂ induites par l'utilisation d'urée au sein de plusieurs applications :

- Utilisation d'urée par les systèmes de traitement des NOx (déNOx) de type SCR (Réduction sélective catalytique) par certaines centrales thermiques,
- Utilisation d'urée par les systèmes de traitement des NOx de type SCR par les véhicules routiers,
- Utilisation d'urée par les systèmes de traitement des NOx de type SNCR (Réduction non catalytique sélective) par les usines d'incinération de déchets non dangereux,
- Utilisation de l'urée dans le secteur industriel notamment pour la fabrication de matériaux thermodurcissables, d'adhésifs, etc.

La partie relative aux émissions provenant de la production d'urée est traitée dans une section spécifique.

La partie relative aux émissions provenant de l'utilisation d'urée dans le secteur agricole est également traitée dans une section spécifique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

A. Utilisation d'urée par les centrales thermiques

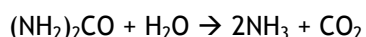
Certaines centrales thermiques utilisent de l'urée via leur système de traitement des NOx (déNOx) de type SCR (Réduction sélective catalytique). Un seul site est concerné en France métropolitaine et quelques sites en Outre-mer.

Les données de consommation d'urée et les émissions de CO₂ associées sont connues, pour les centrales thermiques qui en consomment, via leur déclaration annuelle de polluants [19] dans le cadre du SEQE. Ces données ne sont disponibles que certaines années. Seules les années où la donnée est déclarée sont retenues.

Compte tenu du nombre limité de sites, le facteur d'émission ne peut pas être communiqué dans la base de données OMINEA.

B. Utilisation d'urée par les véhicules routier

Les systèmes de post-traitement utilisés pour réduire les émissions de NO_x dans le transport routier utilisent une solution aqueuse d'urée en tant que agent réducteur. Ils sont utilisés sur les véhicules lourds (y compris bus et cars) à partir de la norme Euro V ainsi que sur les véhicules légers à partir de la norme Euro 6. L'urée a un type chimique de (NH₂)₂CO et quand il est injecté en amont d'un catalyseur d'hydrolyse dans la ligne d'échappement, la réaction suivante a lieu :



L'ammoniac formé par cette réaction est le principal agent qui réagit avec les oxydes d'azote afin de les réduire en azote. Cependant, cette équation d'hydrolyse conduit également à la formation de dioxyde de carbone qui est libéré dans l'atmosphère.

Les spécifications de solution d'urée disponible dans le commerce pour les catalyseurs SCR pour les sources mobiles sont réglementée par la norme DIN 70070, qui précise que l'urée doit être en solution aqueuse à une teneur de 32,5% en poids et une densité de 1,09 g / cm³.

La consommation d'urée est estimée à partir de la consommation de carburant des véhicules avec les hypothèses suivantes [642, 730] :

Véhicules Euro 6 : entre 0,75 litre et 3 litres pour 1000 km

Véhicules EURO V SCR : consommation d'urée = 6% de la consommation de carburant

Véhicules EURO VI (tous SCR) = 3,5% de la consommation de carburant.

Les facteurs d'émission de CO₂ exprimés en kg CO₂/t urée sont disponibles dans la base de données OMINEA.

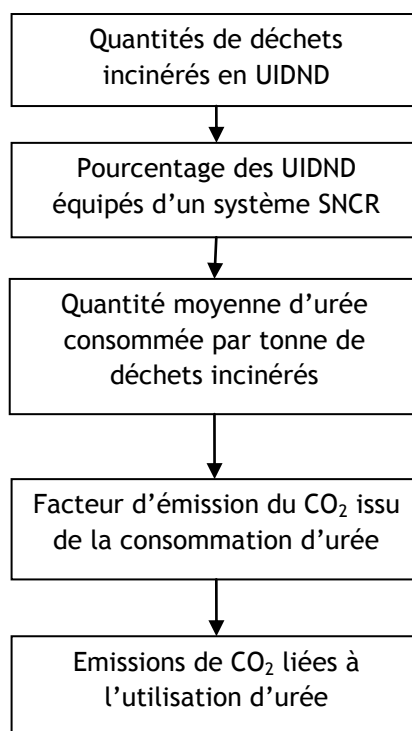
C. Utilisation d'urée par les usines d'incinération de déchets non dangereux

Plus de 90% des UIDND sont équipées d'un système d'abattement des NOx. Ils sont essentiellement de type SNCR et SCR. Ces systèmes utilisent soit de l'urée, soit de l'ammoniac (le plus souvent sous forme dissoute) soit de l'acide cyanhydrique. Cependant, faute d'information, on suppose que la totalité de ces systèmes utilise de l'urée (hypothèse majorante pour les émissions de CO₂).

La consommation d'urée est déterminée à partir de la quantité de déchets incinérés dans les UIDND et d'une quantité moyenne d'urée consommée par tonne de déchets incinérés (4 kg/Mg) [643].

Les facteurs d'émission de CO₂ exprimés en kg CO₂/t urée sont disponibles dans la base de données OMINEA (déterminé par bilan massique).

Logigramme du processus d'estimation des émissions



D. Autres utilisations de l'urée

L'urée est également consommée pour d'autres usages, notamment au niveau industriel. En effet, l'urée est employée pour l'élaboration de matériaux plastiques thermodurcissables (résines urée-formol, etc.), d'adhésifs contenant méthanal et mélamine, etc.

La consommation d'urée pour les autres usages est calculée à partir de l'équation suivante :

Consommation urée autres usages = Production (cf. section spécifique) + Importation [644] - Exportation [644] - Consommation des autres secteurs connus (utilisation d'urée par centrales thermiques, par les véhicules routier, par les usines d'incinération de déchets non dangereux et par l'agriculture).

Les facteurs d'émission de CO₂ exprimés en kg CO₂/t urée sont disponibles dans la base de données OMINEA (déterminé par bilan massique).

Emissions de CH₄

Il n'est pas attendu d'émission de CH₄ pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'est pas attendu d'émission de N₂O pour ce secteur.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'est pas attendu d'émission de gaz fluorés pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | DB | 01/02/2017 | DB |

RECOUVREMENT DES ROUTES PAR L'ASPHALTE

Cette section concerne les émissions de COVNM, de HAP et de dioxines/furanes engendrées par le dépôt de bitume sur les routes.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.2 |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.b |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040611 |
| CITEPA / SNAPc | 040611 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 41 - 43 |
| NAF 700 | 452P (ancienne) ; 4211Z (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Consommation nationale de bitume routier | Valeurs nationales ou par défaut selon les polluants |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

[70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996

[184] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Consommation annuelle de bitume routier. Communication en 2006

[188] AER - Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCP, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour CITEPA, non publié)

[464] EMEP / EEA Guidebook - Mai 2009 - 2A6 - Table 3-1

[715] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Les produits de l'industrie routière. Publication annuelle

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Le recouvrement des routes peut se faire au moyen de deux matériaux : d'une part, l'asphalte (utilisé comme liant) et, d'autre part, les gravillons.

Le dépôt de bitume sur les routes engendre des émissions de COVNM, de HAP et de dioxines/furanes. Aucune émission directe de gaz à effet de serre n'est induite. Les émissions de poussières sont déjà comptabilisées dans la section 1A2g relative à la production d'enrobés.

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

Les émissions sont déterminées à partir de la consommation annuelle de bitume et des quantités d'enrobés fournies par la profession par communication avant 2005[184] et dans une publication annuelle pour les années 2005 et suivantes [715].

La consommation de bitume représente environ 8% de la production d'enrobé.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂, NO_x, CO

Aucune émission de SO₂, NO_x ou CO n'est induite par le dépôt de bitume sur les routes.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission provenant du guidebook EMEP/EEA [464].

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules totales sont incluses dans la section 1A2g relative à la production d'enrobés.

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions de dioxines/furanes sont déterminées à partir d'un facteur d'émission constant [70].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

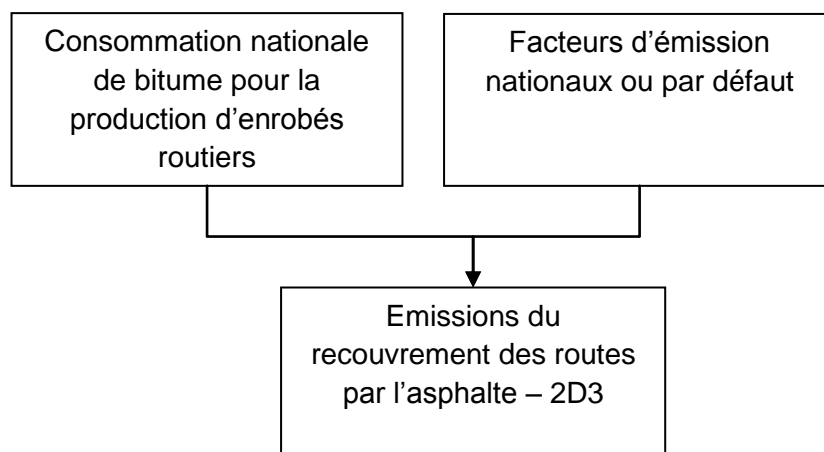
Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Les émissions de HAP pour chacune des espèces sont déterminées à partir de facteurs d'émission spécifiques à chaque composé issus d'une étude de l'AER [188].

Polychlorobiphényles (PCB) et Hexachlorobenzène (HCB)

Aucune émission de PCB ou HCB n'est induite par le dépôt de bitume sur les routes.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 18/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

MATERIAUX ASPHALTES POUR TOITURE

Cette section concerne les émissions de COVNM, CO et particules engendrées par la fabrication et la pose de matériaux asphaltés pour toiture.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|----------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.3 |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.c |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040610 |
| CITEPA / SNAPc | 040610 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 41 - 43 |
| NAF 700 | 2399z, 4120 et 4391B (en partie) |
| NCE | E21 - E39 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---------------------|
| Production de matériaux asphaltés pour toiture | Valeurs par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1.

Références utilisées :

[184] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Consommation annuelle de bitume routier. Communication en 2006

[715] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Les produits de l'industrie routière. Publication annuelle

[727] Eurobitume - European bitumen consumption statistics. Publication annuelle depuis 2008

[728] ToiturePro - Bardeaux d'asphalte, Description du produit - <https://www.toiturepro.com/revetement/bardeau-d-asphalte>

[729] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B, 2.D.3.c Asphalt roofing

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

La fabrication et la pose de bardeaux et autres matériaux asphaltés engendre des émissions de COVNM, de CO et de poussières.

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

Les émissions sont estimées à partir du volume de production de matériaux asphaltés, déterminé à partir de la consommation de bitume et d'une teneur moyenne en bitume de 35% dans les bardeaux d'asphaltes [728]. La consommation de bitume pour les matériaux de toiture provient de statistiques européennes [727] à partir de 2008. Avant 2008, cette valeur est recalculée à partir des consommations de bitume dans l'industrie routière données fournies par la profession [184] [715] et

du ratio de consommation de bitume entre les matériaux de toiture et les enrobés routiers sur la période 2008-2015.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de CO

Les émissions de CO sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission provenant du guidebook EMEP/EEA [729].

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission provenant du guidebook EMEP/EEA [729].

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de TSP sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission provenant du guidebook EMEP/EEA [729].

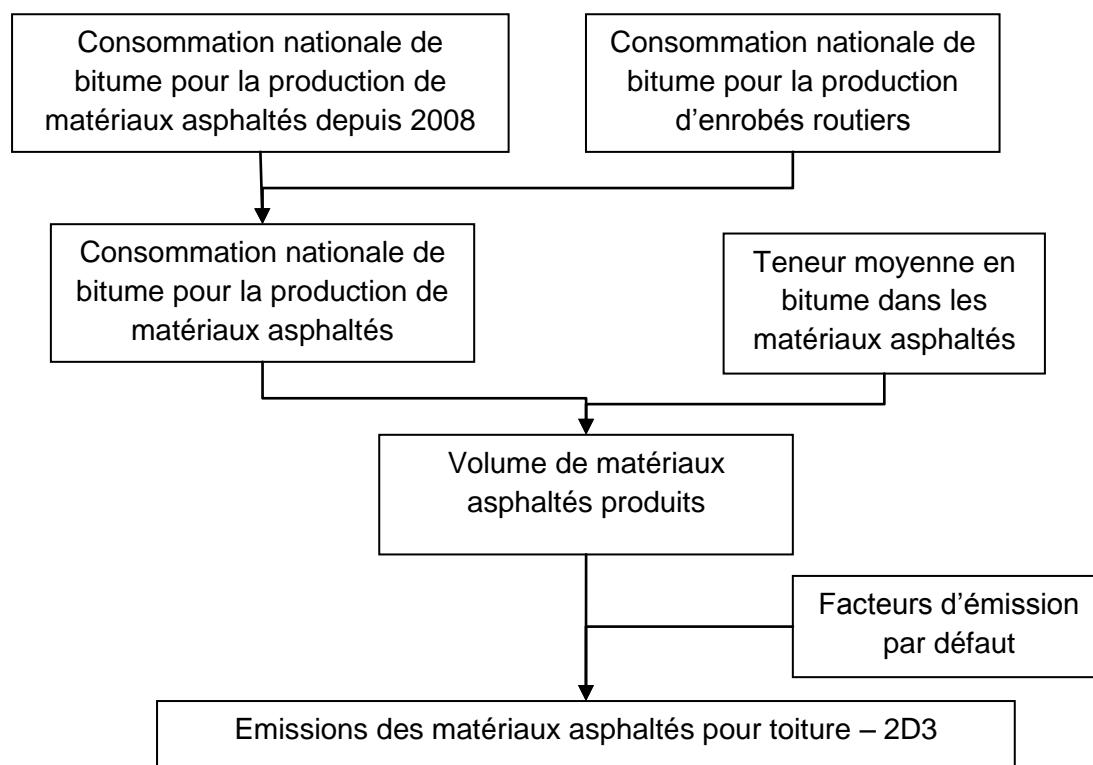
Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission provenant du guidebook EMEP/EEA [729]. Les émissions de $PM_{1,0}$ sont calculées à partir d'un facteur d'émission supposé similaire à celui des $PM_{2,5}$.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA [729].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

FABRICATION ET MISE EN ŒUVRE DE PRODUITS CHIMIQUES

Cette section comprend la mise en œuvre du polyester, du polychlorure de vinyle (PVC), du polyuréthane (PU), de mousse de polystyrène (PS) et de caoutchouc ainsi que la fabrication de produits pharmaceutiques, supports adhésifs et autres produits chimiques, peintures, encres et colles.

L'ennoblissement textile et le tannage du cuir sont supposés négligeables soit de par le faible niveau d'activité, soit du fait de l'absence d'information. La fabrication de mousse engendre également des émissions de gaz fluorés qui sont traitées dans la section 2F2 relative aux mousses isolantes.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.1 |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.g |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060301 à 060314 hors 060310 |
| CITEPA / SNAPc | 060301 à 060314 hors 060310 |
| CE / directive IED | Partiellement 4.1h à k, 4.5, 6.2 et 6.3 |
| CE / E-PRTR | 4aviii à xi, 4e, 9a et b |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 20 à 22, 23.5-6, 29-32 |
| NAF 700 | 173Z, 19, 241C, 241L, 241N, 243Z, 244, 246C, 246G, 251, 252 (ancienne) 1330Z, 1511Zp, 1512Zp, 1520Z, 1629Zp, 2012Z, 2016Z, 2017Z, 2219Zp, 2229Ap, 2229Bp, 2030Z, 2052Z, 2059Zp, 2110Z, 2120Zp, 2211Zp, 2219Zp, 2221Z, 2222Z, 2223Zp, 2733Zp, 3230Zp, 3250Ap, 3299Zp, 3319Zp, 3320Dp, 4332Ap (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Traitement des statistiques de consommation au niveau national ou bottom-up suivant les secteurs | Spécifiques aux secteurs. Valeurs nationales ou spécifiques à chaque installation si elles sont disponibles |

Niveau de méthode :

Rang 1 à 3 suivant les secteurs : utilisation de valeurs par défaut ou prise en compte des déclarations de toutes les installations françaises suivant le secteur considéré.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [111] FIPEC - données statistiques sur les consommations de peinture, encres, etc.
- [115] SPMP - Rapport annuel, les matières plastiques en chiffres
- [116] SNCP - Syndicat National du Caoutchouc et des Polymères - rapports annuels d'activité
- [117] SICOS - Données de la profession

- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [121] CITEPA - Final EGTEI document - Polystyrene processing - 2003
- [122] IFARE - Task force on assessment of abatement techniques for VOC from stationary sources, May 1999
- [123] FIPEC pour le compte de l'ADEME - Emissions de COV dans la production de peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles et adhésifs, 1997
- [329] CITEPA - Données internes résultant des divers audits (diagnostics et pré diagnostics) réalisés par le CITEPA
- [351] SESSI - Résultats annuels des enquêtes de branche
- [686] ADEME - Panorama du marché du polyuréthane et état de l'art de ses techniques de recyclage (février 2014)
- [687] CITEPA - Mise à jour des données relatives aux moyens de réduction des émissions de pentane issues de la transformation du polystyrène expansé. Citepa, 2015
- [749] INSEE - Statistiques ProdFRA de 2009 à année N-1 - production de polyesters (codes 2016407000 ; 2016408000)
- [772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Des solvants ou des COVNM ayant certaines caractéristiques physico-chimiques (pentane comme agent d'expansion dans le polystyrène, styrène comme agent réactif de réticulation dans la transformation du polyester) sont utilisés lors de la production de chacun des produits considérés dans cette section.

En ce qui concerne la mise en œuvre de produits chimiques, la production ou la mise en œuvre de polyester, de PVC, de polyuréthane, de mousse de polystyrène, les activités (quantités de produits consommées) proviennent des statistiques nationales de production et de consommation [53, 115, 351, 686, 749].

Pour la fabrication d'encres, peintures et colles, la même méthodologie est utilisée. Les données d'activité proviennent des statistiques nationales [111, 351].

En ce qui concerne les productions de pneumatiques et la mise en œuvre de caoutchouc, les activités sont disponibles auprès de la profession [116].

Les consommations de solvants utilisés dans la fabrication de produits pharmaceutiques proviennent d'une enquête auprès des professionnels du secteur [117] et des déclarations annuelles des rejets des industriels [19].

La consommation de solvants utilisés dans la fabrication de supports adhésifs ainsi que les émissions découlent directement du traitement des déclarations annuelles de rejets des industriels [19] (consommation de solvants déclarée ou déduite de la production de l'usine).

En ce qui concerne la fabrication et la mise en œuvre des autres produits chimiques (en chimie fine et parachimie), quatre sous-secteurs sont définis :

- la production de produits à l'origine d'émissions de COVNM de la chimie fine hors pharmacie,
- l'extraction des arômes alimentaires ou de parfumerie,
- la production de savons et détergents à l'origine d'émissions de particules,
- diverses activités difficilement classables dans un secteur particulier.

Pour les procédés émetteurs de COVNM, les émissions sont déterminées à partir des déclarations annuelles de rejets des industriels [19] depuis 2004. Pour les années antérieures, les émissions sont estimées site par site suivant les activités, le niveau observé en 2004 et la mise en place de système de traitement des émissions de COVNM. Pour les procédés émetteurs de particules, les activités

proviennent des statistiques publiées par l'UIC [118] et les émissions sont calculées à partir d'un facteur d'émission.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ traduisent la transformation du carbone contenu dans les émissions de COVNM provenant des activités de fabrication et de mise en œuvre de produits chimiques en CO₂ ultime.

Cette conversion se fait sur la base de la teneur en carbone.

La teneur en carbone est calculée à partir de la spéciation COVNM, c'est-à-dire en fonction des substances émises par sous-secteur. Ainsi pour chaque espèce de COVNM émise, la teneur en carbone connue est appliquée pour déterminer les teneurs en carbone moyennes et les émissions en CO₂ propres à chaque sous-secteur pour chaque année. La teneur en carbone globale des émissions COVNM induites via cette nouvelle méthodologie est proche de **70%** sur toute la période et est cohérente avec les valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC (50-70%) [772].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

a/ Mise en œuvre de produits chimiques

Les facteurs d'émission de COVNM proviennent directement de la littérature ou des professionnels. Pour le polyester et le polyuréthane, les facteurs d'émission proviennent de données internes au CITEPA [329]. Pour le polystyrène, le facteur d'émission est issu de résultats du projet EGTEI [121] ainsi que d'une étude du CITEPA pour l'AFIPEB [687]. Le facteur d'émission du PVC provient de données statistiques [115,351].

b/ Fabrication d'encre, peintures et colles

Les émissions de COVNM sont estimées à partir de facteurs d'émission nationaux : en 1985, un facteur correspondant à 5% des solvants mis en œuvre dans les produits en phase solvant était utilisé [122]. A partir de 1995, ce facteur est estimé à 3,4% [123]. Entre ces deux dates, les facteurs d'émission sont extrapolés. Pour les produits en phase aqueuse, un facteur d'émission équivalent à 3% des solvants mis en œuvre est utilisé.

A partir de 2007, les déclarations annuelles des émissions sont exploitées pour déterminer des facteurs d'émission annuels pour la fabrication de peinture et d'encre [19].

c/ Fabrication de pneumatiques et autres produits en caoutchouc, de supports adhésifs, de produits pharmaceutiques et autres produits chimiques (chimie fine et parachimie)

Une méthodologie bottom-up est mise en œuvre à partir des déclarations des industriels pour déterminer les émissions [19]. Connaissant les activités, les facteurs d'émission de COVNM sont directement déduits de ces informations et varient d'une année sur l'autre.

d/ Autres fabrications (chimie fine non pharmaceutique, extraction des arômes et divers autres)

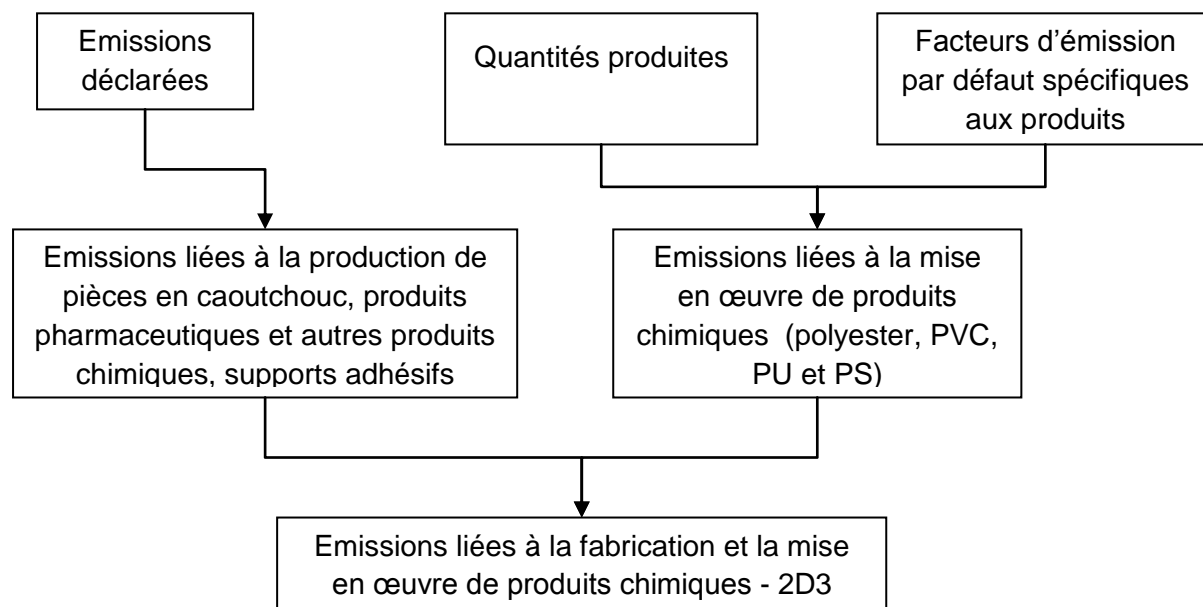
Une méthodologie bottom-up est employée à partir des déclarations des industriels pour déterminer les émissions [19]. Les déclarations sont disponibles depuis 2004. Pour les années antérieures, les émissions de l'année 2004 sont reportées. Compte tenu des consommations de solvants dans ces activités, les déclarations d'émissions sont considérées comme exhaustives. La diminution progressive des émissions s'explique par la baisse de l'activité du secteur.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions éventuelles de particules lors de la production de savon et détergent sont très faibles voire négligeables. Les guidebooks européens et américains ne considèrent pas actuellement cette source d'émission.

Cette section fait l'objet de nouvelles investigations afin de déterminer l'éventuelle pertinence de l'occurrence d'émissions particulières par cette activité. Cette source est donc négligée jusqu'à nouvel ordre.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

DEGRAISSAGE ET NETTOYAGE A SEC

Cette section correspond à toutes les activités consommatrices de solvants pour le nettoyage des surfaces et le nettoyage à sec. Elle ne couvre pas l'usage domestique de solvants de nettoyage.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|-----------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.1 |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.e et 2.D.3.f |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060201 à 060202 |
| CITEPA / SNAPc | 060201 à 060202 |
| CE / directive IED | 6.7 (partiel) |
| CE / E-PRTR | 9c (partiel) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 25 à 32 et 96 |
| NAF 700 | Partiellement 28 à 35 et 93 |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Estimation des consommations totales de solvants | Pour le dégraissage des métaux, directement déduits des émissions de COVNM Pour le nettoyage à sec, estimés à partir des données des industriels |

Niveau de méthode :

2 (par assimilation) du fait de la prise en compte de paramètres spécifiques à la France tels que les taux de recyclage des solvants ainsi que les taux d'émissions de solvants.

Références utilisées :

- [113] ECSA - European Chlorinated Solvent Association
- [114] CTTN - Centre Technique de la Teinture et du Nettoyage
- [683] CEFIC - European Chemical Industry Council. Communication de données sectorielles pour le nettoyage à sec et le dégraissage
- [750] MEDDE - Publication "Vers l'interdiction du perchloréthylène en France" - Aout 2013
- [772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Ces deux secteurs sont caractérisés en partie par l'emploi de solvants chlorés et sont essentiellement émetteurs de COVNM. Le secteur du nettoyage à sec touche principalement de petites installations situées en zone urbaine et dans les centres commerciaux. Quelques grandes installations industrielles réalisent cette activité. Le perchloroéthylène, composé organique volatil halogéné classé avec une mention de danger H351 (effet cancérigène suspecté), est le solvant le plus employé dans ce secteur.

L'activité de nettoyage de surface entre dans un processus de production mais n'est pas une activité industrielle à part entière. Elle se retrouve dans de nombreux secteurs industriels comme une simple étape du processus de fabrication. La réduction des émissions est liée entre autre à l'emploi de machines hermétiques pour les usages de trichloroéthylène, qui augmente le taux de recyclage des produits.

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

Pour le dégraissage des surfaces, l'activité correspond aux consommations totales de solvants (neufs + recyclés). Les taux de recyclage et d'émissions des solvants sont connus pour quelques années [113, 683]. Des interpolations sont faites pour les années manquantes.

Pour le nettoyage à sec, le perchloroéthylène (PER) est le solvant le plus utilisé (99% selon [114]) mais de nouveaux solvants hydrocarbonés commencent à pénétrer le marché français depuis les années 2000 (hydrocarbures, glycol, éther, etc.).

Les consommations de PER pour ce secteur sont déduites des ventes totales en France jusqu'en 2013. A partir de 2014, une estimation des consommations est réalisée en se basant sur la mise en œuvre de l'arrêté d'interdiction d'implantation de nouvelles machines au PER dans les locaux contigus à des commerces ou des habitations (98% de l'activité du nettoyage à sec) et de l'interdiction totale d'utilisation à partir de 2022 [750]. Trois types de machines sont employés (i.e. machines à circuit ouvert, machines à circuit fermé et machines à circuit fermé nouvelle génération).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ traduisent la transformation du carbone contenu dans les émissions de COVNM provenant des activités de dégraissage et de nettoyage à sec en CO₂ ultime.

Cette conversion se fait sur la base de la teneur en carbone.

La teneur en carbone est calculée à partir de la spéciation COVNM, c'est-à-dire en fonction des substances émises par sous-secteur. Ainsi pour chaque espèce de COVNM émise, la teneur en carbone connue est appliquée pour déterminer les teneurs en carbone moyennes et les émissions en CO₂ propres à chaque sous-secteur pour chaque année. La teneur en carbone globale des émissions COVNM induites via cette nouvelle méthodologie est proche de **70%** sur toute la période et est cohérente avec les valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC (50-70%) [772].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

Ces activités sont émettrices de COVNM.

a/ Dégraissage

Les émissions de COVNM sont calculées à partir des taux de recyclage et d'émission des solvants. Ces taux sont revus régulièrement à partir d'informations fournies par la profession [113, 683]. Les émissions sont obtenues directement à partir des consommations et des taux de recyclage et d'émission déterminés.

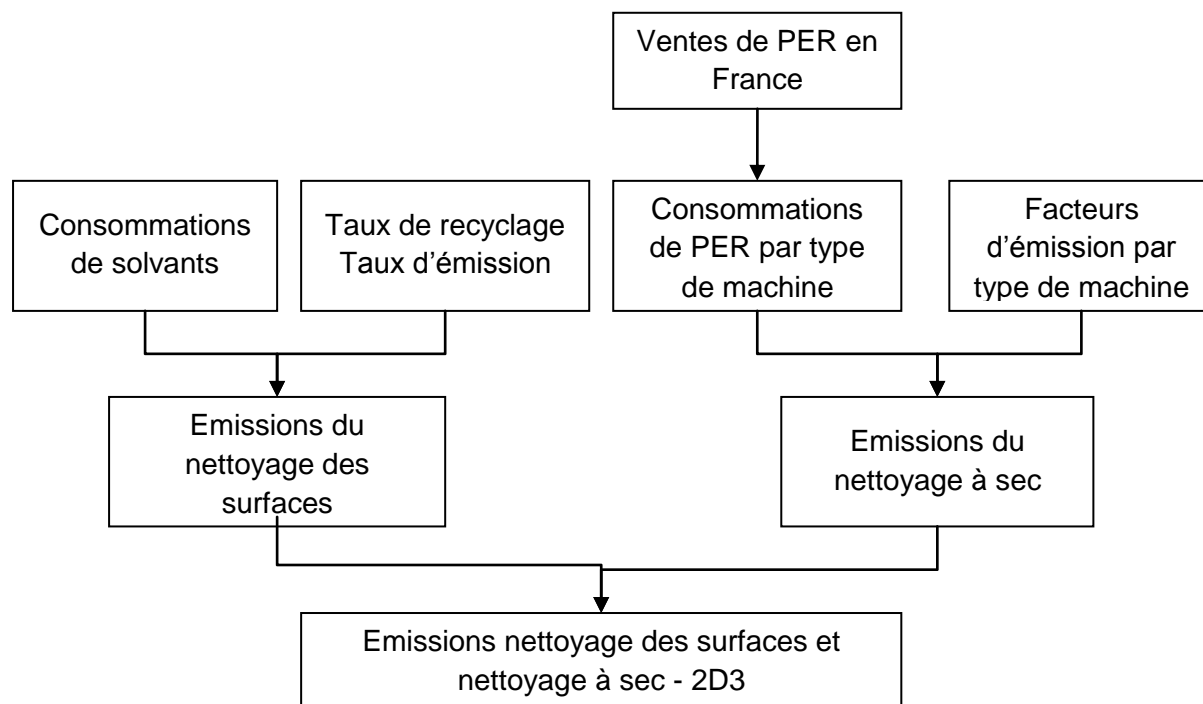
Depuis 1990, la consommation de solvants est en baisse, grâce à une meilleure maîtrise de l'utilisation des solvants par le développement de machines fermées et par l'utilisation de procédés sans solvant. Les émissions de COVNM associées suivent la même tendance.

b/ Nettoyage à sec

Des facteurs d'émission de COVNM sont définis pour chaque type de machine utilisé (i.e. machines à circuit ouvert et machines à circuit fermé de différentes générations) à partir des données des industriels [113, 683]. Les émissions sont calculées à partir des taux d'usage des différents types de machines qui évoluent d'année en année [114], des facteurs d'émission associés à ces types de machines et de la consommation de PER dans le nettoyage à sec.

Les consommations et émissions diminuent du fait d'une utilisation plus répandue de machines à circuit fermé, qui permettent de maîtriser et diminuer l'utilisation de solvants, et de la baisse de la quantité de vêtements nettoyés.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

OXYDATEUR DE COVNM

Cette section couvre les émissions de CO₂ liées à la destruction des COVNM en oxydateur ou incinérateur des sites utilisant des solvants.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.4 (partiel) |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.i (partiel) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060604 (partiel) |
| CITEPA / SNAPc | 060604 (partiel) |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Variable selon le secteur de l'installation possédant l'oxydateur |
| NAF 700 | Variable selon le secteur de l'installation possédant l'oxydateur |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-------------------------------|--|
| Quantité de solvants détruits | Basé sur les quantités de COVNM détruits par oxydation ou incinération |

Niveau de méthode :

CO₂ : Rang 1 avant 2013 et rang 2 depuis 2013 (bottom-up pour l'ensemble des sites considérés et ratio COVNM/CO₂ national appliqué).

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

Les données de COVNM détruits transformés en CO₂ par oxydation ou incinération sont issues des plans de gestion de solvants (PGS) déclarés par les industriels concernés [19].

Les informations de la catégorie O5 - solvants détruits des PGS disponibles ont été considérées en écartant les traitements par absorption, par adsorption et par condensation qui n'entraînent pas d'émissions de CO₂. Seules les quantités incinérées ou oxydées sont considérées.

Depuis l'année 2013, toutes les informations sont disponibles et sont considérées.

Entre 2004 et 2012, les données des PGS sont disponibles et la part de destruction par incinération/oxydation est supposée équivalente à celle de 2013.

Avant 2004, les données de la dernière année disponible (2004) sont reportées faute d'information disponibles à ce jour.

Il est considéré qu'il n'y a pas d'oxydateur de COVNM dans les DOM/COM.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

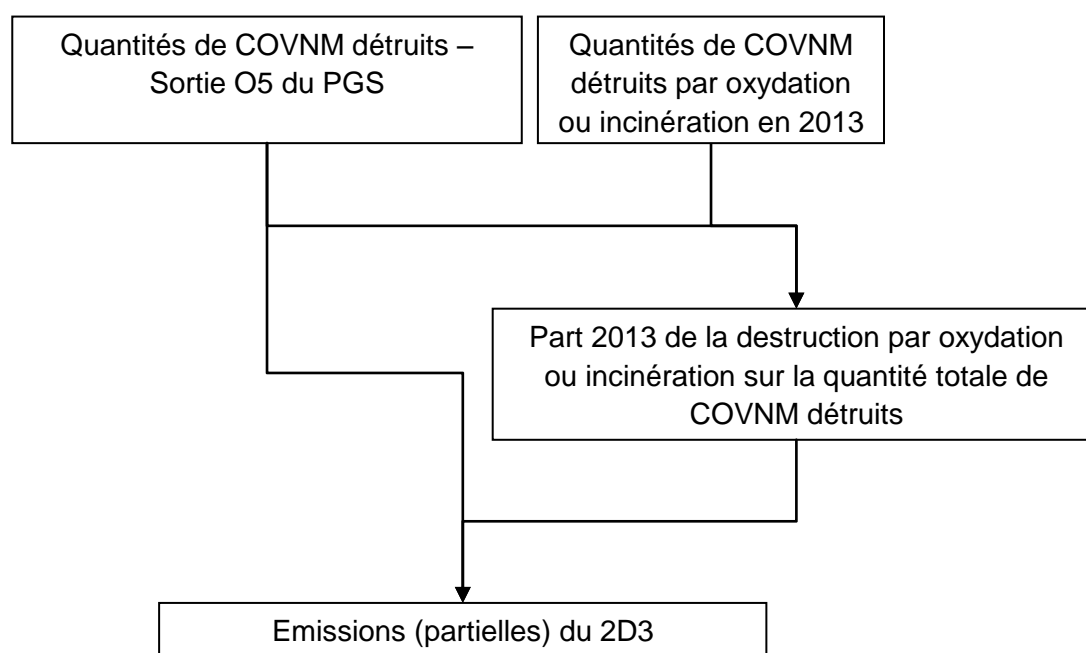
Emissions de CO₂

La destruction par oxydation ou incinération de COVNM est à l'origine d'émissions de CO₂ car les composés organiques sont oxydés et convertis en CO₂.

Cette conversion se fait sur la base de la teneur en carbone.

La teneur en carbone est calculée à partir de la spéciation COVNM, c'est-à-dire en fonction des substances émises par sous-secteur. Ainsi pour chaque espèce de COVNM émise, la teneur en carbone connue est appliquée pour déterminer les teneurs en carbone moyennes et les émissions en CO₂ propres à chaque sous-secteur pour chaque année. La teneur en carbone globale des émissions COVNM induites via cette nouvelle méthodologie est proche de **70%** sur toute la période et est cohérente avec les valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC (50-70%) [772].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/2017 | LN | 06/02/2017 | JV |

APPLICATION DE PEINTURE

Cette section concerne toutes les activités consommatrices de peintures dans l'industrie (i.e. construction de véhicules automobiles, réparation de véhicules, bâtiment et construction, pré laquage, construction de bateaux et autres applications industrielles de peinture) et l'utilisation domestique de peintures.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.D.3.1 |
| CEE-NU / NFR | 2.D.3.d |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060101 à 060109 |
| CITEPA / SNAPc | 060101 à 060109 |
| CE / directive IED | 6.7 |
| CE / E-PRTR | 9c |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012, 13 à 16, 24.1-3, 25 à 32, 41 à 43, 45 |
| NAF 700 | Tout ou partie des rubriques des codes 28 à 35, 454J (ancienne) ; la liste des rubriques est trop importante pour être affichée ici (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Mix top-down (provenant des statistiques du secteur) et bottom-up lorsque les informations par usine sont disponibles. | Estimés au niveau national en concertation avec la profession dans le cas général. Recalculés à partir des facteurs d'émission spécifiques à chaque installation si ceux-ci sont disponibles. |

Niveau de méthode :

Rang 1 à 3 (par assimilation suivant les secteurs) du fait de la prise en compte de données spécifiques à une partie des installations.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [111] FIPEC - Données statistiques sur les consommations de peinture, encres, etc.
- [112] CEPE - Communication dans le cadre d'EGTEI - 2003
- [684] INSEE - Données statistiques sur les productions et consommations de produits à base de solvants ou aqueux (peintures, encres, etc.)
- [685] Direction générale des douanes et droits indirects - Données imports/exports
- [772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Il existe une quinzaine d'usines de mise en peinture automobile et une dizaine d'entreprises de prélaquage en France pour lesquelles les émissions de solvants sont toutes connues à partir des déclarations des industriels [19]. Ces données permettent de prendre en compte les efforts de réduction progressivement mis en place par ces deux secteurs. Les activités (consommations de peinture) sont recalculées à partir, respectivement, du nombre de véhicules automobiles fabriqués et des consommations de solvants pour le prélaquage en cas d'absence de déclaration des consommations de peintures par les industriels. Les consommations de solvants sont connues pour l'ensemble des sites.

Les activités des autres secteurs industriels considérés sont définies à partir des données statistiques de la profession [111] et de données statistiques nationales [684, 685] (productions et imports/exports par type de peinture). Les usines sont trop nombreuses et les activités trop diverses pour les étudier individuellement. Toutefois, l'étude des déclarations de rejets annuels [19] d'environ quatre-vingts entreprises permet d'estimer la part des solvants non émis. Cette proportion est interpolée entre 1995 et 2004, année à partir de laquelle les plans de gestion des solvants deviennent exploitables dans les déclarations.

Les consommations domestiques de peintures sont estimées par le traitement des statistiques de la FIPEC [111] et des statistiques nationales [684, 685]. Les teneurs en solvants des différents produits sont déterminées en collaboration avec les industriels [112].

Les facteurs d'émission sont définis en fonction des concentrations en solvants pour chaque type de peinture. Ces teneurs sont revues régulièrement avec la profession pour prendre en compte l'évolution des contenus en solvants, notamment suite à l'application de la Directive 2004/42/CE du 21 avril 2004 relative à la réduction des émissions de COV dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures et dans les produits de retouche de véhicules.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ traduisent la transformation du carbone contenu dans les émissions de COVNM provenant de l'application de peintures en CO₂ ultime.

Cette conversion se fait sur la base de la teneur en carbone.

La teneur en carbone est calculée à partir de la spéciation COVNM, c'est-à-dire en fonction des substances émises par sous-secteur. Ainsi pour chaque espèce de COVNM émise, la teneur en carbone connue est appliquée pour déterminer les teneurs en carbone moyennes et les émissions en CO₂ propres à chaque sous-secteur pour chaque année. La teneur en carbone globale des émissions COVNM induites via cette nouvelle méthodologie est proche de 70% sur toute la période et est cohérente avec les valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC (50-70%) [772].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

Ces activités ne sont émettrices que de COVNM dans cette catégorie.

a/ Construction de véhicules automobiles

Seule la fabrication de voitures particulières et d'utilitaires est considérée ici. Les émissions de COVNM dues à la mise en peinture d'autres véhicules (bus, camions et cabines de camions) sont comptabilisées avec les autres applications industrielles de peinture.

Les émissions de COVNM par véhicule produit ont diminué au fil du temps avec la mise en place d'équipements de réduction. Les émissions totales sont extraites directement des déclarations annuelles des industriels [19].

b/ Prélaquage

Les déclarations des industriels [19] sont utilisées lorsqu'elles sont disponibles. Pour les années manquantes, des reports des années connues sont effectués. Ces installations sont équipées d'incinérateurs depuis de nombreuses années. Cependant, des fluctuations importantes sont observées au cours du temps. Dans ce secteur, la grande majorité des émissions canalisées sont traitées.

c/ Application de peinture dans le bâtiment et la construction

Dans ce secteur, des efforts de réduction des teneurs en solvants dans les peintures ont déjà été réalisés et se poursuivent. Les teneurs en solvants des peintures sont revues régulièrement avec les professionnels du secteur [111, 112]. Les facteurs d'émission varient donc d'année en année, avec une baisse notable à partir de 2007 suite à la mise en œuvre de la Directive 2004/42/CE.

d/ Réparation automobile

Dans ce secteur, des efforts de réduction des teneurs en solvants dans les peintures ont déjà été réalisés et se poursuivent. Les teneurs en solvants des peintures sont revues régulièrement avec les professionnels du secteur [111, 112]. Les facteurs d'émission varient donc d'année en année.

Une réduction des consommations de solvants est observée à partir de 2007 avec la mise en œuvre de la Directive 2004/42/CE.

e/ Marine

Les teneurs en solvants des peintures sont revues régulièrement avec les professionnels du secteur [111, 112]. Les facteurs d'émission varient donc d'année en année.

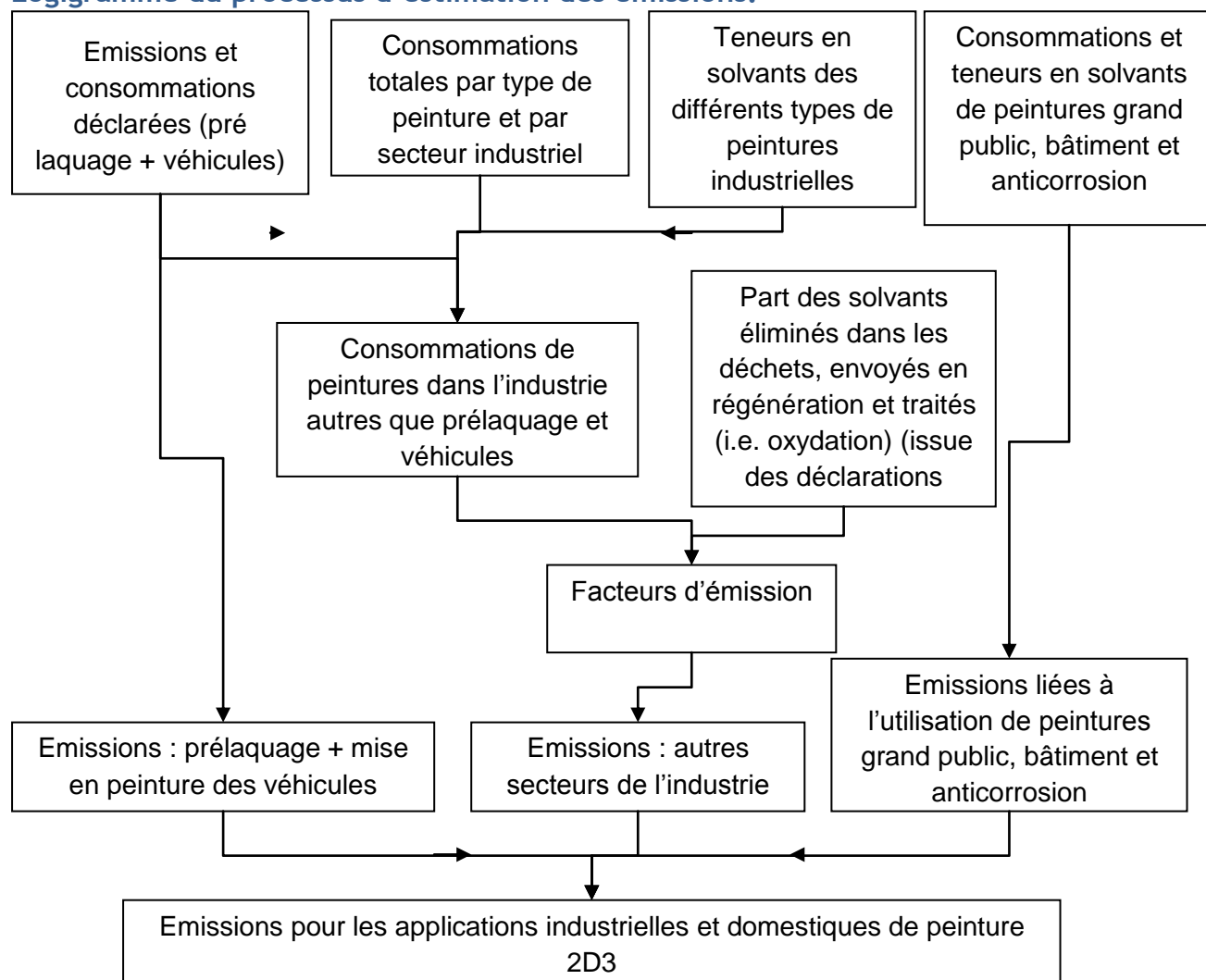
f/ Autres applications industrielles de peintures

Pour toutes les autres activités, les facteurs d'émission de COVNM sont déduits des consommations de peintures et de leurs teneurs en solvants [111, 684, 685] et du traitement des données disponibles par installation ce qui permet de prendre en compte les techniques de réduction mises en place dans certaines usines [19]. Les facteurs d'émission varient donc en fonction de l'utilisation des divers types de peintures (i.e. peintures à base de solvants, aqueuses ou en poudre).

g/ Utilisation domestique de peintures

Les facteurs d'émission de COVNM sont directement déduits des teneurs en solvants dans les produits. Ils évoluent annuellement en fonction des consommations des différents types de produits (produits à base de solvants ou aqueux) [111, 684, 685]. Une baisse notable du facteur d'émission est observée, suite à la mise en œuvre de la Directive 2004/42/CE à partir de 2007.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 12/01/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

FABRICATION DES SEMI-CONDUCTEURS ET PANNEAUX PHOTOVOLTAÏQUES

L'industrie des semi-conducteurs utilise des HFC, PFC, SF₆ et NF₃ lors de la gravure des plaques de silicones et des dépôts en phase gazeuse dans les chambres CVD (Chemical Vapor Deposition). Les gaz fluorés peuvent également être utilisés lors de la fabrication de panneaux photovoltaïques.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2.E.1, 2.E.2, 2.E.3 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.02.03 |
| CITEPA / SNAPc | 06.02.03 |
| CE / directive IED | 6.7 |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | 30-33 (ancienne), 26 (nouvelle) |
| NAF 700 | 32.1 (ancienne) ; 2611Zp, 2612Zp, 2790Zp, 3313Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Consommation annuelle de HFC, PFC, SF ₆ et NF ₃ | Recalculés à partir des émissions déclarées par les sites et selon les enquêtes de la profession |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
 [213] SITELESC - Communication de données internes annuelles

Caractéristiques de la catégorie :

Il existe moins d'une dizaine de sites de production de semi-conducteurs en France. A noter que ce secteur est le seul en France à consommer et émettre du NF₃.

L'industrie des semi-conducteurs s'est engagée à réduire de 10% ses émissions en 2010 par rapport à 1995 en optimisant les consommations et en mettant en place des systèmes de traitement. Cet objectif a été atteint, la réduction des émissions exprimées en CO₂ équivalent ayant été supérieure à 40%.

Différents gaz fluorés sont utilisés : HFC-23, CF₄, C₂F₆, C₃F₈, SF₆ et NF₃.

Une seule usine de production de panneaux photovoltaïques a consommé des PFC (CF₄) en France de 1992 à 2011. A partir de 2012 le CF₄ a été substitué et n'est plus utilisé.

Il n'existe pas en France d'usine de production d'écran plat consommant des gaz fluorés.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Le SITELESC, syndicat regroupant les fabricants de semi-conducteurs, a réalisé annuellement une enquête sur les consommations et les émissions de gaz fluorés des installations jusqu'en 2014 [213]. Depuis 2014, les émissions sont considérées constantes.

L'estimation des émissions par les différents sites est réalisée selon la méthode 2a des lignes directrices du GIEC 2006 et les recommandations du WSC (World Semi-conductor Council).

Les facteurs d'émission induits pour chaque type de gaz fluorés sont calculés comme étant le rapport émissions/consommations.

Les émissions et consommations de CF_4 du site de production de panneaux photovoltaïques proviennent des déclarations de l'exploitant de 2007 à 2011 [19]. Les émissions ont été estimées à partir d'un facteur d'émission appliqué aux consommations ne prenant pas en compte l'utilisation de dispositif de destruction ou de capture/récupération des gaz. Les consommations et les émissions pour les années antérieures à 2007 ont été estimées à partir d'informations sur les productions.

Emissions de CO_2

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

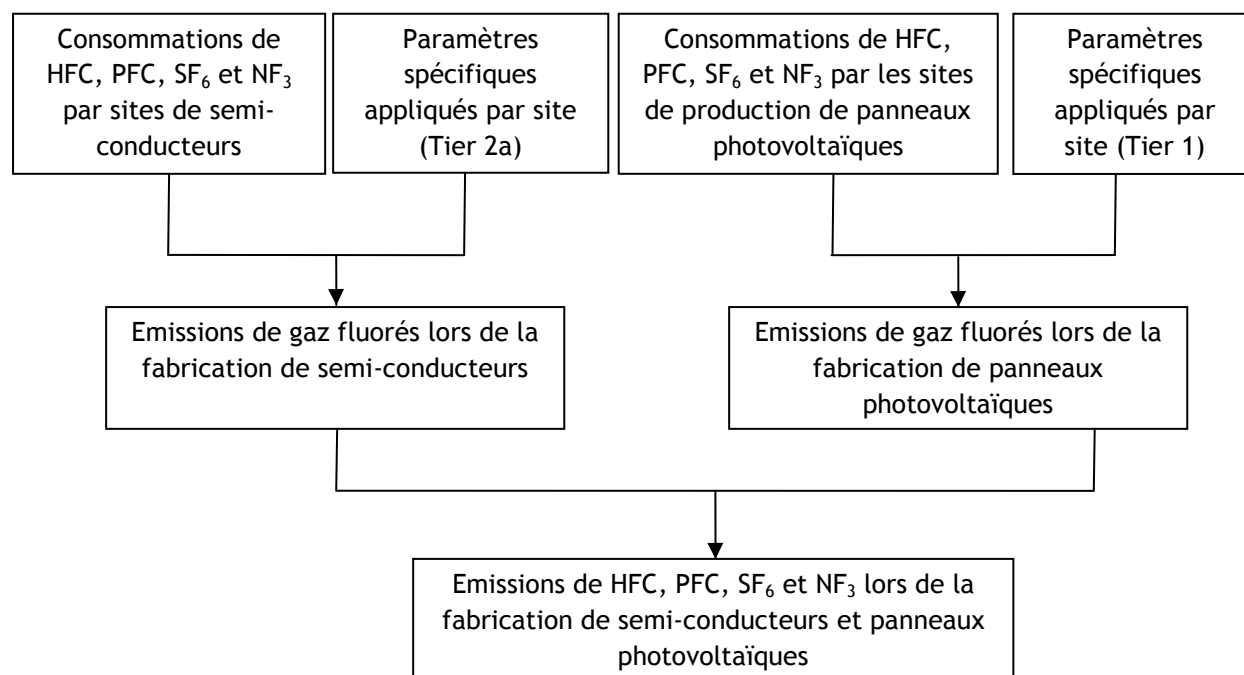
Emissions de CH_4

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N_2O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



CONSOMMATION DE GAZ FLUORES

Cette section couvre les émissions de HFC liées à l'utilisation de ces substances comme produits à part entière.

Suite à l'interdiction des CFC par le Protocole de Montréal depuis 1994, les HFC ont été utilisés en substituts des CFC et des HCFC. Ainsi, ils interviennent dans la majeure partie des secteurs industriels, commerciaux et résidentiels où les CFC étaient utilisés, à savoir les secteurs de la réfrigération et de l'air conditionné, dans certains aérosols, dans la fabrication des mousses, comme solvants de nettoyage et dégraissage et dans certains extincteurs.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 12/01/2017 | RB | 10/02/2017 | JV |

REFRIGERATION ET CLIMATISATION

Les HFC sont utilisés comme fluide frigorigène dans différents types d'équipements de réfrigération et de climatisation. Huit grands secteurs sont à considérer :

- Réfrigération domestique,
- Réfrigération commerciale,
- Transport frigorifique,
- Froid industriel,
- Climatisation fixe,
- Climatisation embarquée,
- Groupes refroidisseurs à eau,
- Pompes à chaleur résidentielles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.F.1 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.02 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.02 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|------------------------------------|---|
| Consommation nationale par secteur | Déterminés à partir de bilans matières et d'un modèle |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

[207] Centre Efficacité énergétique des Systèmes de l'Ecole des Mines de Paris - Inventaire annuel des émissions des fluides frigorigènes en France

[688] Observatoire des Fluides Frigorigènes - ADEME

Caractéristiques de la catégorie :

L'inventaire des émissions de gaz frigorigènes est réalisé chaque année par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes de l'Ecole des Mines de Paris [207].

Trois sources d'émissions sont à considérer :

- Les émissions à la production correspondant aux pertes à la charge de l'équipement et aux talons de charge (quantités perdues lors de la récupération des quantités restant dans les bouteilles de fluides retournées aux distributeurs),
- Les émissions pendant la durée de vie comprenant les émissions fugitives, les émissions à la maintenance et au retrofit des équipements,
- Les émissions en fin de vie.

Huit domaines d'application (froid domestique, froid commercial, transports frigorifiques, industries, climatisation à air, groupes refroidisseurs d'eau (GRE ou chillers), pompes à chaleur résidentielles (PAC) et climatisation embarquée) sont décrits et décomposés en 45 sous-secteurs. Il existe de multiples fluides de refroidissement qui constituent des mélanges de HFC-32, HFC-125, HFC-134a, HFC-143a et HFC-152a. La part des HFC dans ces mélanges est prise en compte dans les calculs.

Les rapports d'inventaire complet des émissions de fluides frigorigènes pour la France métropolitaine et les territoires d'Outre-mer sont disponibles à l'adresse suivante :

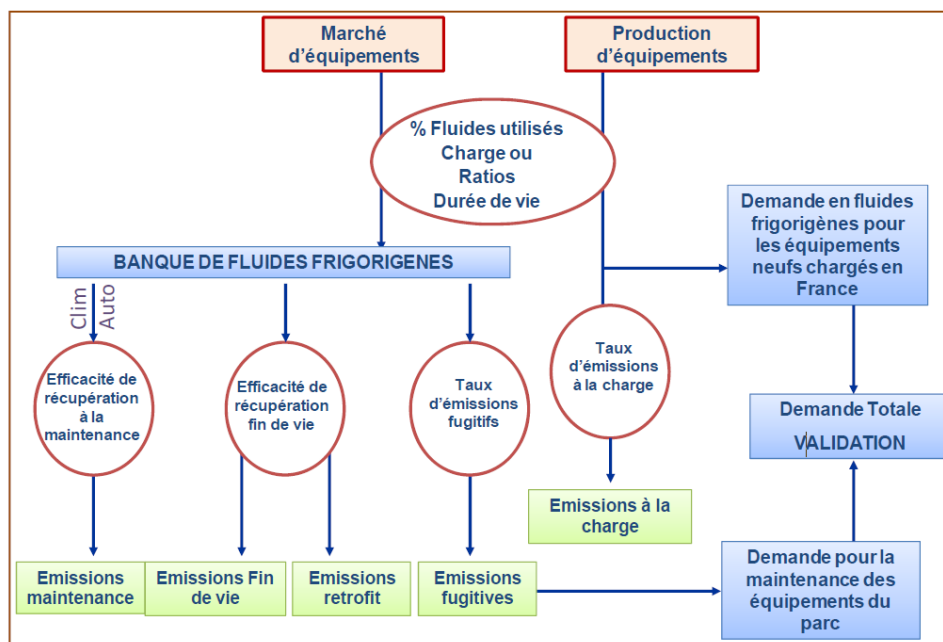
<http://www.ces.mines-paristech.fr/Themes-de-recherche/PolEnerg/FluidesFrig/>

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

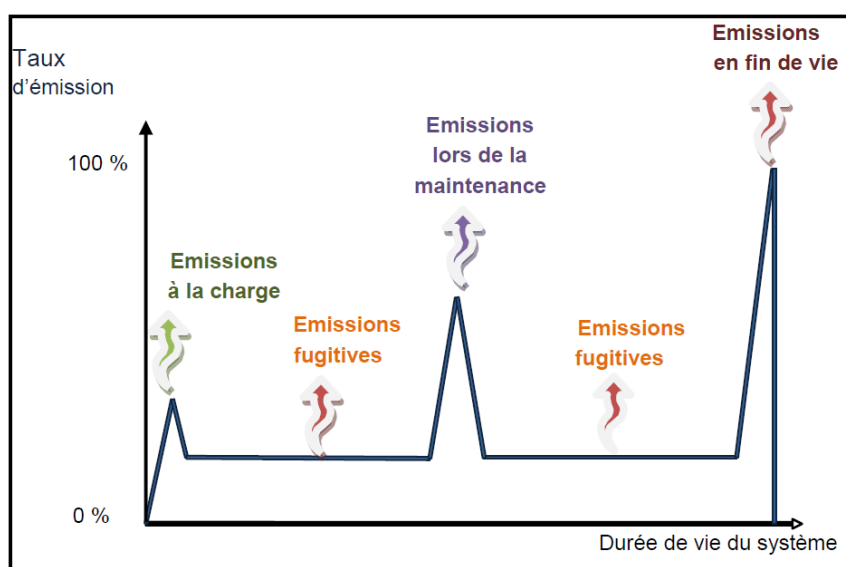
La méthode développée pour le calcul des inventaires de fluides frigorigènes est basée sur une approche ascendante qui reconstitue la banque des fluides frigorigènes, en se basant sur la description du parc d'équipements, et qui fixe les facteurs d'émission par secteur d'application et type de technologie.

Bien que la méthode soit générale aux 45 sous-secteurs, des traitements particuliers sont appliqués à certains secteurs, du fait de leurs spécificités ou du type de données disponibles. Pour la climatisation automobile, une méthode spécifique a été développée afin de prendre en compte la dégradation du taux d'émission au cours de la vie du véhicule et les particularités de la maintenance.



Pour les fluides frigorigènes, les données d'activités sont les ventes annuelles d'équipements neufs en distinguant équipements importés et équipements produits et chargés vendus en France ou exportés. La durée de vie de l'équipement, le type de fluide frigorigène et la masse chargée peuvent évoluer selon les années. La consommation annuelle totale de fluides frigorigènes est reconstituée à partir des données précédentes. Cette donnée est ensuite confrontée aux informations émanant des producteurs et des distributeurs déclarées à l'Observatoire des Fluides Frigorigènes de l'ADEME [688].

Les émissions à la charge sont évaluées en fonction des quantités chargées dans les équipements produits. Un coefficient propre à chaque secteur a été introduit de façon à pouvoir prendre en compte les spécificités de chaque application et notamment un coefficient moindre pour les équipements chargés d'usine. Les taux d'émissions à la charge varient entre 2 et 5% selon les domaines. Il est considéré que le même type d'émission a lieu lors de la recharge à la maintenance ou au retrofit.



La « banque » de fluides frigorigènes est constituée des quantités des divers fluides frigorigènes stockées dans les équipements installés sur le sol français. Elle est calculée par le cumul, sur la durée de vie de l'équipement, des marchés annuels de fluides calculés à partir des ventes d'équipements et de leur charge moyenne. A cette banque sont appliqués les taux d'émission intégrant les phases du cycle de vie de l'équipement et le type de technologie qui permettent d'évaluer les émissions fugitives.

Le calcul des émissions en fin de vie des équipements dépend de l'efficacité de récupération du secteur ou du sous-secteur considéré et prend en compte la charge nominale des équipements réduite des émissions fugitives de l'année en cours afin d'éviter de double-compter les émissions.

Les émissions liées aux « talons de charge » sont estimées dans les calculs et prises égales à 3% de la demande totale.

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/01/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

AGENTS D'EXPANSION DES MOUSSES

Les HFC sont utilisés en tant qu'agent d'expansion dans les mousses d'isolation pour diverses applications.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.F.2 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.04 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.04 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Production et consommation nationale estimée par secteur | Spécifique au pays et provenant des lignes directrices du GIEC 2006 |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [520] EReIE - Inventaires d'émissions de gaz fluorés dans le secteur d'activité des mousses d'isolation - décembre 2012
- [689] Etude isOlafrance sur la production de polyuréthane projeté <http://www.association-technique-polyurethane-projete.fr/>
- [690] BASF - Communication confidentielle annuelle
- [691] Lignes directrices du GIEC 2006 - Volume 3 - Chapitre 7 - Tableaux 7.6 et 7.7
- [692] GIFAM - Communication confidentielle annuelle

Caractéristiques de la catégorie :

Les HFC se sont substitués aux HCFC au début des années 2000 suite à l'interdiction de l'usage de ces derniers. Les applications principales sont les suivantes :

- Chauffe-eau,
- Isolation des bâtiments,

➤ Transport frigorifique.

Il existe deux familles de mousses : les mousses à alvéoles fermées et les mousses à alvéoles ouvertes. Parmi les mousses à alvéoles fermées, deux types sont considérées : les mousses alvéolaires de type polyuréthane PU (panneau continu ou discontinu, polyuréthane projeté - Spray Polyurethane Foam ou SPF -, etc.) et les mousses alvéolaires de type polystyrène extrudé (XPS). En France, deux types de mousses à alvéoles ouvertes ont été ou sont utilisées (les mousses à composant unique OCF et les mousses à peau intégrée PU mise en œuvre notamment dans le secteur automobile pour la production de pièces moulées en polyuréthane tels que les volants ou les boîtes de vitesse).

Différents types de HFC sont utilisés en fonction du secteur d'application et de la famille de mousse. Le tableau suivant récapitule les agents d'expansion par secteur en France, les bâtiments incluant les mousses alvéolaires de type polystyrène extrudé et polyuréthane (SPF et panneau sandwich) :

| Agent d'expansion | Chauffe-eau | Bâtiment | Transport frigorifique | OCF | Automobile | Production de systèmes polyuréthane |
|-------------------|-------------|----------|------------------------|-----|------------|-------------------------------------|
| HFC-134a | | x | | x | | x |
| HFC-227ea | | x | x | | x | x |
| HFC-365mfc | | x | x | | x | x |
| HFC-152a | | x | | | | |
| HFC-245fa | x | x | x | | | x |

A partir de 2009, il n'y a plus d'émission de HFC associée aux mousses OCF après l'interdiction de mise sur le marché des HFC dans ce type d'application par le règlement n° 842/2006/CE relatif aux gaz fluorés.

Les émissions de HFC ont lieu lors de la fabrication, pendant la durée de vie des équipements et en fin de vie. Les émissions en fin de vie sont apparues depuis 2015 dans le secteur des chauffe-eau.

Les émissions de HFC des formulateurs de systèmes polyuréthane sont également prises en compte.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Les émissions sont estimées par application en différenciant les émissions à la production, pendant la durée de vie de l'équipement et en fin de vie.

Les mousses d'isolation ont des propriétés différentes selon qu'elles sont à cellules ouvertes ou à cellules fermées et selon le procédé de mise en œuvre.

Mousses à alvéoles ouvertes

L'intégralité des émissions de HFC utilisés se produit pendant le procédé de fabrication (mousse à peau intégrée PU) ou l'utilisation (OCF). Ainsi, le facteur d'émission utilisé est de 100%.

➤ Mousse à peau intégrée

Les consommations et les émissions de HFC sont obtenues à partir des déclarations annuelles des producteurs [19].

➤ OCF

Les ventes de boîtiers OCF en France sont issues d'un rapport réalisé par EReIE en 2012 sur l'utilisation des HFC dans l'application des mousses d'isolation [520]. Cette étude donne également

la masse des HFC dans la masse totale du boîtier, une quantité de 70 g de HFC par boîtier est ainsi utilisée. Les émissions obtenues sont calculées en multipliant les ventes de boîtiers OCF en France, par la part de HFC utilisé en tant qu'agent d'expansion (50% entre 2000 et 2008 [520]) et par la quantité de HFC contenus dans un boîtier.

Mousses à alvéoles fermées

Les HFC sont émis à la production, à l'usage et en fin de vie.

➤ SPF

La production de polyuréthane projeté en France provient du Syndicat Français des techniques du polyuréthane Projeté (SFTPP) [689] pour 2013. Les projections faites à l'horizon 2018 ont été utilisées pour estimer les productions après 2013. Les HFC ont été consommés à partir du milieu des années 2000. La répartition des ventes par type de HFC est estimée à partir de données d'un formulateur de mousse de PU [690]. Les productions pour les années antérieures à 2013 ont été calculées à partir des tendances de ventes de HFC de ce même formulateur pour cette application.

Les émissions de HFC sont calculées, par type de HFC, en tenant compte de la masse des HFC contenus dans la production totale de polyuréthane projeté et à l'aide des facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC 2006 pour la charge et pendant la durée de vie [691].

➤ Chauffe-eau

Du HFC-245fa est utilisé dans les chauffe-eau depuis 2000. Le GIFAM (Groupement Interprofessionnel des Fabricants d'Appareils d'équipements Ménager) recense les ventes de chauffe-eau en France. La majorité des produits vendus en France est fabriquée en France et il est considéré que les importations compensent les exportations. Le GIFAM a réalisé une enquête auprès de ses membres pour connaître le type d'agent d'expansion utilisé ainsi que la quantité de HFC par appareil depuis 2000 [692]. Les quantités de HFC consommés par les fabricants sont calculées en fonction du nombre de chauffe-eau vendus, du type d'agent d'expansion et de la quantité de HFC injecté par appareil.

Les émissions à la charge, pendant la durée de vie et en fin de vie, sont ensuite estimées à l'aide des facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC 2006 [691].

➤ Bâtiments

Les panneaux de mousse de polyuréthane rigide pour l'isolation thermique des bâtiments, dont les principaux producteurs en France sont représentés au sein du Syndicat National des Polyuréthanes (SNPU) ne consomment pas de HFC comme agent gonflant.

Les mousses XPS utilisent du HFC-134a et du HFC-152a. Elles sont utilisées comme isolant thermique dans le bâtiment. Il existe en France deux sites de production de XPS expansé au HFC-134a et HFC-152a. Les facteurs d'émission associés sont spécifiques à ces entreprises et les émissions proviennent des déclarations annuelles des producteurs [19].

Le marché national des mousses a été estimé par le CITEPA à l'aide des données des fabricants de XPS en France. Il est considéré qu'il n'y a pas d'importation en France de XPS contenant des gaz fluorés. Les facteurs d'émission pendant la durée de vie des XPS sont tirés des lignes directrices du GIEC 2006 [691].

➤ Transport frigorifique

Les productions nationales ne sont pas connues précisément. Elles sont estimées à partir des ventes des producteurs de chaque HFC en France. La France est un grand exportateur de véhicules frigorifiques, il est considéré que 75% des productions sont exportées [520]. Les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC 2006 à la charge et pendant la durée de vie de l'équipement sont utilisés pour estimer les émissions [691].

Formulateurs

Il existe quelques formulateurs de systèmes de polyuréthane en France dont les émissions et les consommations sont directement communiquées par les exploitants. Les facteurs d'émission induits sont donc spécifiques à la France et varient chaque année.

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2016 | RB | 25/02/2016 | JV |

EXTINCTEURS D'INCENDIE

Pour des applications spécifiques comme la protection des salles contenant des systèmes informatiques, une catégorie d'extincteurs utilise des HFC dont les propriétés permettent une action rapide et sans nocivité.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.F.3 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.05 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.05 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------------------------|---------------------|
| Vente annuelle et banque cumulée | National |

Niveau de méthode :

Rang 1a avec FE spécifiques au pays.

Références utilisées :

- [209] GIFEX - communication de données internes
- [688] ADEME - Observatoire des Fluides Frigorigènes
- [693] Siemens - informations sur le taux d'émission de HFC lors du recyclage

Caractéristiques de la catégorie :

Les HFC sont utilisés depuis le milieu des années 1990 en remplacement des CFC et HCFC qui ont été interdits. Deux types de HFC sont consommés : le HFC-227ea en très grande majorité et le HFC-23. Les quantités de HFC vendus dans cette application sont en diminution depuis le milieu des années 2000. Trois sources d'émissions sont à considérer :

- Les émissions à la production correspondant aux pertes à la charge de l'extincteur,
- Les émissions pendant la durée de vie comprenant les émissions sur feux et les émissions intempestives,

- Les émissions en fin de vie des équipements comprenant le recyclage.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Les émissions sont estimées par application en différenciant les émissions à la production, pendant la durée de vie de l'équipement et en fin de vie. Les sociétés de vente et d'installations d'extincteurs ont mis en place depuis 2000 un programme d'amélioration ayant pour objectif de réduire les taux d'émissions. Les HFC utilisés sont le HFC-227ea en grande majorité (96%) et le HFC-23 à hauteur de 4% [209].

Emissions à la production

Les ventes nationales sont transmises par le GIFEX (Groupement des fabricants installateurs de systèmes d'extinction automatiques fixes) jusqu'en 2010. A partir de 2013, les données proviennent de l'Observatoire des Fluides Frigorigènes de l'ADEME (OFF) [688] qui recense les quantités de HFC acquises et mises sur le marché par type de HFC. Les années 2011 et 2012 ont été déduites par linéarisation des ventes de 2010 et 2013. Le facteur d'émission national [209] évolue de 2000 à 2010 pour tenir compte du programme d'amélioration des installateurs de réduire les taux d'émissions.

Emissions pendant la durée de vie des équipements

Les ventes nationales sont transmises par le GIFEX (Groupement des fabricants installateurs de systèmes d'extinction automatiques fixes) jusqu'en 2010. A partir de 2013, les données proviennent de l'Observatoire des Fluides Frigorigènes de l'ADEME (OFF) [688] qui recense les quantités de HFC acquises et mises sur le marché par type de HFC. Le facteur d'émission national [209], correspondant à un taux de fuite accidentelle et un taux d'émission suite à des départs de feux, évolue de 2000 à 2010 pour tenir compte du programme d'amélioration des sociétés de vente et installateurs de réduire les taux d'émissions (amélioration sur les émissions intempestives).

Emissions à la fin de vie des équipements

Les émissions en fin de vie sont calculées en fonction de la banque et de la durée de vie des équipements. Il est considéré que la durée de vie des équipements est de 10 ans [209]. Le facteur d'émission national [693] correspond au taux d'émission de HFC au moment du recyclage des équipements en fin de vie. Ce taux est fourni par la principale entreprise qui recycle les HFC provenant des équipements d'extinction incendie et varie chaque année.

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/02/2016 | RB | 25/02/2016 | JV |

AEROSOLS

Les HFC peuvent être utilisés comme agent propulseur dans les aérosols.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.F.4 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.06 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.06 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|------------------------------|--|
| Production et vente annuelle | Facteur d'émission national pour la production et usage totalement émissif |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [210] CFA - Comité Français des Aérosols - communication annuelle de données internes
- [521] GSK - GlaxoSmithKline - communication annuelle de données internes

Caractéristiques de la catégorie :

Deux catégories d'aérosols propulsés aux HFC sont distinguées :

- Les aérosols dits « techniques » : cette catégorie comprend diverses applications singulières où, pour des raisons techniques et de sécurité, les HFC sont utilisés dans les aérosols. Il s'agit par exemple des dépolluants informatiques, insecticides, graisses, etc.,
- Les aérosols pharmaceutiques (MDI - Metered Dose Inhaler).

Les HFC ont remplacé, dans le milieu des années 1990, les CFC utilisés avant leur interdiction. Les HFC utilisés sont le HFC-134a et HFC-152a pour les aérosols techniques et le HFC-134a et HFC-227ea pour les aérosols pharmaceutiques.

Trois sources d'émissions potentielles sont à considérer :

- Les émissions à la charge en usine lors du conditionnement. Il existe en France un grand nombre de petits producteurs et conditionneurs pour les aérosols techniques et peu de sites producteurs de MDI,
- Les émissions à l'usage,
- Les émissions en fin de vie.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Les émissions sont estimées par type d'aérosols, les aérosols techniques d'un côté et les aérosols pharmaceutiques de l'autre.

Aérosols techniques

Les émissions à la charge sont estimées à partir des quantités totales de HFC consommés et conditionnés en France pour ce type d'aérosols et d'un facteur d'émission provenant d'un important conditionneur français [19]. Les ventes en France sont transmises par le CFA (Comité Français des Aérosols) [210].

Dans le calcul des émissions à l'usage des aérosols techniques, afin de tenir compte du fait que les importations d'aérosols techniques sont plus importantes que les exportations, un facteur de 15% appelé « estimation du solde des importations » est appliqué à la consommation française [210]. L'intégralité du HFC contenu dans l'aérosol est supposée être émise au bout de deux ans.

Les émissions en fin de vie sont nulles car elles sont supposées avoir lieu en totalité pendant la durée de fonctionnement de l'aérosol.

Aérosols pharmaceutiques

Les émissions à la charge sont estimées à partir des déclarations des producteurs d'aérosols pharmaceutiques en France [19]. Un facteur d'émission national est utilisé et déduit à l'aide des quantités de HFC consommés et émises par les divers producteurs.

Le marché des aérosols pharmaceutiques en France métropolitaine est estimé annuellement par le plus important producteur français d'aérosols pharmaceutiques [521]. Les ventes dans les territoires d'Outre-mer UE et non UE sont déduites au prorata de la population. Les émissions sont calculées en fonction des ventes et de la charge de HFC par unité d'aérosols, estimé à 12 g de HFC/boîtier [521]. Jusqu'en 2002 seul le HFC-134a est utilisé. A partir de 2003, le HFC-227ea est également employé comme propulseur (en quantité moindre). A l'instar des aérosols techniques, l'usage des aérosols pharmaceutiques est totalement émissif et l'intégralité des HFC contenus dans les boîtiers est émis en deux ans.

Les émissions en fin de vie sont nulles car elles sont supposées avoir lieu en totalité pendant la durée de fonctionnement de l'aérosol.

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

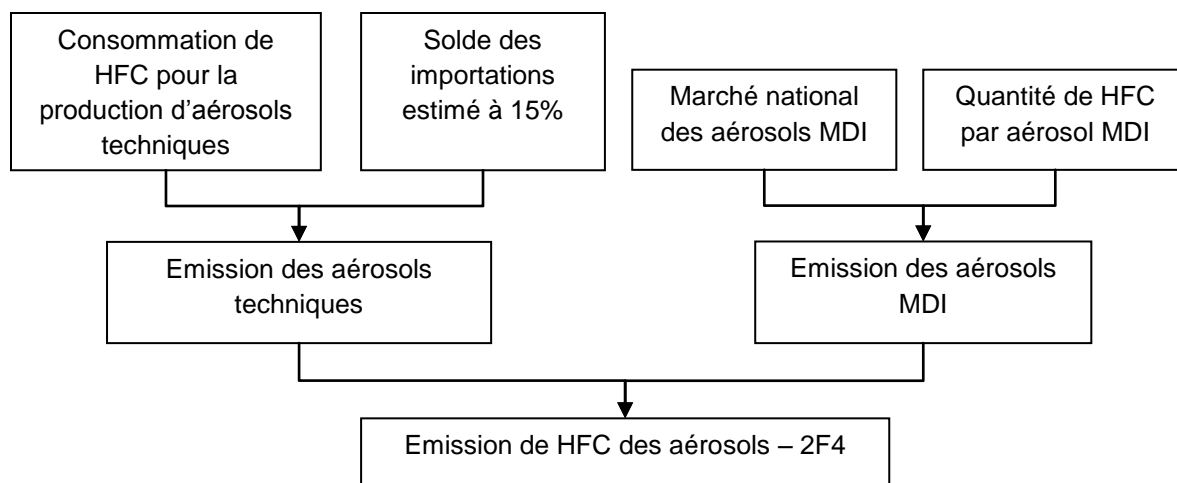
Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 08/02/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

SOLVANTS

Des HFC peuvent être utilisés pour des applications spécifiques comme solvant.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.F.5 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.08 (partiel) |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.08 (partiel) |
| CE / directive IED | 6.7 |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un très grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------|---------------------|
| Vente annuelle | GIEC 2006 |

Niveau de méthode :

Rang 1a.

Références utilisées :

- [212] Promosol - Communication de données internes
- [648] F2 Chemicals - Communication de données internes
- [688] ADEME - Observatoire des Fluides Frigorigènes
- [694] DuPont - Communication annuelle de données internes
- [695] Solvay - Communication annuelle de données internes

Caractéristiques de la catégorie :

Les solvants fluorés sont utilisés dans les applications suivantes :

- Construction aéronautique,
- Assemblage électronique,
- Fabrication de matériel médical, etc.

Les HFC ont remplacé, dans le début des années 1990, les HCFC utilisés avant leur interdiction. Les HFC utilisés sont le HFC-4310mee, HFC-365mfc et, à degré bien moindre, le HFC-245fa. Un PFC, le C₆F₁₄, est également utilisé pour dissoudre les huiles et graisses fluorées.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Les émissions sont estimées à partir des ventes annuelles qui ont été communiquées par les producteurs de gaz fluorés :

- Les ventes de HFC-4310mee ont été transmises par DuPont [694] pour les années récentes et par Promosol (distributeur) [212] pour certaines années anciennes,
- Les ventes de HFC-365mfc ont été transmises par Solvay [695] et certaines années ont été estimées,
- Les ventes de HFC-245fa ont été estimées à partir des déclarations à l'Observatoire des Fluides Frigorigènes (OFF) de l'ADEME [688] et d'hypothèses,
- Les ventes de C₆F₁₄ ont été transmises par F2 Chemicals [648].

En outre, de petites quantités de HFC vendues en France sont réexportées. Ce taux a été fourni par un producteur et appliqué aux autres producteurs. Ces quantités sont soustraites des consommations nationales.

Les émissions sont calculées en considérant que l'intégralité des HFC est utilisée et émise à l'atmosphère au bout de deux ans.

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 12/01/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

EQUIPEMENTS ELECTRIQUES

Le SF₆ est utilisé dans les équipements électriques de haute et moyenne tension (disjoncteurs et interrupteurs).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2.G.1 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.07 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.07 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | 40.1 (ancienne) ; 27, 35.1 (nouvelle) |
| NAF 700 | 31.2 (ancienne) ; 2611Z, 2712Z, 2733Z, 2790Z, 3314Z, 3320D (nouvelle) |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Consommations annuelles de SF ₆ par les producteurs d'équipements | Taux d'émissions spécifiques à la France |
| Quantité de SF ₆ présent dans le réseau électrique français | |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [214] GIMELEC - syndicat des fabricants d'équipements électriques - communication annuelle de données internes
- [215] RTE - Réseau de Transport d'Electricité - rapport annuel « Développement Durable »
- [381] ERDF - Electricité Réseau Distribution France - rapport annuel « Développement Durable »
- [688] ADEME - Observatoire des Fluides Frigorigènes
- [696] Schneider Electric - taux de perte vidange du SF₆ des équipements en fin de vie
- [773] EDF - Electricité de France - rapport annuel « Développement Durable »

Caractéristiques de la catégorie :

Le SF₆ est utilisé comme diélectrique et agent de coupure dans les équipements de haute et moyenne tension du parc électrique français. Il existe plusieurs sites de production de ces équipements en France.

Les constructeurs d'équipements électriques via le GIMELEC et RTE se sont engagés en 2004, sur la base d'un volontariat, à maintenir à l'horizon 2010 le niveau d'émissions de SF₆ de 1995. Cet objectif a été atteint, les émissions ayant été divisées par plus de deux.

Trois catégories d'émissions de SF₆ sont distinguées :

- Les émissions à la charge correspondant aux pertes à la charge de l'équipement,
- Les émissions pendant la durée de vie comprenant les fuites accidentelles et les fuites lors des opérations de maintenance,
- Les émissions en fin de vie des équipements.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

Emissions à la charge

Chaque année le GIMELEC communique les quantités de SF₆ installées et les émissions associées déclarées par les producteurs d'équipements électriques [214]. A partir de 2014, les émissions de SF₆ proviennent des déclarations des industriels [19] et les consommations sont déduites en utilisant un facteur d'émission identique à celui de 2013. Les émissions sont estimées sur chaque site par bilan matière.

Emissions à pendant la durée de vie des équipements

Les émissions de l'ensemble du réseau électrique sont estimées par ErDF [381] et RTE [215] à partir de 2008 et par EDF [773] à partir de 2010 puis déclarées annuellement dans leur rapport Développement Durable. RTE réalise des enquêtes pour déterminer la banque de SF₆ installée, les taux de fuites intrinsèques aux équipements et les taux de fuites à la maintenance. Pour les années antérieures, la quantité de SF₆ présent dans le parc français et le taux d'émission ont été estimés par EDF qui regroupait alors les entités RTE et ErDF. La part d'activité des autres producteurs et distributeurs en France est estimée à 10%. Ainsi, des émissions de SF₆ sont ajoutées pour ces opérateurs en supposant un même rendement au niveau de la maintenance des équipements électriques.

Les émissions des territoires d'Outre-mer sont estimées par territoire au prorata de la production d'électricité et en utilisant le même taux d'émission que celui de la métropole.

Emissions à la fin de vie des équipements

Les équipements électriques en fin de vie sont supposés apparaître à partir de 2005. L'Observatoire des Fluides Frigorigènes de l'ADEME [688] recense depuis 2014 (relatif à l'année 2013) les quantités récupérées, recyclées et détruites issues des équipements électriques hors d'usage. La fraction de SF₆ restant dans les équipements au moment du retrait est fournie par une entreprise qui traite le SF₆ en fin de vie dans le but de l'envoyer au recyclage ou en destruction [696]. Ainsi, selon l'industriel, les normes imposent que les enveloppes soient vidangées à des pressions inférieures à 20 mbar en pression absolue équivalent à une vidange au minimum à 98,7% pour des équipements classiques. Un taux de perte de 1,3% est donc appliqué aux quantités de SF₆ récupérées. Les émissions de SF₆ sont ainsi estimées à l'aide de ce taux d'émission et des quantités de SF₆ des équipements en fin de vie.

Emissions de CO₂

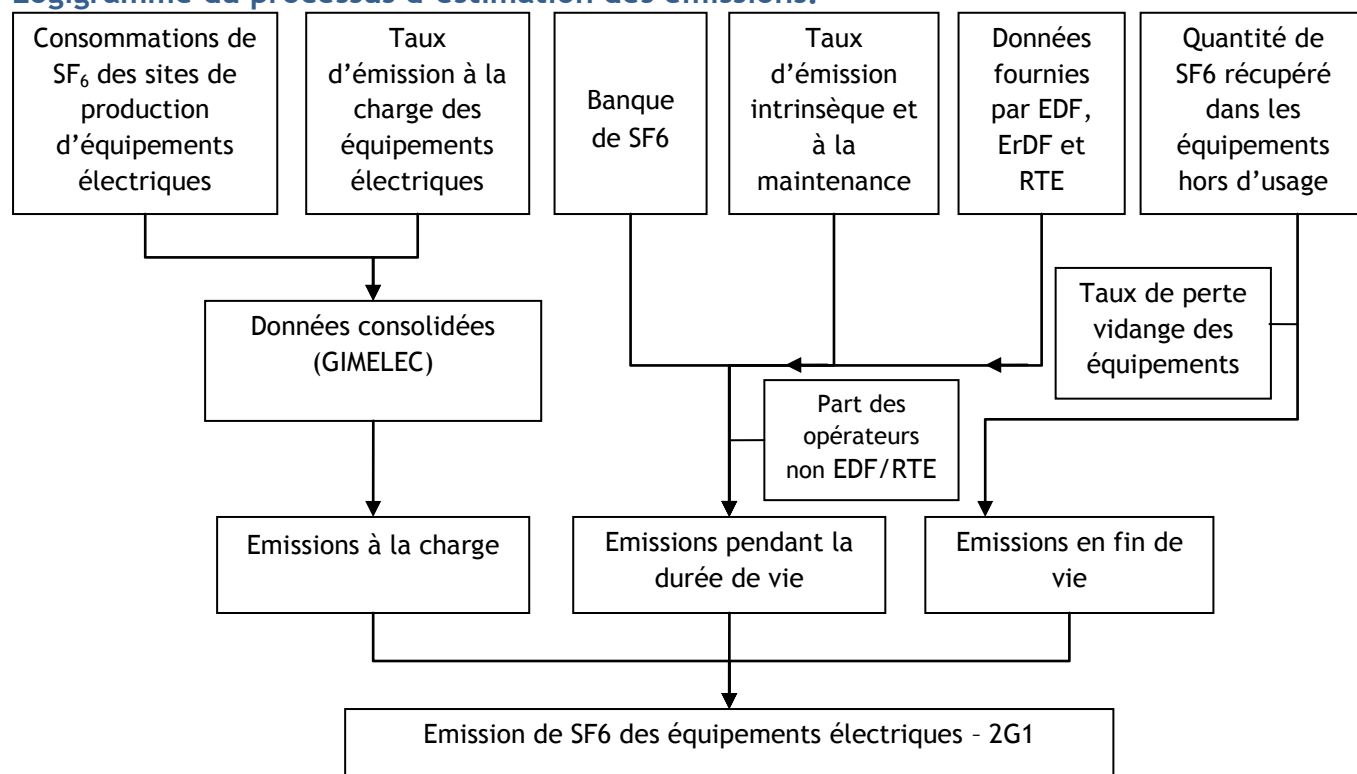
Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/01/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

AUTRES UTILISATIONS DE HFC, PFC ET SF₆

D'autres sources consomment et émettent du SF₆, des PFC et des HFC.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.G.2, 2.G.4 et 2.F.6 |
| CEE-NU / NFR | Hors champs |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.08 (partiel) |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.08 (partiel) |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012, 27, 72, 86 |
| NAF 700 | 19.3 (ancienne) ; 1520Z, 1629Zp, 2219Zp, 2289Zp, 3230Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Consommations annuelles de SF ₆ et HFC Ventes de PFC | Dépend des secteurs (taux d'émissions nationaux et issues des lignes directrices du GIEC2006) |

Niveau de méthode :

Dépend du secteur traité.

Références utilisées :

- [19] DRIRE/DREAL - Déclarations annuelles de polluants
- [216] Nike - communication de données internes
- [217] 3M - communication annuelle de données internes
- [556] Base aérienne 702 - communication de données internes, octobre 2013
- [557] Société Française de Radiothérapie Oncologique - Livre blanc de la radiothérapie en France, 2013
- [558] GTT - communication de données internes, 2013
- [648] F2 Chemicals - communication de données internes annuelles
- [650] Oko-Recherche - « SF₆ Bestand und Emissionen aus Teilchenbeschleunigern », 2012
- [651] INRA - communication de données internes, 2014
- [652] IRSN - communication de données internes, 2014
- [774] Enertime - Base de données système ORC en France, 2016

Caractéristiques de la catégorie :

D'autres sources que les équipements électriques sont consommatrices et émettrices de SF₆ telles que les chaussures de sport, certaines industries (fabrication de câbles et tubes électroniques), les AWACS, les accélérateurs de particules et la recherche. Certaines applications spécifiques non traitées dans les secteurs précédents consomment des HFC et PFC.

SF₆ utilisé dans les chaussures de sport

Le SF₆ est utilisé dans les chaussures de sport dont la semelle contient un coussin d'air qui contient le SF₆. Ce gaz a été utilisé jusqu'en 2000.

SF₆ utilisé dans le secteur industriel

Du SF₆ est consommé dans certains secteurs industriels tels que la fabrication de tubes électroniques et la production de câbles où il est utilisé comme isolant électrique. Sur certains sites, il existe des systèmes de récupération du SF₆ afin de le réutiliser ou le recycler.

SF₆ utilisé par les AWACS

Le SF₆ est utilisé comme isolant dans les systèmes de radar des avions de reconnaissance militaires de type Boeing E-3A (communément appelés AWACS). Les quatre AWACS exploités par l'Armée de l'Air française ont été mis en service en 1991.

SF₆ utilisé par les accélérateurs de particules

Le SF₆ est utilisé comme gaz isolant dans les accélérateurs de particules. Trois types d'accélérateurs de particules sont distingués :

- Accélérateurs industriels,
- Accélérateurs de recherche/université,
- Accélérateurs médicaux (radiothérapie).

SF₆ utilisé dans la recherche

Le SF₆ est utilisé pour ses caractéristiques spécifiques dans certaines activités liées à la recherche. Il est notamment employé lors d'essais de mouvements liquides afin de déterminer le comportement du gaz naturel dans les terminaux méthaniers. Les consommations ont été communiquées par l'organisme consommant le SF₆ pour cette activité [558]. De plus, ce gaz est utilisé comme gaz traceur dans le secteur agricole afin de connaître les émissions de NH₃, N₂O et CH₄ issues des stockages de lisiers et bâtiments d'élevages et pour la validation de modèle de dispersion atmosphérique. Les consommations de SF₆ ont été transmises par deux instituts [651] et [652].

PFC utilisés dans d'autres applications techniques

Certaines applications techniques utilisent également des PFC comme celles utilisées comme fluide de transfert de chaleur ou dans les applications cosmétiques et médicales. Les PFC utilisés sont le C₂F₆, C₃F₈, C₄F₁₀, C₅F₁₂, C₆F₁₄ et C₁₀F₁₈.

HFC utilisés dans d'autres applications techniques

Les HFC peuvent être utilisés dans les systèmes de cycles organiques de Rankine qui sont conçus pour convertir la chaleur en électricité. Les HFC y sont utilisés comme fluide de travail. Cette activité est toutefois peu répandue en France.

Les HFC peuvent être utilisés comme diluant lors de la production de certains produits chimiques, et notamment de caoutchouc synthétique. Il existe 4 sites de production de caoutchouc synthétique en France mais un seul utilise des HFC.

Les HFC utilisés sont le HFC-134a, le HFC-245fa et le HFC-365mfc.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Emissions de Gaz fluorés

SF₆ utilisé dans les chaussures de sport

Les quantités consommées sont communiquées pour les années 1990 à 1999 par la société commercialisant ce type de produit [216]. Les émissions sont calculées en considérant que l'intégralité du SF₆ est émis en deux ans.

SF₆ utilisé dans le secteur industriel

Les émissions de SF₆ sont estimées par bilan matière et sont déclarées aux DREAL [19] chaque année par les exploitants.

SF₆ utilisé par les AWACS

Les émissions de SF₆ sont fournies par l'Armée [556] ou extraites des déclarations des émissions [19] à partir de 2009 et déduites pour les années antérieures à partir de la moyenne des émissions entre 2009 et 2012. Elles sont calculées à partir des quantités chargées dans les avions et qui ne sont pas récupérées.

SF₆ utilisé par les accélérateurs de particules

Les émissions de SF₆ ont été estimées séparément pour les accélérateurs de particules des secteurs industriels, recherche/université et applications médicales.

➤ Accélérateurs industriels :

Le parc d'accélérateurs de particules industriels est difficilement estimable par l'ASN. Par conséquent, le nombre d'accélérateurs de particules en France a été estimé à l'aide d'une étude allemande [650]. Il a été considéré en première approximation que le nombre d'accélérateurs industriels en France était identique à celui de l'Allemagne jusqu'en 2010 puis qu'il reste constant pour les années suivantes. Les facteurs d'émission des lignes directrices du GIEC 2006 ont été utilisés afin d'estimer les émissions de ce secteur.

➤ Accélérateurs de recherche/université :

La méthode Tier 2 a été privilégiée. Les consommations et/ou émissions de SF₆ ont été communiquées par différents instituts de recherche et laboratoires en France (une petite dizaine de sites). Lorsque des exploitants ne connaissaient pas le volume chargé ou les rejets de SF₆ à l'atmosphère, les paramètres indiqués dans les lignes directrices du GIEC 2006 ont été utilisés.

➤ Accélérateurs médicaux :

L'approche employée pour calculer les émissions de SF₆ est la méthode Tier 1 de l'IPCC 2006 qui est basée sur le nombre total d'accélérateurs qui consomment du SF₆ dans le domaine médical. Le livre blanc de la radiothérapie en France [557] réalisé en 2013 recense le nombre et le type d'appareils de traitement présents en France en 2011 et donne une prévision pour 2012. En fonction du type d'équipements, le nombre d'appareils utilisant du SF₆ a pu être estimé. Le parc d'accélérateurs utilisés en radiothérapie a été estimé depuis 1990 par la SFPM (Société Française des Physiciens Médicaux). Ce nombre, en constante augmentation, est passé de 146 en 1990 à 474 en 2012. Après 2012, le nombre d'accélérateurs contenant du SF₆ est estimé à partir de la tendance des dernières années.

SF₆ utilisé dans la recherche

Les consommations ont été transmises par les organismes et instituts consommant du SF₆ dans leur activité [558], [651] et [652]. L'intégralité du SF₆ consommé est émis à l'atmosphère, le facteur d'émission utilisé est donc de 100%.

PFC utilisés dans d'autres applications techniques

Les principaux producteurs/fournisseurs de PFC pour des applications techniques [217] et des applications médicales et cosmétiques [648] ont communiqué les ventes annuelles par type de PFC et par type d'application :

- Les applications ouvertes où l'usage est totalement émissif,
- Les applications confinées où les émissions sont plus restreintes (taux de fuite estimé à 5%) [217].

HFC utilisés dans d'autres applications techniques

Les émissions de HFC du site de production de caoutchouc synthétique sont déclarées chaque année par l'exploitant [19].

Pour les systèmes de cycles organiques de Rankine, la liste des systèmes ORC installés en France a été transmise par Enertime [774]. Ainsi, l'année de mise en service, le type de fluide et la puissance installée est connue pour chaque équipement. Les quantités de HFC installés ont soit été transmises par les opérateurs soit estimées à partir de la puissance installée selon le ratio de 3 tonnes de HFC par MW. Les facteurs d'émission sont tirés du NIR de l'Allemagne (pertes de 2% à la charge et de 4% pendant la durée de vie de l'équipement).

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

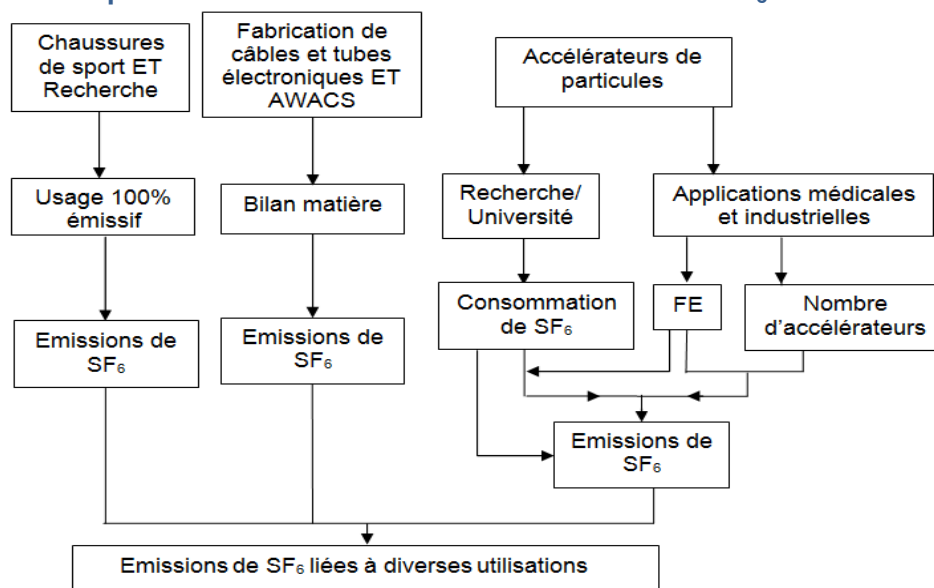
Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

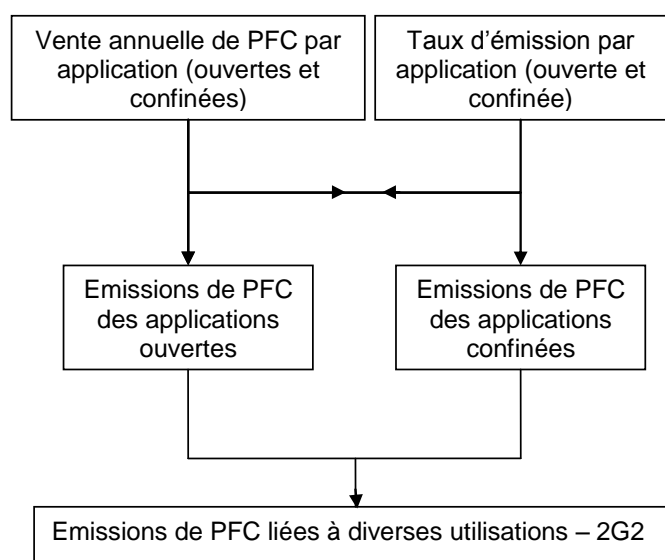
Emissions de N₂O

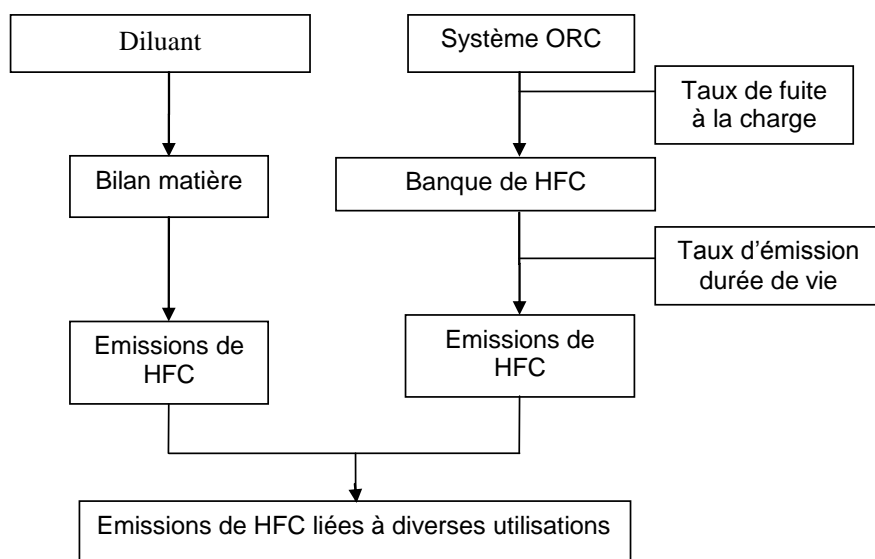
Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Logigramme du processus d'estimation des émissions de SF₆.



Logigramme du processus d'estimation des émissions de PFC.



Logigramme du processus d'estimation des émissions de HFC.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | AD | 21/02/2017 | JPC |

ANESTHESIE

Ce secteur couvre les émissions liées à l'utilisation de N₂O lors des anesthésies.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.G.3 |
| CEE-NU / NFR | 2.G.3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.01 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.01 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 86 |
| NAF 700 | 85.1A (ancienne) ; 8710Ap, 8720Ap, 8720Bp (nouvelle) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|------------|---------------------|
| Population | Valeur par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

[96] INSEE - Statistiques démographiques annuelles (www.insee.fr)

[228] AIRPLUS n° 32/33, Novembre 2001, page 12

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Selon [228] le marché européen du N₂O médical est de 1 800 Mg dont 90% pour le secteur médical. Le marché pour l'anesthésie en Europe en 2000 est donc évalué à 1 620 Mg.

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

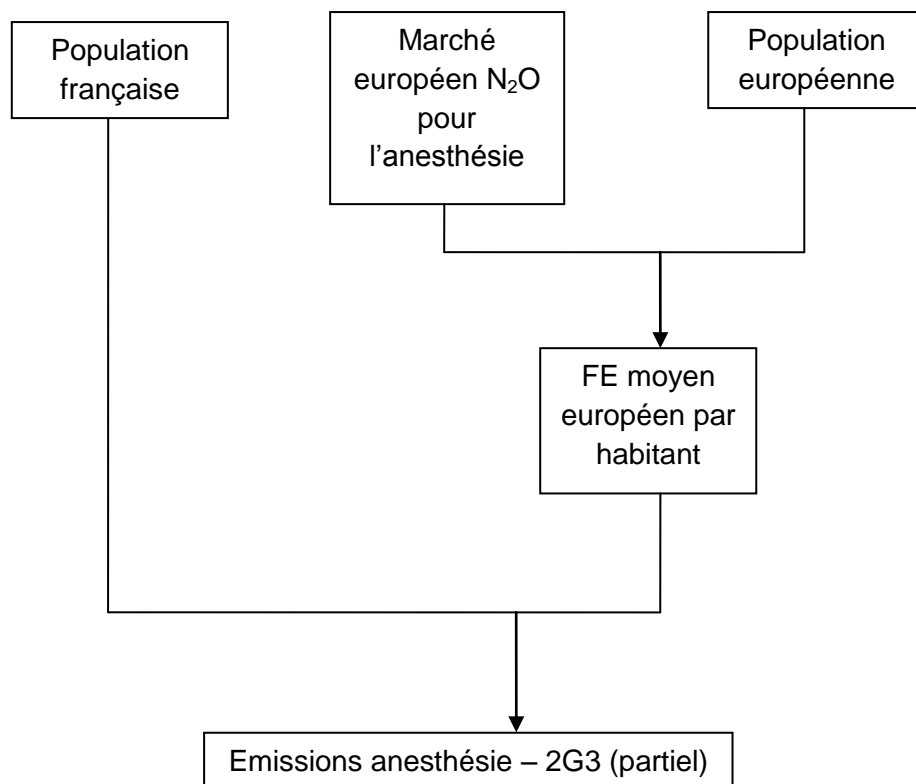
Les émissions sont déterminées proportionnellement à la population [96] en supposant que le cas français est proche du ratio moyen européen.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de N₂O

Seul du N₂O est émis par cette activité. Le facteur d'émission correspond au ratio moyen européen (marché du N₂O pour le secteur médical / population européenne) qui évolue au cours du temps.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | AD/RB | 21/02/2017 | JPC |

AUTRES UTILISATIONS DE PRODUITS (HORS SOLVANT)

Cette section concerne diverses activités hors utilisation de solvants. Les secteurs concernés sont : la consommation de tabac, l'utilisation de feux d'artifice, l'usure des chaussures et l'utilisation de N₂O comme propulseurs dans les produits aérosols.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | Hors champ |
| CEE-NU / NFR | 2.G.3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | - |
| CITEPA / SNAPc | 06.06.01 à 06.06.03, 06.05.06 (partiel) |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 001, 0012 |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Population, quantités de tabac vendu, ventes d'aérosols de crème chantilly | Valeurs par défaut Usage totalement émissif pour les aérosols |

Niveau de méthode :

1 par assimilation

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document Environnement n°136 - juin 2001
- [96] INSEE - Statistiques démographiques annuelles (www.insee.fr)
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [249] RENOUX A. - Quelques idées sur les aérosols et leur granulométrie - Colloque ATEE-CITEPA, 15-16 juin 2000
- [250] KLEEMAN M.J., SCHAUER J.J., CASS G.R. - Size and composition distribution of fine particulate matter emitted from wood burning, meat charbroiling and cigarettes, Environmental Science and Technology, vol 33, 1999
- [354] KEPLEIS NE, APTE, MG, GUNDEL LA - Characterizing ETS emissions from cigars : chambers of nicotine, particle mass and particle size, 1999
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005

[356] Observatoire français des drogues et des toxicomanies (OFDT) - Séries statistiques annuelles « Vente de tabac et cigarettes - évolution depuis 1990 »

[561] CFA - Comité Français des Aérosols - Estimation des ventes d'aérosols de crème chantilly en France et quantité de N₂O contenu dans un boîtier, 2013

[702] Alliance contre le tabac - Livre Blanc sur le contrôle du tabac en France d'Outre-Mer, Septembre 2014

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La consommation de tabac est émettrice des différentes catégories de substances considérées dans les inventaires d'émission exceptés les gaz à effet de serre par suite de l'origine organique du CO₂. Les dioxines et furanes sont également prises en compte [354, 355].

Bien que les feux d'artifices soient sources de nombreux polluants, seules les particules sont actuellement renseignées faute d'information suffisante.

L'usure des chaussures est essentiellement émettrice de particules ; les éventuelles émissions de gaz à effet de serre (SF₆) sont traitées dans la section 2G2 « Other PFC and SF₆ use ».

La consommation de N₂O comme gaz propulseur est à l'origine d'émissions de GES. Cet usage est totalement émissif.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Consommation de tabac

Les émissions sont déterminées à partir de la consommation de tabac [356] et [702].

Utilisation de feux d'artifices

Les émissions se rapportent à la population [96]. Des facteurs d'émission par défaut sont utilisés au niveau français.

Usure des chaussures

Les émissions se rapportent à la population [96]. Des facteurs d'émission par défaut sont utilisés au niveau français.

Consommation de N₂O comme gaz propulseur dans les produits aérosols

Les données de ventes d'aérosols de crème chantilly, dans lesquels le N₂O est consommé, sont transmises par le CFA [561]. Elles sont estimées à environ 25 millions d'unités en France métropolitaine et sont considérées comme étant constantes d'une année à l'autre.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

Emissions de N₂O

Le taux de N₂O contenu dans un boîtier de crème chantilly a été transmis par le CFA [561] et est égal à 6 g N₂O/unité. L'intégralité du N₂O contenu dans les aérosols de crème chantilly est considéré être émis à l'atmosphère en un an. Par conséquent, un taux d'émission de 100% est appliqué.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Seule la consommation de tabac est concernée. Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. Les éventuelles émissions sont supposées faibles et négligeables.

Emissions de NO_x

Seule la consommation de tabac est concernée. Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de COVNM

Seule la consommation de tabac est concernée. Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de CO

Seule la consommation de tabac est concernée. Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de NH₃

Il n'y a pas d'émission attendue de ce polluant.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Trois sources sont concernées : l'usure des chaussures, la consommation de tabac et l'utilisation de feux d'artifice. Les émissions dues à la première source sont estimées à partir de facteurs d'émission communiqués lors d'un colloque ATEE-CITEPA [249]. Le facteur d'émission TSP pour l'usage de tabac est issu d'une étude américaine [354] et celui pour l'utilisation de feux d'artifice est tiré de l'OFEFP [68].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

L'hypothèse est faite que l'usure des chaussures génère uniquement des particules de diamètre supérieur à 10 µm. Les particules issues de la consommation de tabac sont quant à elles toutes de diamètre inférieur à 1 µm selon la revue scientifique ES&T [250]. Les émissions de PM₁₀ et de PM_{2,5} sont renseignées pour l'utilisation de feux d'artifice et le facteur d'émission est tiré de l'OFEFP [68] pour les PM₁₀ et de l'étude INTERREG [183] pour les PM_{2,5}.

Métaux lourds (ML)

Faute de données suffisantes, seule la consommation de tabac est considérée pour les émissions de métaux lourds dans cette section. Les émissions de plomb, cadmium, mercure, arsenic, chrome et cuivre sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus de la dernière édition du Guidebook EMEP [17].

Dioxines et furanes (PCDD-F)

Faute d'informations suffisantes, seule la consommation de tabac est renseignée dans cette section pour les émissions de dioxines et furanes. Ces émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus du PNUE substances chimiques [355].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Faute d'informations suffisantes, seule la consommation de tabac est renseignée dans cette section pour les émissions de HAP qui sont déterminées à partir des facteurs d'émission issus de l'EMEP Guidebook [17].

Polychlorobiphényles (PCB)

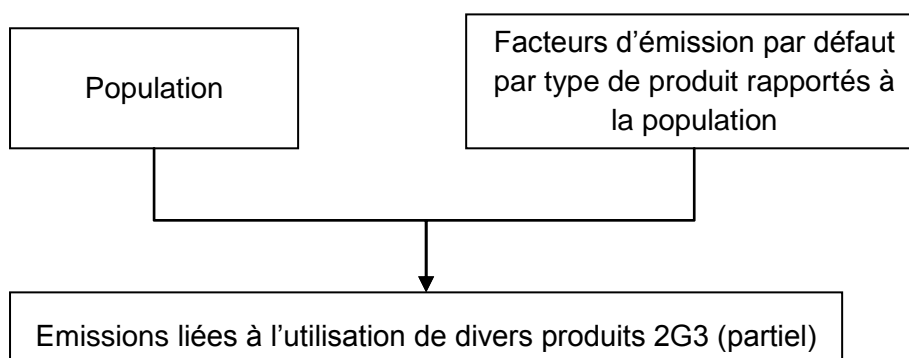
Il n'y a pas d'émission attendue de ces polluants.

Hexachlorobenzène (HCB)

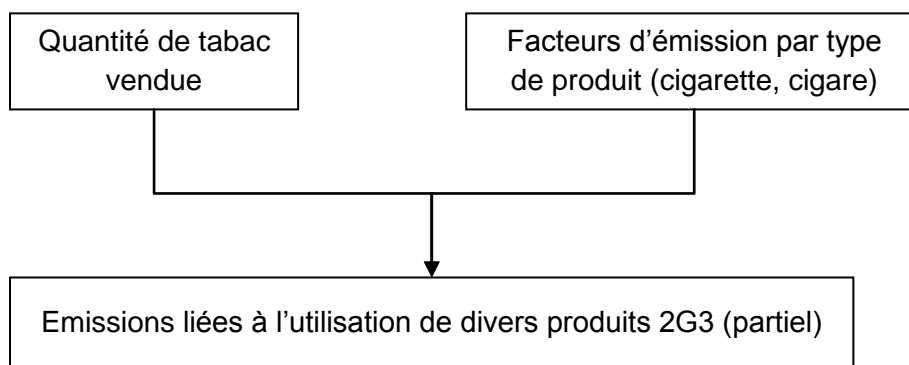
Il n'y a pas d'émission attendue de ce polluant.

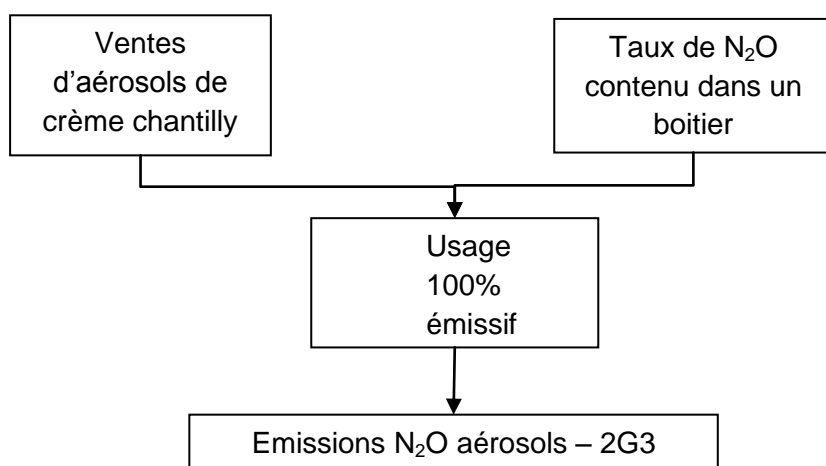
Logigramme du processus d'estimation des émissions

Feux d'artifices et chaussures



Tabac



Aérosols

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 27/01/17 | LN | 06/02/2017 | JV |

AUTRES UTILISATIONS DE SOLVANTS

Cette section couvre les secteurs de l'imprimerie, l'extraction d'huiles comestibles et non comestibles, l'application de colles, l'élimination de la cire de protection sur les véhicules neufs, la protection du bois, l'enduction de fibres de verre et l'utilisation domestique de solvants (autre que la peinture), de colles et de produits pharmaceutiques. Le traitement et la protection du dessous des véhicules sont traités avec le secteur de la mise en peinture des voitures (cf. section relative à l'application de peinture).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 2G4 (partiellement) |
| CEE-NU / NFR | 2D3 (partiellement) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 060403 à 060406, 060401, 060408, 060409 et 060411 |
| CITEPA / SNAPc | 060403 à 060406, 060401, 060408, 060409 et 060411 |
| CE / directive IED | 6.4b et 6.7 |
| CE / E-PRTR | 8b et 9c |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012, 10-18, 22, 23.1, 25, 29-32, 41-43 |
| NAF 700 | 154, 201B, 222, 252, 34, 501 (ancienne) ; la liste des rubriques concernées est trop importante pour être affichée ici (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Traitement des statistiques de consommation au niveau national ou bottom-up suivant les secteurs | Spécifiques aux secteurs. Valeurs nationales par défaut ou informations par installation lorsqu'elles sont disponibles |
| Population pour l'utilisation domestique de solvants et de produits pharmaceutiques | |

Niveau de méthode :

Rang 1 à 2/3 par assimilation suivant les secteurs.

Rang 3 pour l'extraction d'huiles car connaissance des émissions de chaque installation.

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [96] INSEE - Statistiques démographiques annuelles (www.insee.fr)
- [111] FIPEC - Données statistiques sur les consommations de peinture, encres, etc.
- [124] PROLEA - statistiques annuelles
- [125] FICG / ADEME / MEDD - Données relatives aux taux d'équipement des presses offset et incinérateurs, 2003

[378] ADEME - La pollution des sols liée aux activités de préservation du bois - 1998.

[684] INSEE - Données statistiques sur les productions et consommations de produits à base de solvants ou aqueux (peintures, encres, etc.)

[685] Direction générale des douanes et droits indirects - Données imports/exports

[772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

En ce qui concerne les secteurs de l'imprimerie (i.e. offset avec sécheur, édition, emballages souples et emballages métalliques), les activités proviennent des statistiques de production d'encre [111] qui sont traitées afin d'obtenir les consommations françaises. Les déclarations annuelles des industriels sont aussi considérées afin de prendre en compte les techniques mises en place spécifiquement pour réduire les émissions [19].

L'activité du secteur de l'extraction d'huiles comestibles et non comestibles est fournie par PROLEA [124].

Pour les secteurs de la protection du bois, de l'application de colles et de l'enduction de fibres de verre, les consommations des différents produits ainsi que leurs caractéristiques sont déduites des données fournies par les industriels [19, 50 et 111].

Pour les autres secteurs (i.e. usage domestique de solvants et de produits pharmaceutiques), l'activité est représentée par la population [96].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ traduisent la transformation du carbone contenu dans les émissions de COVNM en CO₂ ultime.

Cette conversion se fait sur la base de la teneur en carbone.

La teneur en carbone est calculée à partir de la spéciation COVNM, c'est-à-dire en fonction des substances émises par sous-secteur. Ainsi pour chaque espèce de COVNM émise, la teneur en carbone connue est appliquée pour déterminer les teneurs en carbone moyennes et les émissions en CO₂ propres à chaque sous-secteur pour chaque année. La teneur en carbone globale des émissions COVNM induites via cette nouvelle méthodologie est proche de **70%** sur toute la période et est cohérente avec les valeurs par défaut des lignes directrices 2006 du GIEC (50-70%) [772].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

a/ Elimination de la cire sur les véhicules neufs

Cette activité n'est pas considérée comme source émettrice de COVNM car d'après les informations transmises [50], la couche de cire est retirée soit mécaniquement, soit avec de la lessive.

b/ Imprimerie

Les facteurs d'émission de COVNM sont déduits des teneurs moyennes en solvants de chaque type d'encre [111] et du traitement des données par installation (lorsqu'elles sont disponibles) afin de prendre en compte les techniques de réduction des émissions mises en place dans certaines usines [19, 125].

c/ Protection du bois

Pour la protection du bois, les émissions de COVNM sont déduites directement des consommations des différents produits et de leur teneur en solvants [50]. On estime que tous les solvants s'évaporent à l'atmosphère. Au niveau de l'application de produits de préservation dans l'industrie, il existe une dizaine d'installations consommant des produits solvantés.

d/ Application de colles

Toutes les applications de colles (industrielles et domestiques) sont concernées ici.

Pour les applications industrielles, une partie des émissions est traitée. Les facteurs d'émission sont déduits des teneurs moyennes en solvants des colles et des déclarations [19].

Pour l'utilisation domestique, les facteurs d'émission de COVNM sont directement déduits des teneurs en solvants dans les produits. Ils évoluent annuellement en fonction des consommations des différents types de produits (produits à base de solvants ou aqueux) [111, 684, 685].

e/ Extraction d'huiles comestibles et non comestibles

Les émissions de ce secteur sont directement déduites des déclarations annuelles des industriels [19]. Les facteurs d'émission baissent régulièrement suite à l'équipement des usines en systèmes de récupération des solvants.

f/ Enduction de fibres de verre

Les émissions dues à l'enduction de fibres de verre sont directement déduites des déclarations annuelles des industriels [19]. Le facteur d'émission est déterminé par rapport à la quantité de solvants mis en œuvre.

g/ Utilisation d'autres solvants domestiques et de produits pharmaceutiques

Pour ces deux activités, les facteurs d'émission de COVNM proviennent de données statistiques [684, 50]. De fortes incertitudes persistent pour ces deux activités.

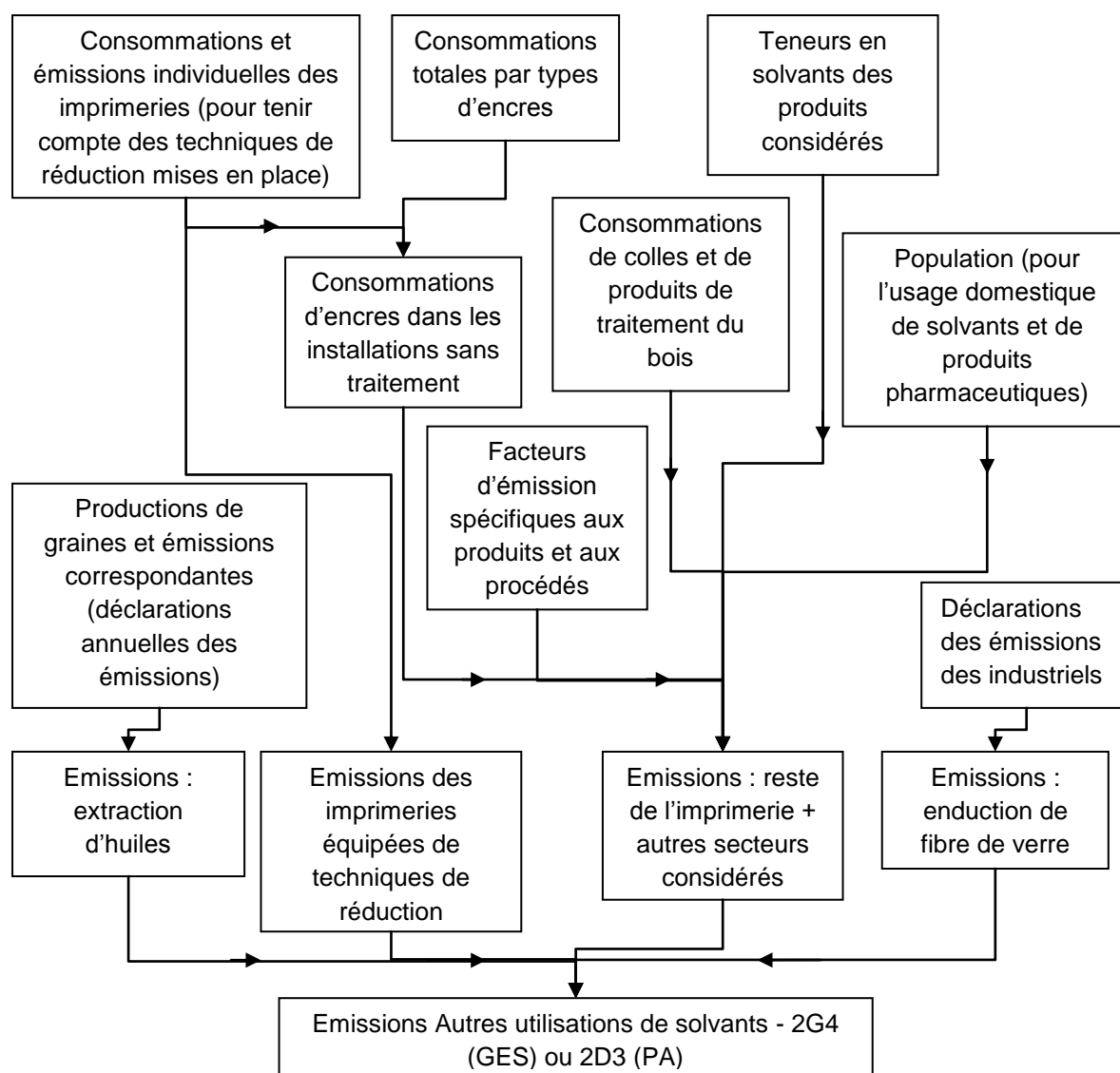
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) sont calculées pour le secteur de la protection du bois.

Au sens de la CEE-NU, les HAP regroupent les quatre substances suivantes : benzo(a)pyrène, (BaP), benzo(b)fluoranthène (BbF), benzo(k)fluoranthène (BkF) et indéno(123-cd)pyrène (IndPy).

Les émissions de HAP sont calculées à partir des consommations des produits utilisés [378], au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque type de HAP [17], supposés constants dans le temps.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 25/01/2017 | LN | 06/02/2017 | JV |

INDUSTRIE DU BOIS

Cette section traite des émissions de l'industrie du bois (fabrication de panneaux agglomérés et travail du bois) à l'exclusion des activités relatives à la consommation d'énergie (se reporter à la section sur la combustion dans l'industrie manufacturière) et hors décarbonatation (se reporter à la section relative à l'industrie papetière).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2.H.1 et 2.H.2 |
| CEE-NU / NFR | 2.H.1 et 2.I |
| CORINAIR / SNAP 97 | 04.06.01 et 04.06.20 |
| CITEPA / SNAPc | 04.06.01 et 04.06.20 |
| CE / directive IED | Annexe 1, paragraphe 6.1a |
| CE / E-PRTR | 6a et b |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | 16 |
| NAF 700 | 21.1A, 45.4C (ancienne) ; 1711Z (nouvelle / papeterie) |
| NCE | E35, E38 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---------------------|
| Statistiques nationales de production et de population | Valeurs par défaut |

Niveau de méthode :

Rang 1 par assimilation

Références utilisées :

- [17] EMEP - CORINAIR Guidebook
- [53] SESSI - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document Environnement n° 136 - juin 2001
- [96] INSEE - Statistiques démographiques annuelles (www.insee.fr)
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [465] INSEE - Statistiques ProdFRA de 2008 à année N-1 - production de panneaux de particules (codes 1621131310 ; 1621122420 ; 1621135000 ; 1621131320).

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section traite des émissions de l'industrie du bois :

- Fabrication de panneaux agglomérés : les procédés de fabrication des panneaux agglomérés sont responsables d'émissions de COVNM et de poussières ;
- Travail du bois : les activités de travail du bois engendrent des émissions de poussières.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Introduction

Fabrication de panneaux agglomérés

La production annuelle de panneaux agglomérés provient du SESSI [53] et de l'INSEE [465].

Travail du bois

Le travail du bois pouvant être exercé par les professionnels ou par les particuliers, l'activité considérée est la population française [96].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

Fabrication de panneaux agglomérés

Les émissions de COVNM sont estimées au moyen d'un facteur d'émission par défaut issu du guidebook CORINAIR [17].

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Fabrication de panneaux agglomérés et travail du bois

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'OFEFP [68].

Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

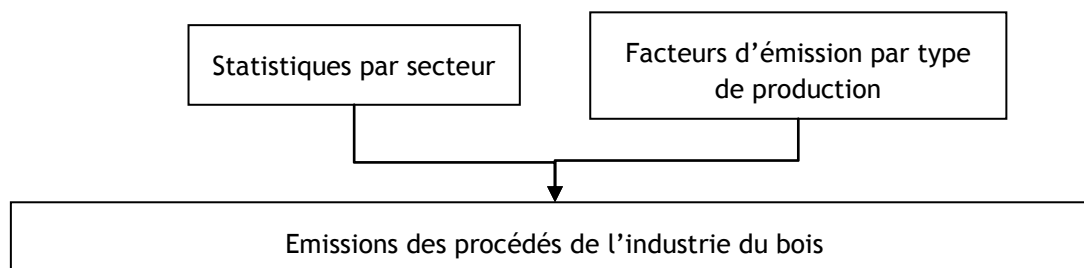
Fabrication de panneaux agglomérés

Les émissions de PM_{10} sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'OFEFP [68].

Travail du bois

Les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées au moyen de facteurs d'émission fourni par l'OFEFP [68] et l'étude ASPA [183].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/02/2016 | LS | 15/02/2016 | JV |

PAPETERIES (DECARBONATATION)

Ce paragraphe décrit les émissions de CO₂ induites par la décarbonatation dans le secteur de la production de papier.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2H1 |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040630 |
| CITEPA / SNAPc | 040630 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | 6b |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 17 |
| NAF 700 | 211C (ancienne) ; 1712Z (nouvelle) |
| NCE | E35 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|---|
| Quantité de carbonates utilisés comme produit chimique d'appoint | Calculé à partir des déclarations annuelles |

Niveau de méthode :

Rang GIEC 2

Références utilisées :

[19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants

[257] COPACEL - Communication de Philippe BRULE lors de la préparation du PNAQ, 2005

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Cette section ne traite que des émissions engendrées par la décarbonatation lors de la production de papier à l'exclusion des émissions relatives aux éventuelles installations de combustion connexes et des autres procédés spécifiques relatifs à l'industrie du bois.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de procédé sont dues à l'utilisation de carbonates comme produits chimiques d'appoint. Bien que les pertes de sodium et de calcium du système de récupération et de la zone de caustification soient généralement compensées par des substances chimiques ne contenant pas de carbonates, du carbonate de calcium (CaCO₃) et du carbonate de sodium (Na₂CO₃), qui entraînent des émissions de CO₂, sont parfois utilisés en faibles quantités [257].

Le carbone contenu dans ces substances chimiques est généralement d'origine fossile, mais il peut dans certains cas provenir de la biomasse (Na₂CO₃ acheté à des installations fabriquant du papier mi-chimique à base de soude). Il est émis sous forme de CO₂ par le four à chaux ou le four de récupération.

D'après la profession [257], les quantités de produits chimiques carbonatés utilisées pour la fabrication de papier sont très faibles.

Un seul site de production de papier en France consomme du bicarbonate de soude.

La consommation de bicarbonate de soude est connue depuis 2014 via les déclarations annuelles [19]. Avant 2014, il est supposé que la consommation est constante.

Ces données de consommation sont confidentielles.

Les émissions de CO₂ induites par l'utilisation de bicarbonate de soude sont connues pour le seul site concerné depuis 2014 via sa déclaration annuelle [19].

Avant 2014, il est supposé que les émissions de CO₂ sont constantes.

Emissions de CH₄

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | CR | 01/02/2017 | EM |

INDUSTRIES AGRO-ALIMENTAIRES

Cette section se rapporte aux activités de l'industrie agro-alimentaire. Les émissions sont notamment dues aux phénomènes de fermentation, à la manutention ou à des procédés de production particuliers.

Les activités concernées sont :

- La production de pain, de vin, de bière, d'alcools, de sucre et de farine,
- La manutention de céréales,
- Le fumage de la viande.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 2H2 |
| CEE-NU / NFR | 2H2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040605, 040606, 040607, 040608 (couverture partielle) |
| CITEPA / SNAPc | 040605, 040606, 040607, 040608, 040621, 040625, 040626, 040627 |
| CE / directive IED | 6.4.b (partiel) |
| CE / E-PRTR | 8bii |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 10-12, 01 |
| NAF 700 | 151E, 156A et B, 158A à C, 158H, 159 F à L, 159N, 011A (ancienne); 0111 à 0116Zp, 0119Zp, 0121Z à 0130Z, 0163Zp, 0164Zp, 0210Zp, 0230Zp, 1013A, 1041Ap, 1061A et B, 1071A à C, 1081Z, 1085Zp, 1089Zp, 1102A, 1102B, 1103 à 1105Z, 5610Cp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Volumes de production des différents produits | Valeurs issues d'EMEP ou de publications scientifiques spécifiques Calcul spécifique à la France pour la fabrication du vin |

Niveau de méthode :

Le calcul des émissions correspond à une méthode de niveau 1 pour la plupart des industries agroalimentaires à l'exception de la production de vin pour laquelle une méthode de niveau 2 intégrant de manière fine les zones de production et le degré alcoolique des vins.

Références utilisées :

- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM₁₀. Document Environnement n° 136 - juin 2001
- [79] TNO - Particulate matter emissions (PM₁₀ - PM_{2.5} - PM_{0.1}) in Europe in 1990 and 1993 - February 1997

- [85] SCEES - AGRESTE, Statistique agricole annuelle
- [108] Confédération Nationale de la Boulangerie - PARIS
- [109] CITEPA - Monographie N°54 - Les émissions atmosphériques de COV lors de l'élaboration du vin - 1987
- [110] B. GIBSON et al. - VOC emissions during malting and beer manufacture - Atmospheric Environment Vol. 29, No. 19 - 1995
- [494] ANMF - Fiches statistiques
- [495] ANSES / AFSSA - Enquête INCA (Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires), 1999
- [496] ANSES / AFSSA - Enquête INCA2 (Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires), 2009
- [526] Données fournies par des producteurs de sucre, juillet 2009
- [578] Brasseurs de France - Statistiques de vente 2006-2010 (www.brasseurs-de-france.com), novembre 2013
- [579] EMEP/EEA 2013 - Section 2.H.2 Food and beverages industry
- [698] SSP - AGRESTE. PRODCOM - Production commercialisée des produits des IAA. Données téléchargeables sur : <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar>
- [699] Projet CORTEA EMICER : Estimation des émissions liées à la manutention et au séchage des céréales. Note du CITEPA 2015

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les activités liées à l'agroalimentaire sont dispersées dans de très nombreuses installations aux tailles diverses, elles génèrent principalement des émissions de COVNM et de particules, le plus souvent estimées à partir des niveaux de production.

Production de pain

La fabrication de pain implique une fermentation des sucres de la farine par les levures à l'origine d'émissions de COVNM (principalement de l'éthanol). La fabrication annuelle de pain en France est estimée à partir des informations fournies dans les fiches statistiques de l'ANMF (Association nationale de la meunerie française) [494], des Études Individuelles Nationales des Consommations Alimentaires (INCA1 [495] et INCA2 [496]) et des informations transmises par la Confédération Nationale de la Boulangerie [108].

Production de vin

Les volumes de production des différents types de vins proviennent des statistiques agricoles annuelles [85].

Production de bière

La production annuelle de bière est fournie par les statistiques sur les industries agro-alimentaires de l'AGRESTE [698] et complétée pour les années les plus récentes par les données publiées par « Brasseurs de France » [578]. Les émissions ont lieu en particulier lors de la germination et du rôstissage des grains (phase de conversion de l'orge), la fermentation, mais également lors des manipulations des matières premières au cours des différentes phases du procédé.

Production d'alcools

Cette sous-catégorie rassemble la production des alcools autres que les vins et les bières : spiritueux, liqueurs, apéritifs à base de vin, eaux de vie par fermentation de fruits, eaux de vie de vin (Cognac, Armagnac), cidre, Whisky et autres alcools (vodka, etc.). Les productions sont fournies par les statistiques sur les industries agro-alimentaires de l'AGRESTE [698]. Les procédés diffèrent entre les divers produits et les émissions sont estimées séparément pour les eaux de vie par fermentation de fruits et les autres.

Manutention de céréales

La manipulation des céréales (stockage, transport, séchage) engendre des émissions de particules. Ces émissions sont estimées à partir des quantités de céréales collectées dont les tonnages sont évalués dans le cadre du projet CORTEA EMICER [699]. Pour les années, où cette donnée manque, l'activité est extrapolée avec les tendances de productions de céréales fournies par les statistiques agricoles annuelles [85].

Production de sucre

La fabrication du sucre est à l'origine de rejets de particules et de COVNM. Ces émissions sont estimées sur la base de la production de sucre fournie par les statistiques sur les industries agro-alimentaires de l'AGRESTE [698].

Production de farine

La fabrication de farine est à l'origine de rejets de particules. Ces émissions sont estimées sur la base de la production de farine fournie par les statistiques sur les industries agro-alimentaires de l'AGRESTE [698].

Fumage de viande

Le fumage de viande est à l'origine de rejets de particules, CO, COVNM et dioxines. Ces émissions sont estimées sur la base de la production de viandes et de poissons fumés fournie par les statistiques sur les industries agro-alimentaires de l'AGRESTE [698].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de COVNM**Production de pain

Le facteur d'émission provenant du guide EMEP EEA 2013 [579] pour la catégorie de pain dite « typique » pour l'Europe est corrigé par le CITEPA pour prendre en compte tous les COVNM, il est ainsi estimé à 4,7 kg COVNM / tonne de pain.

Production de vin

Les facteurs d'émission sont spécifiques des régions et de la qualité des vins. Les facteurs d'émission moyens sont calculés à partir des informations disponibles dans la référence [109]. Ils varient suivant les années entre 30 et 35 g COVNM / hl pour les vins blancs (incluant les eaux de vie issues de vin) et entre 75 et 80 g COVNM / hl pour les vins rouges.

Production de bière

Les émissions de COVNM ont lieu en particulier lors de la germination, du rôissage des grains et de la fermentation. Le facteur d'émission est donné par GIBSON et al. [110], soit 62,5 g COVNM / hl de bière.

Production de sucre

Les émissions de COVNM sont estimées à partir d'informations transmises par des acteurs de la profession [526] qui ont permis d'estimer un facteur d'émission de 103 g COVNM / tonne de sucre.

Fumage de viande

Les émissions de COVNM sont estimées grâce à un facteur d'émission de 30 g COVNM / tonne de viande fumée fournie par le guide EMEP EEA 2013 [579].

Emissions de CO

Les émissions de CO du fumage de viande sont estimées grâce à un facteur d'émission de 700 g CO / tonne de viande fumée fournie par le guide EMEP EEA 2013 [579].

Emissions de particules (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})Production de bière

Le facteur d'émission pour les TSP est pris par défaut identique à celui des PM_{10} fourni par le TNO [79]. Il est de 0,0425 g TSP/hl de bière. Les émissions de PM_{10} représentent donc 100% des TSP et les $PM_{2,5}$ sont estimées à 20% des TSP [79].

Production de sucre

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'OFEFP [68] de 600 g TSP/t de sucre. Les émissions de PM_{10} représentent 86% des TSP [68]. Aucune donnée n'est disponible pour l'estimation des $PM_{2,5}$, qui sont supposées nulles.

Production de farine

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'OFEFP [68] de 160 g TSP/t de farine. Les émissions de PM_{10} représentent 20% des TSP [68]. Aucune donnée n'est disponible pour l'estimation des $PM_{2,5}$, qui sont supposées nulles.

Manutention de céréales

Les facteurs d'émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont issus de mesures réalisées par l'INERIS dans le cadre du projet CORTEA EMICER [699]. Ces facteurs d'émission sont différenciés en fonction du type d'opérations de manutention, ils sont pondérés par leur temps de parcours moyen [699] et donnent respectivement 61 g /tonne et 2,4 g /tonne de céréales collectée. Les facteurs d'émission de TSP sont déduits des FE de PM_{10} et de la granulométrie [699], ils sont évalués à 111 g / tonne de céréales collectée.

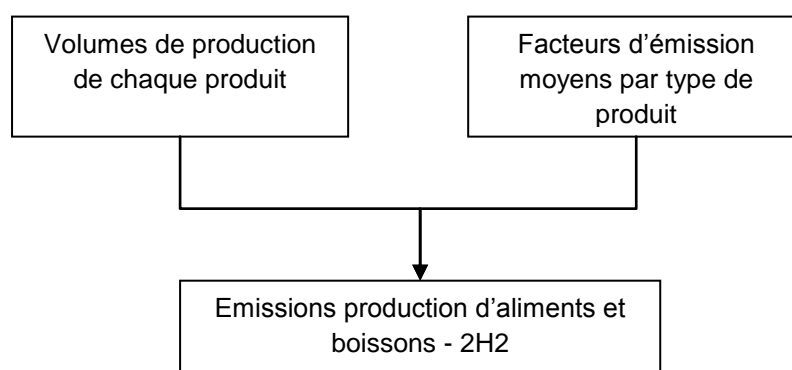
Fumage de viande

Les émissions de TSP sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni par l'OFEFP [42] de 1 000 g TSP/t de viande fumée. Ces émissions sont essentiellement composées de particules fines, ainsi les émissions de PM_{10} et $PM_{2,5}$ sont estimées équivalentes aux émissions de TSP [68].

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Seule l'activité de fumage de viande est émettrice de dioxines dans la catégorie des industries agro-alimentaires. Les émissions de dioxines sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 6 μg / tonne de viande fumée issu de l'OFEFP [68].

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | DB | 01/02/2017 | JV |

FABRICATION D'ACCUMULATEURS

Cette section concerne les émissions de plomb liées à la fabrication d'accumulateurs.

La partie relative aux émissions provenant de la combustion dans les installations de production est traitée dans la section générale 1A2.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 2H2 |
| CEE-NU / NFR | 2H3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 040615 |
| CITEPA / SNAPc | 040615 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 27 |
| NAF 700 | 27.2 (ancienne) : 2720z (nouvelle) |
| NCE | E31 |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|--|
| Quantité de Pb utilisée pour la fabrication d'accumulateurs | Spécifiques de chaque installation considérée individuellement |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [417] FEDEM - Communication de données annuelles relatives à la consommation de plomb
- [712] A3M - Communication de données annuelles relatives à la consommation de plomb
- [713] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Lead production
- [744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Depuis 2013, il n'existe plus que 2 usines de fabrication d'accumulateurs au plomb en France. A noter une évolution importante de cet effectif à la suite de la fermeture de 3 usines en 2009, et à la fermeture d'une quatrième en 2013.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Métaux lourds (ML)

Les émissions de plomb proviennent directement des déclarations annuelles des industriels [19]. Les facteurs d'émission sont déduits des émissions et des quantités de Pb utilisées fournies par la fédération du secteur : FEDEM [417] puis A3M [712] à partir de 2014.

A partir de 2013, compte tenu du nombre limité de sites, le facteur d'émission est confidentiel.

Les évolutions des émissions suivent les progrès des industriels en termes d'équipements de dépollution ainsi que la part relative annuelle de la production de chacun des sites.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de poussières totales proviennent des déclarations annuelles des industriels [19] à partir de 2004. Dans le cas où la donnée n'est pas disponible dans les déclarations annuelles, les émissions de poussières sont considérées à minima comme égales aux émissions de plomb puisqu'il est considéré que tout le plomb est émis sous forme particulaire.

Avant 2004, les émissions de poussières sont calculées à partir du facteur d'émission de 2004 et d'une corrélation avec l'évolution du facteur d'émission du plomb sur la période 1990 - 2004.

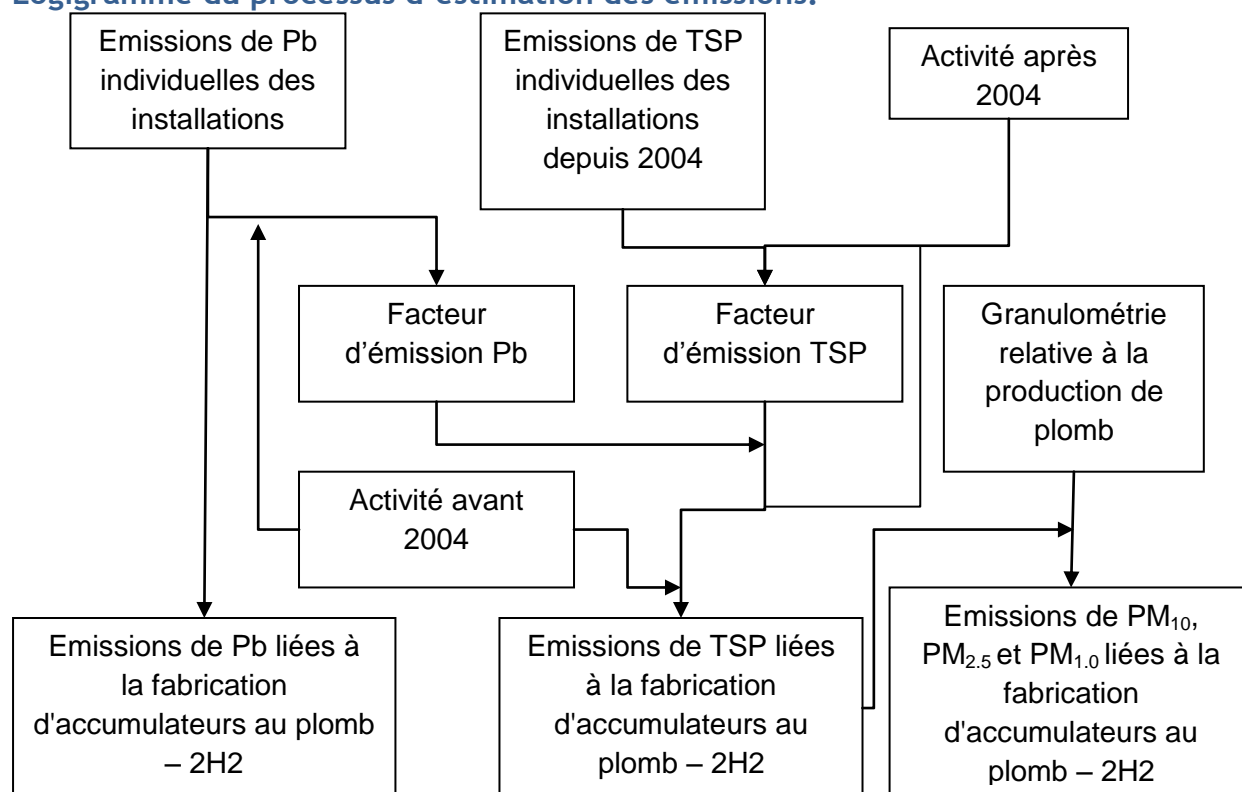
Emissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

La granulométrie n'est pas indiquée dans les déclarations annuelles et il existe peu d'informations spécifiques à la fabrication d'accumulateurs dans la littérature. Les émissions de PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$ sont déterminées à partir des émissions de TSP et de ratio granulométriques calculés à partir de la section 2C du guidebook EMEP/EEA 2016 relative à la production du plomb [713].

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Les émissions de BC sont basées sur une spéciation chimique des émissions de $PM_{2,5}$, ce ratio provient du guidebook EMEP/EEA 2016 [744]. La valeur retenue est la même que celle utilisée dans la section relative à la production de plomb primaire et secondaire.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 13/01/2017 | RB | 09/02/2017 | JV |

EQUIPEMENT DE REFRIGERATION

Ce secteur couvre les équipements de réfrigération et d'air conditionné utilisant des fluides autres que les halocarbures (ces derniers sont traités dans la section « 2F1_refrigeration air conditioning ». L'ammoniac est notamment utilisé comme fluide de refroidissement.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | Hors champs |
| CEE-NU / NFR | 2.H.3 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 06.05.03 |
| CITEPA / SNAPc | 06.05.03 |
| CE / directive IED | Hors champs |
| CE / E-PRTR | Hors champs |
| CE / directive GIC | Hors champs |
| EUROSTAT / NAMEA | Concerne un grand nombre de rubriques |
| NAF 700 | Concerne un grand nombre de rubriques |
| NCE | Hors champs |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|-----------------------------|
| Banque cumulée de fluides de tous les équipements existants | Spécifique à chaque secteur |

Niveau de méthode :

Rang 2a.

Références utilisées :

[207] Centre Efficacité énergétique des Systèmes de l'Ecole des Mines de Paris - Inventaire annuel des émissions des fluides frigorigènes en France

Caractéristiques de la catégorie :

L'activité se décompose en trois sous-ensembles : le marché neuf de fluides pour les équipements mis sur le marché, la maintenance correspondant à la recharge des installations existantes et la banque cumulée de fluides de tous les équipements existants jusqu'à l'année considérée. C'est cette dernière donnée qui est considérée comme étant l'activité à retenir dans l'inventaire.

L'ammoniac est principalement utilisé dans les applications industrielles du froid comme l'agroalimentaire ou les entrepôts frigorifiques.

L'isobutane est, quant à lui, utilisé dans la réfrigération domestique en remplacement du HFC-134a.

Méthode d'estimation des émissions de polluants :

Emissions de NH_3 et COVM

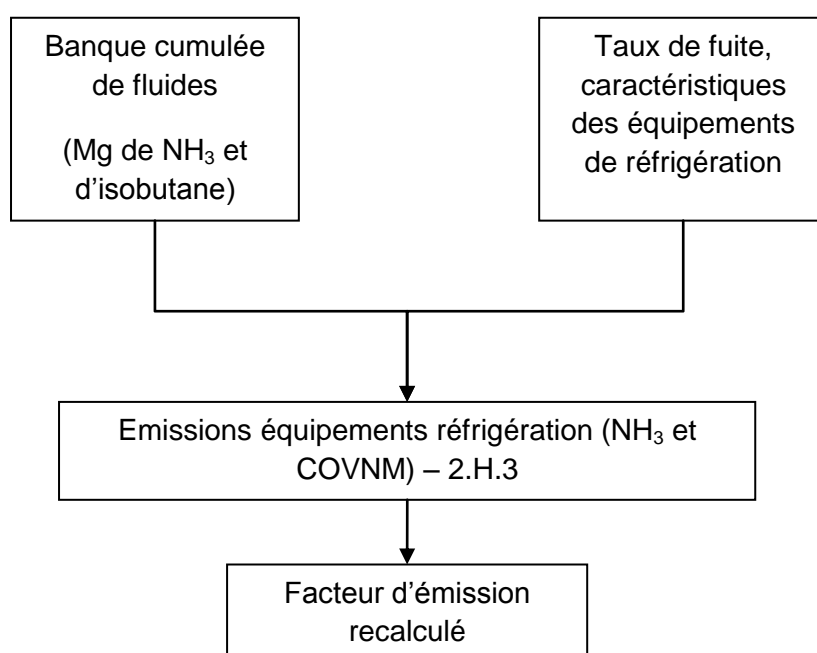
L'inventaire des émissions de gaz frigorigènes est réalisé chaque année par le Centre Efficacité énergétique des Systèmes de l'Ecole des Mines de Paris [207].

Les facteurs d'émission sont calculés annuellement à partir de l'activité et des émissions évaluées pour chaque sous-secteurs.

Les rapports d'inventaire complet des émissions de fluides frigorigènes pour la France métropolitaine et les territoires d'Outre-mer sont disponibles à l'adresse suivante :

<http://www.ces.mines-paristech.fr/Themes-de-recherche/PolEnerg/FluidesFrig/>

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



AGRICULTURE

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 07/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

AGRICULTURE

Cette section concerne une grande partie des émissions liées aux activités agricoles. Elle couvre les émissions liées à l'élevage (CH₄, N₂O, NH₃, NO_x, COVNM, PM), les émissions liées à la fertilisation (N₂O, NH₃, NO_x), les émissions liées aux rizières (CH₄), les émissions liées au travail du sol (PM) et les émissions liées au brûlage des résidus de récolte (nombreux polluants). Elle comprend également les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'engrais sous forme d'urée et d'amendements basiques sur les sols agricoles.

Cette section exclut :

- les questions relatives au carbone (des sols et de la biomasse) qui sont traitées dans le secteur UTCATF,
- les émissions liées à l'utilisation énergétique du secteur agricole, qui sont prises en compte dans le secteur énergie.

Pour un maximum de clarté, cette section présente une partie commune détaillée sur la caractérisation de l'élevage et des cultures car ces données impactent différentes sources d'émission traitées séparément dans les inventaires.

Références utilisées :

[400] I.E.O.M. Institut d'Emission d'Outre Mer, rapport annuel

[401] I.E.D.O.M. Institut d'Emission des Départements d'Outre-mer, rapport annuel

[410] SSP - AGRESTE. Données téléchargeables sur :

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/page-d-accueil/article/donnees-en-ligne>.

[468] CORPEN - Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager. Influence de l'alimentation et du niveau de production. Groupe "Alimentation animale" Sous groupe « Vaches laitières », 1999

[469] CORPEN - Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager, 2001

[470] CORPEN - Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre, zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites, 2003

[471] CORPEN - Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections, 2006

[472] Ph. Schmidely, F. Meschy, J. Tessiera and D. Sauvant. - Lactation Response and Nitrogen, Calcium, and Phosphorus Utilization of Dairy Goats Differing by the Genotype for α S1-Casein in Milk, and Fed Diets Varying in Crude Protein Concentration. Journal of Dairy Science. Volume 85, Issue 9, September 2002, Pages 2299-2307.

[473] William MARTIN-ROSSET - Nutrition et alimentation des chevaux. Editions QUAE, 2012

[476] Biomasse Normandie - Evaluation des quantités actuelles et futures des déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités. Lot 3 : Effluents d'élevage. Rapport final, 2002

[477] CNIEL, Institut de l'élevage - Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Données 2007

[478] Fichier réalisé par l'Institut de l'Elevage suite à une extraction des données des PMPOA 1 et 2. Communication du 31/01/2011

- [480] Résultats des Enquêtes Bâtiment 1994, 2001 et 2008. Service de la statistique et de la prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement de Territoire
- [503] CORPEN - Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles. Groupe alimentation animale, sous-groupe aviculture, 1996
- [504] CORPEN - Estimation des rejets d'azote - phosphore - calcium - cuivre et zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN - Volailles de 2006, 2012, 61p.
- [505] IFIP - GTE : Evolution des résultats moyens nationaux
- [506] Haras Nationaux - Chiffres Clés de la filière équine, 2011 -. <http://www.haras-nationaux.fr/fileadmin/bibliotheque/chiffres-2011-internet.pdf>
- [507] Haras Nationaux, 2012. Annuaire de la monte 2011 - Chiffres globaux, 2012 - http://www.haras-nationaux.fr/uploads/tx_dlcubeargus/chiffres_globaux_elevage.pdf
- [655] Aubert et Coutelet, 2013. Les rejets d'azote et de phosphore par les élevages de lapins : évolution et perspectives. TeMA n°28 - octobre/novembre/décembre 2013
- [656] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 10
- [704] Institut de l'élevage - Communication des poids moyens relatifs aux ovins en France. 2015
- [759] <http://outils.ifip.asso.fr/CritStand/CourbeCroit/Default.aspx>
- [760] Agreste, 1999. La cuniculture française - Enquête cuniculture 1994. Les cahiers de l'Agreste novembre 1999 n°42 et 43.
- [786] Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Elevages et Environnement, 2015, Paris, 26 pages.

Plan de la section :

Système PACRETE pour l'élevage

Cheptels

Mise en cohérence des séries statistiques

Cas particulier des porcins

Cheptels utilisés dans l'inventaire français

Systèmes de gestion des déjections animales

Temps passés en bâtiment et à l'extérieur (pâturages, parcours)

Pour les bovins et les ovins

Pour les porcins

Pour les caprins

Pour les volailles

Pour les équins

Pour les lapines reproductrices

Répartition des effluents entre systèmes fumier et systèmes lisier et quantités de paille associées

Pour les bovins et les porcins

Pour les équins, les caprins et les ovins

Pour les volailles

Excrétions azotée

Pour les bovins

Pour les porcins

Pour les volailles

Pour les caprins

Pour les équins

Pour les ovins

Pour les lapines reproductrices

Surfaces, productions et rendements des cultures

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Système PACRETE pour l'élevage

L'estimation précise des émissions liées à l'élevage est un travail complexe qui nécessite notamment de compiler beaucoup d'informations issues de sources différentes. Un système a donc été mis en place au niveau des inventaires français pour gérer au mieux ces calculs : le système PACRETE (Programme Access pour le Calcul Régionalisé des Emissions aTmosphériques de l'Elevage). Le système PACRETE permet d'harmoniser des données régionales, issues de différentes sources, sur les effectifs animaux, l'alimentation, les types de bâtiments d'élevage, les pratiques d'épandage des effluents, le temps passé au pâturage, etc. Il permet ensuite de calculer de manière cohérente l'ensemble des émissions liées à l'élevage. Les explications suivantes font partie intégrante de ce système.

Cheptels

Les données de cheptels utilisées dans le cadre de l'inventaire national proviennent de la Statistique Agricole Annuelle (SAA) publiée par le SSP [410], service statistiques du Ministère de l'Agriculture, de l'Agroalimentaire et de la Forêt (MAAF). Cette statistique est établie chaque année grâce à des sondages aléatoires sur un échantillon représentatif, et complétée grâce aux informations fournies par les recensements agricoles qui ont lieu sur un pas de temps plus long, tous les 10 ans en France, le dernier ayant eu lieu en 2010. Les données sont disponibles par régions. Des sources de données additionnelles sont disponibles pour l'Outre-mer [400, 401].

Il est important de préciser que, à l'instar de beaucoup de statistiques, le système statistique agricole a évolué au cours du temps. Un travail de mise en cohérence a été effectué, de manière à garantir une catégorisation stable depuis 1980, comme requis par les exigences de rapportage.

Mise en cohérence des séries statistiques

Suite au dernier recensement agricole, qui a eu lieu en 2010, les données d'effectifs animaux sont disponibles sous la forme de deux séries : de 1989 à 2000 (jeu « historique ») et de 2000 à l'année en cours (« jeu récent »). L'analyse de chacune des populations animales pour l'année 2000, par région, a permis de vérifier la cohérence entre ces deux jeux de données. Le protocole suivant a été appliqué :

- Si, pour l'année 2000, les données des deux séries pour une catégorie animale varient de plus de 10%, un retraitement est effectué. Ce retraitement consiste à corriger le jeu de données historiques entre 1989 et 1999 sur la base du pourcentage d'écart observé l'année 2000.
- Si, pour l'année 2000, les données des deux séries pour une catégorie animale varient de moins de 10%, les deux jeux de données sont jugés cohérents. Le jeu historique est utilisé pour la période de 1989 à 1999, le jeu récent pour la période de 2000 à l'année en cours.
- Si une catégorie animale plus détaillée est disponible dans le jeu de données récent (par exemple, pour les bovins autres que les vaches laitières et les vaches nourrices, la série historique ne donne qu'une valeur "ensemble espèce bovine", tandis que le jeu récent fournit 13 catégories bovines différentes hors vaches laitières et nourrices), la répartition des différentes catégories animales de l'année 2000 est appliquée à la valeur agrégée disponible de 1989 à 1999.

Tableau 9 : Récapitulatif des méthodes d'ajustement de la statistique agricole annuelle (SAA)

| Critères d'ajustement entre les deux séries de la SAA | Années 1989 → 1999 | Année 2000 → ... |
|--|--|---------------------------------|
| Si l'écart observé en 2000 <10% | SAA « historique » non corrigée | SAA « récente » non corrigée |
| Si l'écart observé en 2000 >10% | SAA « historique » corrigée | SAA « récente » non corrigée |
| Si les catégories de la SAA 1989-2000 sont plus agrégées | SAA recalculée à partir de la SAA « historique » agrégée | SAA « récente » non corrigée |

| Si les catégories de la SAA 1989-2000 sont plus détaillées | SAA « historique » non corrigée | SAA « récente » non corrigée |
|--|------------------------------------|---------------------------------|
|--|------------------------------------|---------------------------------|

Cas particulier des porcins :

Pour les porcins, cinq catégories sont distinguées dans la SAA : porcelets, jeunes porcs de 20 à moins de 50kg, porcs à l'engrais de 50kg et plus, truies de 50kg et plus, et verrats de 50kg et plus. Un travail de vérification de la cohérence entre effectifs et productions a été effectué, en comparant la chaîne d'effectifs « porcelets - jeunes porcs de 20 à moins de 50kg - porcs à l'engrais de 50kg et plus » avec les données de productions fournies par la SAA.

Suite à cette analyse, il est apparu que la catégorie « porcelet » proposée dans la SAA pouvait être surestimée, car la statistique est évaluée à un moment précis de l'année, moment durant lequel une catégorie peut être plus représentée qu'une autre du fait des durées différentes passées par stade d'élevage. Le retraitement suivant a été effectué pour refléter au mieux la situation réelle de l'élevage porcin :

- La catégorisation proposée par la SAA (porcelets, jeunes porcs de 20 à moins de 50kg, porcs à l'engrais de 50kg et plus) a été abandonnée au profit de la suivante, jugée plus pertinente pour l'application, par la suite, des méthodes d'estimation des émissions : porcelets non sevrés (<8kg), porcelets post sevrés (entre 8 et 30kg), porcs à l'engrais supérieur à 30kg.
- Les données d'effectifs des trois anciennes catégories de la SAA ont été sommées, puis réparties au prorata du temps passé par stade, méthode jugée plus fiable pour répartir les effectifs selon les nouvelles catégories définies. Ces temps passés par stade sont évalués à partir d'un outil développé par l'Institut du porc (IFIP) [758] permettant d'obtenir des courbes de croissance selon les poids d'entrée, de sortie et le gain moyen quotidien. Ces trois paramètres, qui varient depuis 1990, sont tirés des documents de Gestion Technico-économiques publiés chaque année par l'IFIP [505].

Tableau 10 : Correspondances entre les catégories SAA et les catégories de l'inventaire pour les porcins

| | | Catégorisation choisie pour les inventaires* | | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------|--|---|------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| | | Porcelets non sevrés (<8kg) | Porcelets post sevrés (entre 8 et 30kg) | Porcs à l'engrais supérieur à 30kg | Truies de 50kg et plus | Verrats de 50kg et plus |
| Catégorisation disponible dans la SAA | Porcelets | 15% | 30% | 55% | | |
| | Jeunes porcs de 20 à moins de 50kg | | | | | |
| | Porcs à l'engrais de 50kg et plus | | | | | |
| | Truies de 50kg et plus | | | | 100% | |
| | Verrats de 50kg et plus | | | | | 100% |

*Les pourcentages d'allocation varient en fonction de l'année, ici ce sont les % de 2015

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Repart_Porcins

Cheptels utilisés dans l'inventaire français

Ainsi, les différents retraitements effectués permettent de garantir une catégorisation stable depuis 1990, détaillée en 40 catégories, qui sont généralement agrégées par grandes catégories :

Tableau 11 : Catégories et sous-catégories de l'inventaire

| Vaches laitières | |
|------------------|---|
| Autres bovins | Vaches nourrices |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans |

| | |
|-------------------------|---|
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans |
| | Veaux de boucherie |
| | Autres femelles de moins de 1 an |
| | Autres mâles de moins de 1 an |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) |
| | Verrats de 50 kg et plus |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) |
| Truies de 50 kg et plus | |
| Caprins | Chevrettes |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) |
| | Autres caprins (y compris boucs) |
| Ovins | Agnelles |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) |
| | Autres ovins (y compris béliers) |
| Chevaux | Chevaux de selle, sport, loisirs et course |
| | Chevaux lourds |
| Mules et ânes | Anes, mulets, bardots |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation |
| | Poulettes |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) |
| | Canards à gaver |
| | Canards à rôtir |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) |
| | Pintades |
| | Cailles d'élevage |
| Autres | Lapines reproductrices |

Il faut noter que cette catégorisation, à partir de laquelle les calculs sont effectués au sein de PACRETE, est plus fine que les catégories CRF/NFR, qui correspondent aux catégories agrégées. Cela pourra être à l'origine de variations des facteurs d'émission agrégés d'une année sur l'autre au niveau des catégories CRF/NFR, car les proportions des effectifs des catégories fines peuvent varier au sein d'une catégorie agrégée CRF/NFR.

Figure 1 : Évolution des cheptels agricoles en France (Métropole uniquement)

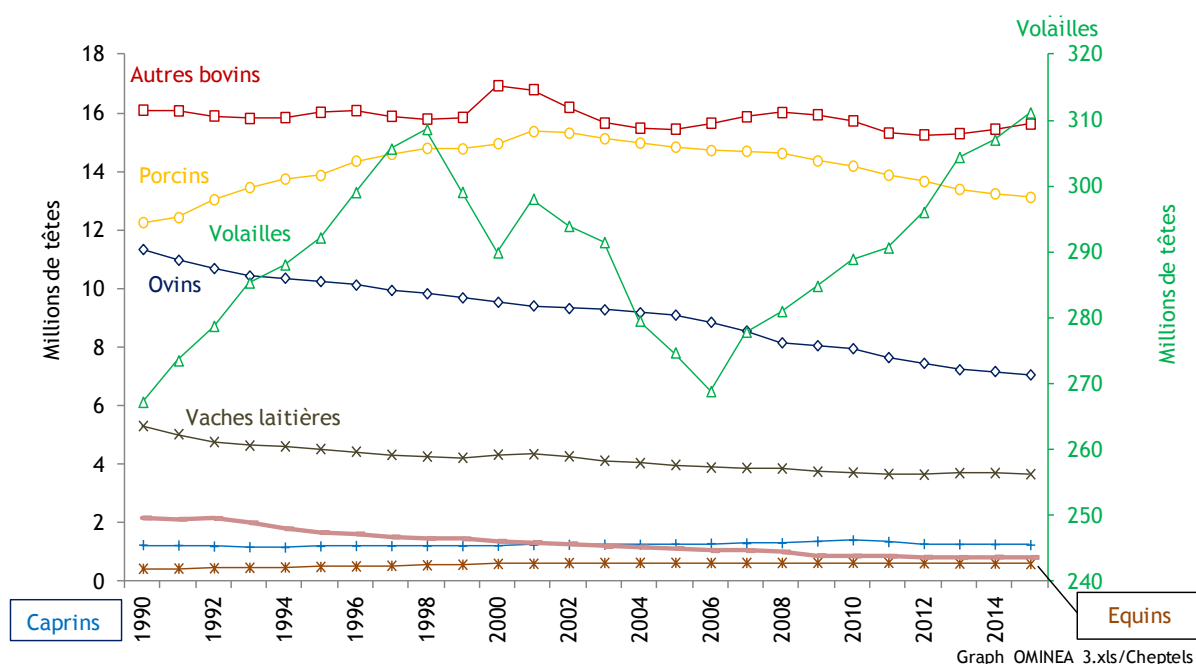


Tableau 12 : Cheptels en France au périmètre Métropole

| | Vaches laitières | Autres bovins | Caprins | Ovins | Porcs | Volailles | Equins | Lapines reproductrices |
|------|------------------|---------------|-----------|------------|------------|-------------|---------|------------------------|
| 1990 | 5 303 480 | 16 097 122 | 1 232 894 | 11 334 278 | 12 254 075 | 267 165 875 | 423 607 | 2 162 000 |
| 1991 | 5 024 233 | 16 072 905 | 1 220 332 | 10 967 469 | 12 422 798 | 273 468 143 | 431 675 | 2 116 000 |
| 1992 | 4 756 075 | 15 898 841 | 1 184 785 | 10 683 814 | 13 035 051 | 278 704 751 | 441 590 | 2 144 000 |
| 1993 | 4 633 673 | 15 812 511 | 1 161 966 | 10 428 362 | 13 450 885 | 285 294 102 | 456 682 | 1 996 000 |
| 1994 | 4 606 370 | 15 844 120 | 1 150 612 | 10 353 781 | 13 742 893 | 288 034 035 | 468 716 | 1 791 000 |
| 1995 | 4 516 234 | 16 024 063 | 1 189 207 | 10 240 268 | 13 863 536 | 292 127 935 | 487 568 | 1 662 000 |
| 1996 | 4 425 902 | 16 081 918 | 1 202 009 | 10 117 689 | 14 354 898 | 299 013 977 | 504 565 | 1 617 000 |
| 1997 | 4 317 576 | 15 887 464 | 1 197 454 | 9 935 593 | 14 587 623 | 305 623 812 | 526 321 | 1 513 000 |
| 1998 | 4 258 850 | 15 792 644 | 1 199 625 | 9 822 174 | 14 790 916 | 308 604 916 | 542 611 | 1 461 000 |
| 1999 | 4 217 233 | 15 849 611 | 1 196 352 | 9 681 501 | 14 771 992 | 299 048 151 | 563 272 | 1 446 000 |
| 2000 | 4 324 327 | 16 931 920 | 1 208 937 | 9 531 789 | 14 950 804 | 289 863 000 | 590 658 | 1 365 000 |
| 2001 | 4 338 753 | 16 799 217 | 1 234 174 | 9 406 675 | 15 362 926 | 298 010 000 | 594 966 | 1 324 000 |
| 2002 | 4 267 138 | 16 194 153 | 1 243 197 | 9 317 023 | 15 308 660 | 293 890 000 | 618 364 | 1 281 000 |
| 2003 | 4 117 743 | 15 655 537 | 1 248 051 | 9 271 897 | 15 119 187 | 291 431 000 | 621 726 | 1 184 000 |
| 2004 | 4 034 857 | 15 481 378 | 1 243 990 | 9 172 407 | 14 972 007 | 279 503 000 | 625 855 | 1 169 000 |
| 2005 | 3 972 964 | 15 448 104 | 1 263 687 | 9 092 786 | 14 833 141 | 274 680 000 | 626 984 | 1 118 000 |
| 2006 | 3 882 195 | 15 652 493 | 1 282 616 | 8 848 397 | 14 716 306 | 268 796 000 | 621 249 | 1 043 000 |
| 2007 | 3 869 936 | 15 870 357 | 1 287 026 | 8 549 448 | 14 692 342 | 277 829 000 | 623 307 | 1 044 000 |
| 2008 | 3 849 945 | 16 014 262 | 1 299 088 | 8 146 265 | 14 615 583 | 280 951 000 | 625 415 | 998 000 |
| 2009 | 3 741 557 | 15 940 936 | 1 358 125 | 8 046 208 | 14 360 727 | 284 778 000 | 627 050 | 877 000 |
| 2010 | 3 712 082 | 15 731 461 | 1 394 482 | 7 945 548 | 14 183 850 | 288 882 000 | 628 929 | 860 000 |
| 2011 | 3 660 262 | 15 314 598 | 1 339 782 | 7 641 897 | 13 872 586 | 290 609 000 | 629 517 | 853 000 |
| 2012 | 3 639 469 | 15 252 505 | 1 268 585 | 7 445 590 | 13 658 316 | 295 996 000 | 612 881 | 821 000 |
| 2013 | 3 693 627 | 15 295 532 | 1 254 172 | 7 224 256 | 13 387 554 | 304 358 000 | 604 012 | 813 000 |
| 2014 | 3 694 792 | 15 447 340 | 1 250 477 | 7 166 185 | 13 235 991 | 306 996 000 | 600 172 | 827 000 |
| 2015 | 3 657 531 | 15 622 935 | 1 233 239 | 7 049 265 | 13 115 760 | 311 118 000 | 588 330 | 813 000 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Cheptels_tableau

[Pour le NIR ou l'IIR, graph et tableau sur les cheptels en France]

Systèmes de gestion des déjections animales

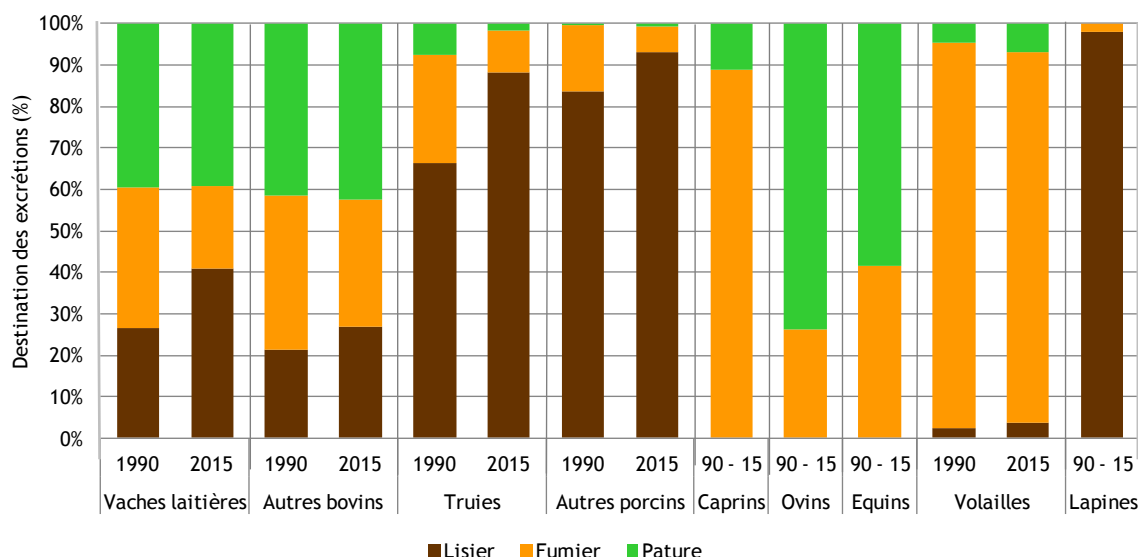
L'étude des Systèmes de Gestion des Déjections Animales (SGDA) permet d'obtenir des données essentielles pour la réalisation des inventaires notamment :

- les temps passés en bâtiment et à l'extérieur (pâturages, parcours),

- la répartition des effluents entre systèmes fumier et lisier.

Ces informations sont en grande partie issues des enquêtes bâtiments d'élevage [480] réalisées périodiquement par les services statistiques du MAAF. Ces enquêtes concernent les bovins, les porcins, les caprins, les ovins et les volailles et sont disponibles au niveau régional. Elles sont réalisées par visite d'un enquêteur dans les élevages et portent sur le mode de construction des bâtiments, le mode de logement, les caractéristiques des ouvrages de stockage des déjections, les modalités d'épandage des effluents, etc. Jusqu'à présent, trois enquêtes ont été réalisées en 1994, 2001 et 2008.

Figure 2 : Répartition des systèmes de gestion des déjections en France



*Ne disposant pas de données spécifiques aux DOM COM, les données de la métropole sont utilisées.
Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/SGDA

[Pour le NIR ou l'IIR, graphique sur les SGDA en France]

Tableau 13 : Répartition des systèmes de gestion des déjections en France

| | Répartition entre types d'effluents par catégories d'animaux | | | | | |
|------------------|--|--------|--------|--------|--------|--------|
| | 1990 | | | 2015 | | |
| | Lisier | Fumier | Pature | Lisier | Fumier | Pature |
| Vaches laitières | 26% | 34% | 39% | 41% | 20% | 39% |
| Autres bovins | 21% | 37% | 42% | 27% | 30% | 42% |
| Truies | 66% | 26% | 7% | 88% | 10% | 2% |
| Autres porcins | 66% | 26% | 7% | 93% | 6% | 1% |
| Caprins | 0% | 89% | 11% | 0% | 89% | 11% |
| Ovins | 0% | 26% | 74% | 0% | 26% | 74% |
| Equins | 0% | 42% | 58% | 0% | 42% | 58% |
| Volailles | 2% | 93% | 5% | 4% | 89% | 7% |
| Lapines | 98% | 2% | 0% | 98% | 2% | 0% |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/SGDA_tableau

[Pour le NIR ou l'IIR, tableau sur les SGDA en France]

Temps passés en bâtiment et à l'extérieur (pâturages, parcours)

Pour les bovins et les ovins

Le temps passé en bâtiment a été estimé à l'aide des durées d'hébergement fournies dans les enquêtes bâtiments d'élevages 2001 et 2008 [480] (l'enquête 1994 ne contient pas cette information). Ces durées de présence des animaux en bâtiment sont fournies en « jours temps plein » ce qui correspond au nombre de jours d'hébergement continu pendant la période hivernale.

Le temps passé en bâtiment pour la traite pendant l'été et les périodes de transition sont donc exclues des durées d'hébergement fournies. Ainsi, pour les vaches laitières, 4h d'hébergement ont été rajoutées par jour non-hébergé afin de prendre en compte le temps passé en bâtiment pour la traite. Les périodes de transition (périodes de l'année où les bovins ne sortent que temporairement, surtout au printemps et à l'automne) ont été prises en compte grâce aux données fournies par l'observatoire de l'alimentation des vaches laitières [477].

Ces données sont utilisées de la manière suivante sur la période de 1990 à l'année en cours :

- de 1990 à 2001 : les données utilisées sont celles de 2001 ;
- de 2002 à 2007 : interpolation linéaire entre les données de 2001 et celles de 2008 ;
- de 2008 à l'année en cours : utilisation des données de 2008.

Les enquêtes bâtiments permettent également d'identifier les systèmes d'élevage des bovins en plein air total, qui seront alors attribués au mode « pâture » intégralement. Ces données sont disponibles dans les enquêtes 1994, 2001 et 2008, et sont utilisées comme suit :

- de 1990 à 1994 : les données utilisées sont celles de 1994 ;
- de 1995 à 2000 : interpolation linéaire entre les données de 1994 et celles de 2001 ;
- en 2001 : les données utilisées sont celles de 2001 ;
- de 2002 à 2007 : interpolation linéaire entre les données de 2001 et celles de 2008 ;
- de 2008 à l'année en cours : utilisation des données de 2008.

Pour les porcs

Les enquêtes bâtiment ne fournissent pas de durées d'hébergement : les animaux gérés en bâtiment se voient attribuer 100% de leur temps au bâtiment. En revanche, tout comme pour les bovins, ces enquêtes permettent d'identifier les systèmes d'élevage plein air, qui seront alors attribués au mode « pâture » intégralement. Ces données sont utilisées sur la période comme celles relatives aux bovins (cf. ci-dessus).

Pour les caprins

Les durées d'hébergement ont été fournies par l'Institut de l'Élevage [478], à partir des données des bases PMPOA 1 et 2. Ces données sont disponibles uniquement pour l'année 2007, mais le détail régional est connu. Faute d'autres données disponibles, les données 2007 sont considérées constantes dans le temps et utilisées pour toute la période.

Pour les volailles

Les temps d'hébergement sont déduits des facteurs d'excrétion azotée des documents Corpen (Comité d'Orientation pour des Pratiques agricoles respectueuses de l'Environnement), qui distinguent la part azotée au parcours de celle excrétée en bâtiment. Il existe trois versions du Corpen pour les volailles : 1996 [503], 2006 [471] et la mise à jour de 2012 [504]. Ces guides fournissent les parts d'excrétions au parcours pour respectivement 40, 78 et 80 catégories de volailles, alors que la SAA ne compte que 10 catégories. Ainsi, pour calculer les parts d'excrétions au parcours à partir du Corpen, il faut connaître les effectifs pour chaque catégorie Corpen, puis calculer un facteur d'émission pondéré pour les 10 catégories de la SAA. Pour cela, les effectifs nationaux fournis pour 46 catégories de volailles par les enquêtes bâtiments 2008 [480] ont été utilisés, en faisant l'hypothèse, faute de données supplémentaires, que les répartitions entre les 46 populations de volailles sont constantes entre 1996 et 2012. Les catégories de volailles et les périmètres d'étude ayant variés entre les versions, certaines données aberrantes ont été corrigées par une interpolation entre les deux valeurs de 1996 et 2012.

Les temps d'hébergement utilisés sur la période de 1990 à l'année en cours sont les suivants :

- de 1990 à 1996 : les données utilisées sont celles de 1996 ;
- de 1997 à 2005 : interpolation linéaire entre les données de 1996 et celles de 2006 ;
- en 2006 : les données utilisées sont celles de 2006 ;
- de 2007 à 2011 : interpolation linéaire entre les données de 2006 et celles de 2012 ;
- de 2012 à l'année en cours : les données utilisées sont celles de 2012.

Pour les équins

Il a été considéré que les animaux passent en moyenne 5 mois en bâtiment, sur la base d'un rapport sur les effluents animaux paru en 2002 [476]. Faute d'autres données disponibles, cette donnée est considérée constante dans le temps et utilisée pour toute la période.

Pour les lapines reproductrices

Pour les lapines reproductrices, une seule enquête a été réalisée en 1994 mais elle ne fournit pas de durées d'hébergement : les animaux gérés en bâtiment se voient attribuer 100% de leur temps au bâtiment.

Répartition des effluents entre systèmes fumier et systèmes lisier et quantités de paille associées*Pour les bovins et les porcins*

La répartition des déjections entre fumier et lisier a pu être étudiée grâce aux résultats des enquêtes bâtiments d'élevage 1994, 2001 et 2008 [480]. Ces enquêtes fournissent des données régionales représentatives sur la répartition des différents modes de stabulation pour les bovins ou types de sols pour les porcins. Les résultats de ces enquêtes fournissent ainsi la représentativité des différents modes de stabulation / types de sol pour différentes catégories animales de bovins et de porcins. Des tables de correspondances réalisées par l'Institut de l'Elevage et l'IFIP ont permis d'établir des correspondances entre chaque mode de stabulation / type de sol et les effluents correspondants, chaque sol correspondant à un système fumier et/ou lisier dans les tables fournies. Ensuite, ces données étant disponibles uniquement pour les années 1994, 2001 et 2008, elles sont utilisées comme suit :

- de 1990 à 1994 : les données utilisées sont celles de 1994 ;
- de 1995 à 2000 : interpolation linéaire entre les données de 1994 et celles de 2001 ;
- en 2001 : les données utilisées sont celles de 2001 ;
- de 2002 à 2007 : interpolation linéaire entre les données de 2001 et celles de 2008 ;
- de 2008 à l'année en cours : utilisation des données de 2008.

Par ailleurs, toujours à partir de ces enquêtes bâtiments, des tables de correspondances réalisées par l'Institut de l'Elevage, le SSP (services statistiques du Ministère de l'Agriculture) et l'Institut du porc ont permis de connaître les quantités de paille utilisées par mode de stabulation/type de sol. Les quantités de paille sont ainsi recalculées sur la période de la même manière qu'est estimée la répartition fumier/lisier.

Pour les équins, les caprins et les ovins

Les systèmes lisiers n'existent pas en France, donc 100% des systèmes sont considérés en fumier.

Pour les caprins et les ovins, les quantités de pailles utilisées ont été fournies par l'Institut de l'Elevage et le SSP. Pour les équins, les quantités de paille journalières retenues proviennent d'EMEP/EEA 2013 [659].

Pour les volailles

Des parts de fumier et de lisier ont été affectées à chaque catégorie animale. Ces correspondances sont très simples puisque généralement, une catégorie animale correspond à un effluent. En effet, hormis pour les canards et les oies, toutes les volailles ont été allouées à des systèmes sur fumier.

Pour les canards et les oies, la répartition des effluents entre système fumier et lisier est effectuée à partir des documents du Corpen qui fournissent des excréments azotés avec une part de lisier et une part de fumier déterminées, pour les années 1996, 2006 et 2012. Ces données sont interpolées de la même manière que les temps d'hébergement (cf. ci-dessus).

Actuellement, les systèmes « fientes » (très fréquents en poules pondeuses) sont assimilés aux systèmes basés sur le fumier, car pour l'instant, aucun facteur d'émission spécifique aux systèmes fiente n'est disponible dans les lignes directrices.

Excrétions azotées

Les facteurs d'excrétion azotée (F_{ex}) sont pour la plupart basés sur les travaux du Corpen qui est un groupe de réflexion réunissant tous les organismes concernés par les relations entre agriculture et environnement. Il regroupe des instituts techniques, des établissements publics de recherche, des organisations professionnelles, des organisations d'usagers, des centres techniques agricoles, des agences de l'eau ainsi que des ministères. Les missions du Corpen, essentiellement scientifiques, ont permis la réalisation de nombreuses publications, notamment sur l'azote provenant des élevages.

Important : Les facteurs d'excrétion azotée nationaux pour les bovins, ovins et caprins ont été comparés à ceux recalculés par la méthode de Niveau 2 du GIEC 2006. Cette comparaison est incluse en section « 3B_Manure Management ».

Pour les bovins

Les facteurs d'excrétion azotée (F_{ex}) ont été calculés à partir des documents Corpen [468, 469] qui permettent de moduler l'excrétion azotée en fonction de plusieurs paramètres :

- le format des animaux,
- la production laitière (pour les vaches laitières seulement),
- les fourrages consommés (herbe pâturée, foin, herbe conservée, ensilage de maïs).

La part d'herbe pâturée est directement basée, pour tous les bovins, sur les valeurs régionales de temps passés au pâturage (cf. paragraphe ci-avant sur les SGDA).

Concernant les autres fourrages (foin, herbe conservée, ensilage de maïs), leur contribution aux fourrages totaux consommés a été estimée de différentes façons selon la catégorie animale :

- Pour les catégories bovines pour lesquelles l'excrétion associée à chacun des trois types de fourrage (foin, herbe conservée, ensilage de maïs) est bien identifiée dans le Corpen, les rations moyennes, différenciées selon les systèmes lait ou viande, et tirées d'une étude réalisée en 2012 par l'Institut de l'Élevage pour le CIV (Centre d'Information des Viandes) [657], ont été utilisées. L'objectif de cette étude était d'actualiser les connaissances en termes de rationnement des bovins en France, à partir d'une analyse approfondie pour l'année 2008. Faute d'autres données disponibles, les rations sont supposées constantes sur la période.
- Pour les catégories bovines pour lesquelles seule l'excrétion associée à deux types de fourrage est identifiée dans le Corpen, la moyenne est effectuée, ce qui revient à considérer que ces deux fourrages conservés contribuent de façon égale aux fourrages conservés totaux.
- Pour les catégories bovines pour lesquelles seule l'excrétion associée à un seul type de fourrage est identifiée dans le Corpen, c'est cette excrétion qui est directement utilisée.

Il faut noter que seule l'excrétion azotée des vaches laitières varie dans le temps, du fait des variations de la production laitière, qui est un paramètre intervenant directement dans le calcul. Pour les autres catégories, les facteurs d'excrétion azotée par catégorie ne varient pas, mais lorsque les animaux sont agrégés par catégorie CRF/NFR, des variations sont constatées du fait des évolutions d'effectifs entre catégories finies au sein d'une même catégorie agrégée.

Pour les porcins

Les facteurs d'excrétion azotée (F_{ex}) sont calculés à partir des documents Corpen [470], qui ont été actualisés en 2015 par le RMT Elevage & Environnement [786].

Ces deux documents permettent de moduler l'excrétion azotée en fonction :

- des stades physiologiques : ceux-ci sont encadrés, pour les porcs à l'engrais, par des fourchettes de poids de référence fixes. Si le poids à l'abattage dépasse le poids de référence fixé, une valeur d'excrétion azotée spécifique est fournie par kilogramme de poids vif supplémentaire. Ainsi, l'excrétion azotée reflète l'évolution des pratiques d'élevage. Les poids à l'abattage sont tirés des documents de Gestion Technico-économique (GTE) [505] publiés chaque année par l'IFIP.

- de la conduite alimentaire : standard ou biphasé. L'évolution du nombre d'animaux en biphasé est connue grâce aux enquêtes bâtiments d'élevage 2001 et 2008 [480].

Sur la période, les données relatives à la conduite alimentaire et aux références d'excrétion azotée sont utilisées de la manière suivante :

- Conduite alimentaire :
 - de 1990 à 2000 : on fait l'hypothèse d'une conduite alimentaire uniquement standard toutes catégories confondues ;
 - en 2001 : les données utilisées sont celles de l'enquête bâtiment 2001,
 - de 2002 à 2007 : interpolation linéaire entre les données de 2001 et celles de 2008 ;
 - de 2008 à l'année en cours : utilisation des données de 2008.
- Référence d'excrétion azotée :
 - de 1990 à 2003 : les références utilisées sont celles du Corpen [470],
 - de 2004 à 2014 : interpolation linéaire entre les données Corpen et celles du RMT [786],
 - de 2015 à l'année en cours : utilisation des données du RMT.

Une fois les F_{ex} définis sur la période, deux approches distinctes sont appliquées :

- l'approche « cheptel » pour les truies et verrats : les F_{ex} sont directement appliqués aux données de population,
- l'approche « production » pour les autres catégories.

L'approche « production » est préférée pour les porcins, hors truies et verrats, car elle permet d'éviter de formuler des hypothèses sur le nombre de rotations par catégorie durant l'année, et est ainsi jugée plus fiable. Les données de production proviennent des statistiques AGRESTE [410]. L'excrétion azotée des porcelets non-sevrés (<8kg) est nulle car déjà comptabilisée chez les truies. L'excrétion azotée globale de la production française, hors truies et verrats, est alors calculée à partir des productions et répartie entre porcelets post sevrés et porcs à l'engrais au prorata de leurs F_{ex} respectifs.

Pour les volailles

Les facteurs d'excrétion azotée (F_{ex}) ont été calculés à partir des documents Corpen [471], [503], [504]. Ces guides fournissent des valeurs d'excrétions pour respectivement 40, 78 et 80 catégories de volailles, alors que la statistique agricole annuelle (SAA) ne compte que 10 catégories. Ainsi, pour calculer les excrétions azotées à partir du Corpen, il faut connaître les effectifs pour chaque catégorie Corpen, puis calculer un facteur d'excrétion pondéré pour les 10 catégories de la SAA. Pour cela, les effectifs nationaux fournis pour 46 catégories de volailles par les enquêtes bâtiments 2008 [480] ont été utilisés, en faisant l'hypothèse, faute de données supplémentaires, que les répartitions entre les 46 populations de volailles sont considérées constantes entre 1996 et 2012. Les catégories de volailles et les périmètres d'étude ayant varié entre les versions, certaines données aberrantes ont été corrigées par une interpolation entre les deux valeurs de 1996 et 2012. Les données sont utilisées de la manière suivante sur la période :

- de 1990 à 1996 : les données utilisées sont celles de 1996 ;
- de 1997 à 2005 : interpolation linéaire entre les données de 1996 et celles de 2006 ;
- en 2006 : les données utilisées sont celles de 2006 ;
- de 2007 à 2011 : interpolation linéaire entre les données de 2006 et celles de 2012 ;
- de 2012 à l'année en cours : les données utilisées sont celles de 2012.

Pour les caprins

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont tirés d'une publication de Schmidely et al. parue en 2002 dans Journal of Dairy Sciences [472]. Cette publication fournit les excrétions azotées fécales et urinaires pour trois régimes dont la teneur en matière azotée totale varie. Le régime le plus représentatif des conditions d'élevage françaises est le régime « Medium Protein Diet » qui

correspond à une teneur en protéines brutes dans la ration de 16,8%. C'est donc sur ce dernier régime qu'est basé le F_{ex} pour les caprins.

Pour les équins

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont tirés de travaux réalisés par William Martin Rosset, chercheur à l'INRA de Clermont-Theix [473]. Les correspondances entre les données fournies par l'INRA de Clermont-Theix et les catégories animales Agreste ont été réalisées grâce à des données statistiques sur le secteur équin [506, 507].

Pour les ovins

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont basés sur les lignes directrices du GIEC 2006 [656] et des données relatives aux poids moyens de chaque catégorie ovine fournies par l'Institut de l'élevage [704]. La catégorie « ovins » comprend 4 sous-catégories, dont 2 de moins de 1 an. Le F_{ex} rapporté pour la catégorie « ovins » varie ainsi au cours du temps en fonction des effectifs de chacune des sous-catégories pour l'année considérée.

Pour les lapines reproductrices

Les facteurs d'excrétion azotés (F_{ex}) sont issus des travaux de Aubert et Coutelet [655] et correspondent aux lapines et à leurs suites.

| | | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|-------------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Vaches laitières | | 101,6 | 102,1 | 103,1 | 103,5 | 104,1 | 104,8 | 104,9 | 105,4 | 105,8 | 106,2 | 105,7 | 105,5 | 106,4 | 106,7 | 107,0 | 108,0 | 108,1 | 108,2 | 109,5 | 109,1 | 110,4 | 112,5 | 112,2 | 111,3 | 113,1 | 113,7 |
| | Vaches nourrices | 107,3 | 107,3 | 107,3 | 107,3 | 107,3 | 107,4 | 107,5 | 107,6 | 107,7 | 107,8 | 107,9 | 107,9 | 107,8 | 107,8 | 107,7 | 107,6 | 107,4 | 107,3 | 107,2 | 107,2 | 107,2 | 107,2 | 107,2 | 107,1 | 107,1 | 107,1 |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,7 | 69,8 | 69,8 | 69,9 | 69,8 | 69,7 | 69,6 | 69,5 | 69,4 | 69,3 | 69,1 | 69,2 | 69,2 | 69,2 | 69,2 | 69,2 | 69,2 | 69,2 |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 67,0 | 67,1 | 67,1 | 67,2 | 67,2 | 67,3 | 67,2 | 67,1 | 67,1 | 67,0 | 67,0 | 66,9 | 66,9 | 66,8 | 66,8 | 66,8 | 66,8 | 66,8 | 66,8 | 66,8 | 66,8 |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,2 | 44,3 | 44,3 | 44,3 | 44,4 | 44,5 | 44,3 | 44,3 | 44,2 | 44,0 | 43,9 | 43,7 | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 43,6 | 43,6 |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 79,1 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,2 | 79,1 | 79,1 | 79,1 | 79,1 | 79,1 | 79,1 | 79,2 | 79,0 | 78,9 | 78,8 | 78,7 | 78,6 | 78,4 | 78,2 | 78,3 | 78,4 | 78,5 | 78,4 | 78,4 | 78,5 | 78,5 |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | 77,8 | 77,8 | 77,9 | 77,9 | 77,9 | 77,9 | 78,0 | 78,0 | 78,1 | 78,2 | 78,3 | 78,4 | 78,1 | 78,0 | 77,9 | 77,9 | 77,8 | 77,7 | 77,6 | 77,6 | 77,6 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 | 77,7 |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,5 | 53,4 | 53,4 | 53,4 | 53,3 | 53,3 | 53,2 | 53,3 | 53,3 | 53,3 | 53,2 | 53,3 | 53,3 | 53,3 |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 52,0 | 52,0 | 52,0 | 52,0 | 51,9 | 51,9 | 51,9 | 51,8 | 51,8 | 51,8 | 51,9 | 51,9 | 51,8 | 51,8 | 51,8 | 51,8 | 51,9 |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,1 | 43,2 | 43,2 | 43,2 | 43,2 | 43,1 | 43,1 | 43,0 | 43,0 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 | 42,9 |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,8 | 57,7 | 57,7 | 57,7 | 57,7 | 57,6 | 57,6 | 57,5 | 57,5 | 57,5 | 57,5 | 57,6 | 57,6 | 57,6 | 57,6 | 57,6 |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,5 | 56,4 | 56,4 | 56,3 | 56,2 | 56,2 | 56,1 | 56,1 | 56,1 | 56,1 | 56,1 | 56,1 | 56,1 | 56,2 |
| | Veaux de boucherie | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,6 | 12,5 | 12,5 | 12,5 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 12,4 | 12,3 | 12,4 | 12,4 |
| | Autres femelles de moins de 1 an | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,5 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,7 | 26,7 | 26,7 | 26,7 | 26,7 | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 26,8 | 26,7 | 26,8 | 26,8 |
| | Autres mâles de moins de 1 an | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,6 | 26,5 | 26,5 | 26,4 | 26,4 | 26,3 | 26,2 | 26,1 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | 25,9 | 25,8 | 25,8 | 25,8 | 25,8 | 25,8 | 25,9 | 25,8 | 25,8 |
| | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 4,0 | 4,0 | 3,9 | 3,9 | 4,0 | 4,0 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,9 | 3,8 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,6 | 3,7 | 3,6 | 3,7 | 3,7 | 3,7 |
| | Verrats de 50 kg et plus | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,0 | 23,5 | 22,9 | 22,4 | 21,8 | 21,7 | 21,6 | 21,5 | 21,5 | 21,4 | 21,3 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,1 | 21,1 | 21,1 |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 14,1 | 14,3 | 14,4 | 14,5 | 14,6 | 14,8 | 14,6 | 14,5 | 14,7 | 15,1 | 14,8 | 13,9 | 14,0 | 14,0 | 14,0 | 13,6 | 13,5 | 13,4 | 13,4 | 13,4 | 13,5 | 13,8 | 13,6 | 13,6 | 13,7 | 13,7 |
| Truies de 50 kg et plus | | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,6 | 24,0 | 23,5 | 22,9 | 22,4 | 21,8 | 21,7 | 21,6 | 21,5 | 21,5 | 21,4 | 21,3 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,2 | 21,1 | 21,1 | 21,1 |
| | Chevrettes | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| | Autres caprins (y compris boucs) | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 | 14,1 |
| | Agnelles | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 | 12,3 |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 | 18,6 |
| | Autres ovins (y compris béliers) | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 | 8,4 |
| | Chevaux de selle, sport, loisirs et course | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 | 56,4 |
| | Chevaux lourds | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 | 86,9 |
| | Anes, mulets, bardots | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 | 17,1 |
| | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 | 0,7 |
| | Poulettes | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | Canards à gaver | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| | Canards à rôti | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | Oies au 1er octobre (à rôti, à gaver) | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 | 1,3 |
| | Pintades | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| | Cailles d'élevage | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 |
| | Lapines reproductrices | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 8,1 | 7,7 | 7,4 | 7,3 | 7,0 | 7,2 | 7,5 | 7,8 | 8,0 | 8,0 | 7,7 | 7,3 | 7,1 | 7,5 | 7,5 | 7,5 | 7,5 |

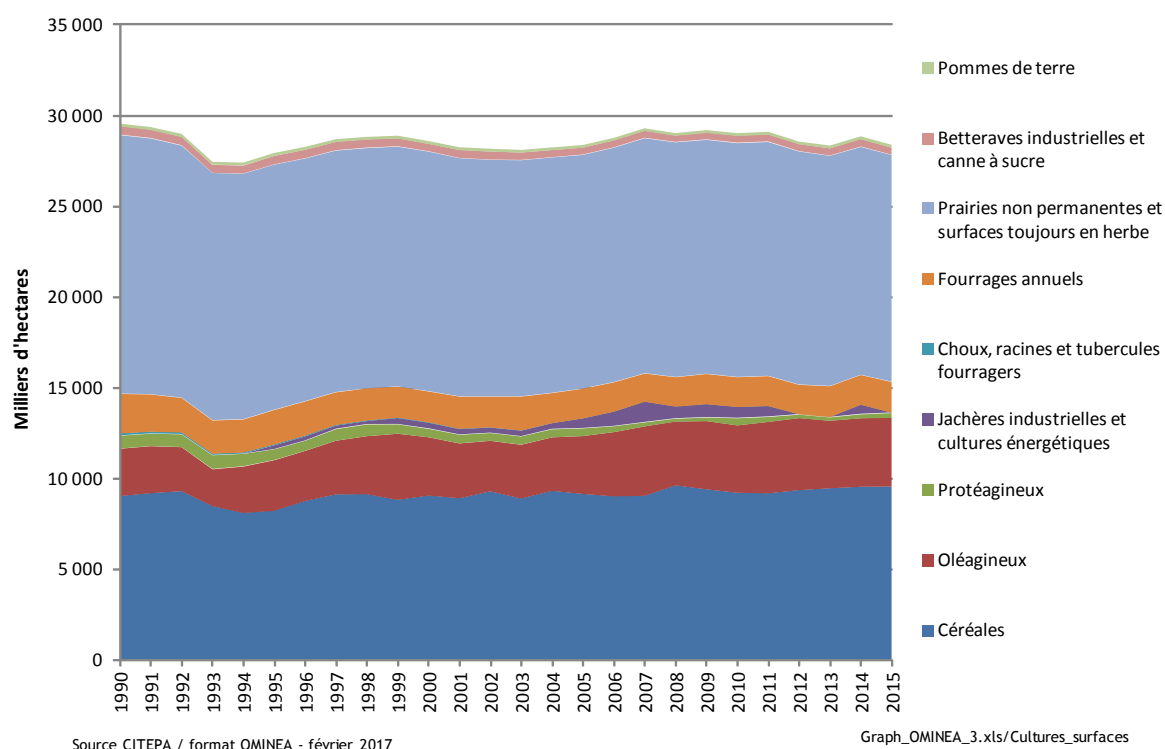
Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Nex

Surfaces, productions et rendements des cultures

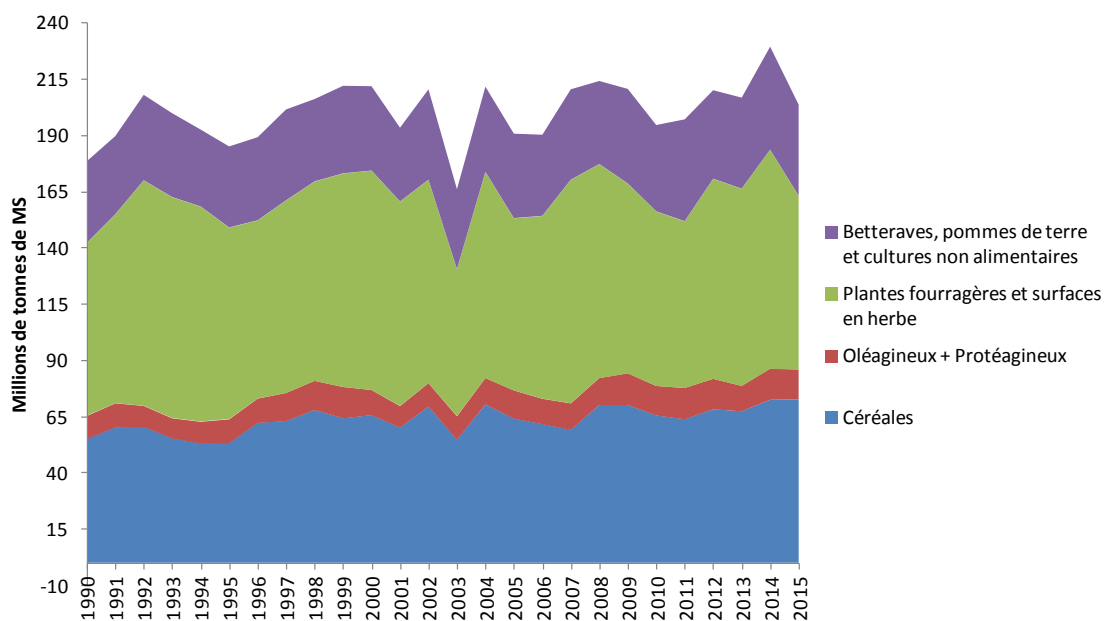
Les surfaces en culture et les productions végétales associées utilisées dans le cadre de l'inventaire national sont tirées de SAA. Cependant, elles n'interviennent que très peu dans le calcul des émissions de l'agriculture dans la mesure où les émissions des sols cultivés sont en grande partie estimées à partir des intrants. Elles n'apparaissent que dans le calcul associé aux résidus de culture mais permettent aussi d'appréhender le type de culture et leur évolution en France.

Figure 3 : Évolution des surfaces de culture en France



[Pour le NIR ou l'IIR, graphique sur les surfaces en France]

Figure 4 : Évolution des productions en France



Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Cultures productions

[Pour le NIR ou l'IIR, graphique sur les rendements en France]

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 08/03/2017 | AnD | 10/03/2017 | EM/JPC |

FERMENTATION ENTERIQUE

Cette section concerne les émissions de méthane dues à la fermentation entérique des animaux d'élevage.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 3A |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 10.04.01 à 10.04.15 |
| CITEPA / SNAPc | 10.04.01 à 10.04.15 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.2A, 01.2C, 01.2E, 01.2G, 01.2J (ancienne) ; 0141Z à 0147Z, 0149Zp, 0162Zp, 1011Zp, 0322Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------------|-------------------------------|
| Populations animales | Facteurs d'émission nationaux |

Niveau de méthode :

La méthode appliquée est de rang GIEC 2 ou 3. Le niveau de méthode pour la méthode appliquée dans l'inventaire français pour la fermentation entérique n'est pas simple à déterminer car il s'agit de facteurs d'émissions nationaux basés sur deux méthodologies légèrement différentes de celle du GIEC.

Références utilisées :

[362] VERMOREL M., JOUANY J.P., EUGENE M., SAUVANT D., NOBLET J., DOURMAD J.Y. - Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. INRA prod. Anim., 2008, 21 (5), 403-418.

[410] SSP - AGRESTE
site <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/page-d-accueil/article/donnees-en-ligne>

[505] IFIP - GTE : Evolution des résultats moyens nationaux

[508] EUGENE M., DOREAU M., LHERM M., VIALARD D., FAVERDIN F., SAUVANT D. - Rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, 57p. à paraître.

[509] EUGENE M. - Outil de calcul accompagnant le rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, non publié.

[510] SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S., SERMENT A., BROUDISCOU L. - « Influences des régimes et de leur fermentation dans le rumen sur la production de méthane par les ruminants » - INRA Prod. Anim., 24, 2011, 429-442

- [656] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 10
- [657] CIV, 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire.
- [658] INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins - Besoins des animaux - Valeurs des aliments - Tables INRA 2007
- [792] Base de données OMINEA
- [793] Rigolot C., Espagnol S., Pomar C., Dourmad J.Y., 2010a. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. *Animal*, 4, 1401-1412
- [794] SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S. - « Modélisation des interactions digestives et de la production de méthane chez les ruminants » - *INRA Prod. Anim.*, 22, 2009, 375-384
- [796] EUGENE M., MANSARD L. - Rapport final du projet MONDFERENT 2 « Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France », 2015, non publié.
- [797] EUGENE M., MANSARD L. - Outil de calcul accompagnant le rapport du projet MONDFERENT 2 «Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France», 2015, non publié.

Plan de section :

Projet MONDFERENT I - Bovins

Projet MONDFERENT II - Ovins et Caprins

Projet MONDFERENT II - Porcins

Travaux de Vermorel et al. - Autres animaux

Récapitulatif - Facteurs d'émission de CH₄ entérique et paramètres associés

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

La fermentation entérique est un processus de fermentation microbienne au sein de l'appareil digestif des animaux, menant à l'émission de méthane. Cette production de méthane est beaucoup plus importante chez les ruminants qui mettent à profit cette activité microbienne pour dégrader et assimiler efficacement les fourrages. Les émissions de méthane des animaux d'élevage dépendent très fortement de leur niveau de production et de la digestibilité de leur alimentation.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Les émissions liées à la fermentation entérique sont basées sur les cheptels fournis annuellement de façon détaillée dans les publications des services statistiques du Ministère de l'Agriculture [410] (cf. section générale sur l'agriculture).

La méthodologie nationale de quantification des émissions de la fermentation entérique, s'appuie sur les résultats du projet MONDFERENT I (2012) [508] pour les bovins, MONDFERENT II (2015) [796] pour les caprins, ovins et porcins, et sur Vermorel et al. (2008) [362] pour les autres animaux.

Tableau 14 : Récapitulatif des méthodes d'estimation du CH₄ entérique

| | | Donnée d'activité | Provenance du FE |
|-------------------------|---|-------------------|------------------|
| Vaches laitières | | Cheptel | Mondferent I |
| Autres bovins | Vaches nourrices | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | Cheptel | Mondferent I |
| | Veaux de boucherie | Cheptel | Mondferent I |
| | Autres femelles de moins de 1 an | Cheptel | Mondferent I |
| | Autres mâles de moins de 1 an | Cheptel | Mondferent I |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | Production | Mondferent II |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | Production | Mondferent II |
| | Verrats de 50 kg et plus | Cheptel | Vermorel |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | Production | Mondferent II |
| Truies de 50 kg et plus | | Cheptel | Vermorel |
| Caprins | Chevrettes | Cheptel | Mondferent II |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | Cheptel | Mondferent II |
| | Autres caprins (y compris boucs) | Cheptel | Mondferent II |
| Ovins | Agnelles | Cheptel | Mondferent II |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | Cheptel | Mondferent II |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | Cheptel | Mondferent II |
| | Autres ovins (y compris béliers) | Cheptel | Mondferent II |
| Chevaux | Chevaux de selle, sport, loisirs et course | Cheptel | Vermorel |
| | Chevaux lourds | Cheptel | Vermorel |
| Mules et ânes | Anes, mulets, bardots | Cheptel | Vermorel |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Méthode_CH4_ent

Projet MONDFERENT I - Bovins

Pour les bovins, les facteurs d'émissions sont tirés de travaux de l'INRA [508][509]. Plusieurs catégories de vaches laitières et d'autres bovins ont été étudiées, considérées comme représentatives des situations d'élevages en France. A chaque catégorie est associée une race, une masse moyenne, un rendement laitier le cas échéant, ainsi que des besoins énergétiques.

La méthodologie proposée permet d'estimer les émissions de CH₄ entérique par l'équation de Sauvant et al. 2011 [510] à partir de la Matière Organique Digestible Ingérée (MODI) :

$$\text{CH}_4 \text{ (g/kg PV)} = 0,083 + 0,025 \times \text{MODI (g/kg PV)}$$

Avec : PV = Poids vif moyen sur la période concernée (kg)

La MODI est calculée à partir de l'Energie Métabolisable, selon l'équation suivante :

$$\text{MODI (g)} = \text{EM (kcal)} \times \text{EM/MOD (kcal/g)}$$

Avec : EM/MOD = Ratio énergie métabolisable sur matière organique digestible (kcal/g).

Le ratio EM/MOD présente l'avantage d'être très constant quelle que soit la situation. Néanmoins il est légèrement variable selon les types de productions et le mode d'alimentation, et a pu être déterminé en utilisant des données de rationnement moyen à l'échelle nationale [657] (qualité de fourrage, niveaux d'ingestion, concentrés et lipides), par grand type de production.

A noter : la MODI ainsi obtenue est ensuite corrigée pour tenir compte des interactions digestives liées au pourcentage de concentrés de la ration.

L'EM est quant à elle estimée à partir de l'Energie Nette, divisée par un rendement moyen d'utilisation des rations.

$$EM \text{ (kcal)} = EN \text{ (kcal)} / \text{Rendement}$$

Avec : Rendement = Rendement moyen d'utilisation de l'EM de la ration

Ce rendement (associé à la perte d'énergie sous forme de chaleur) dépend principalement de la fonction physiologique assurée par l'animal (lait ou viande) et du niveau de concentration énergétique de l'aliment, mais ses variations sont très faibles.

Enfin, l'EN est estimée à partir des besoins énergétiques des animaux (dépendant entre autres du type de production : lait ou viande), calculés en UF (Unité Fourragère) et convertis en EN selon les équations suivantes [658] :

$$EN_{\text{lait}} \text{ (kcal)} = \text{UFL (kcal)} \times 1\,700$$

$$EN_{\text{viande}} \text{ (kcal)} = \text{UFL (kcal)} \times 1\,820$$

Les catégories de bovins ainsi étudiées permettent d'obtenir une vision jugée représentative de l'élevage français.

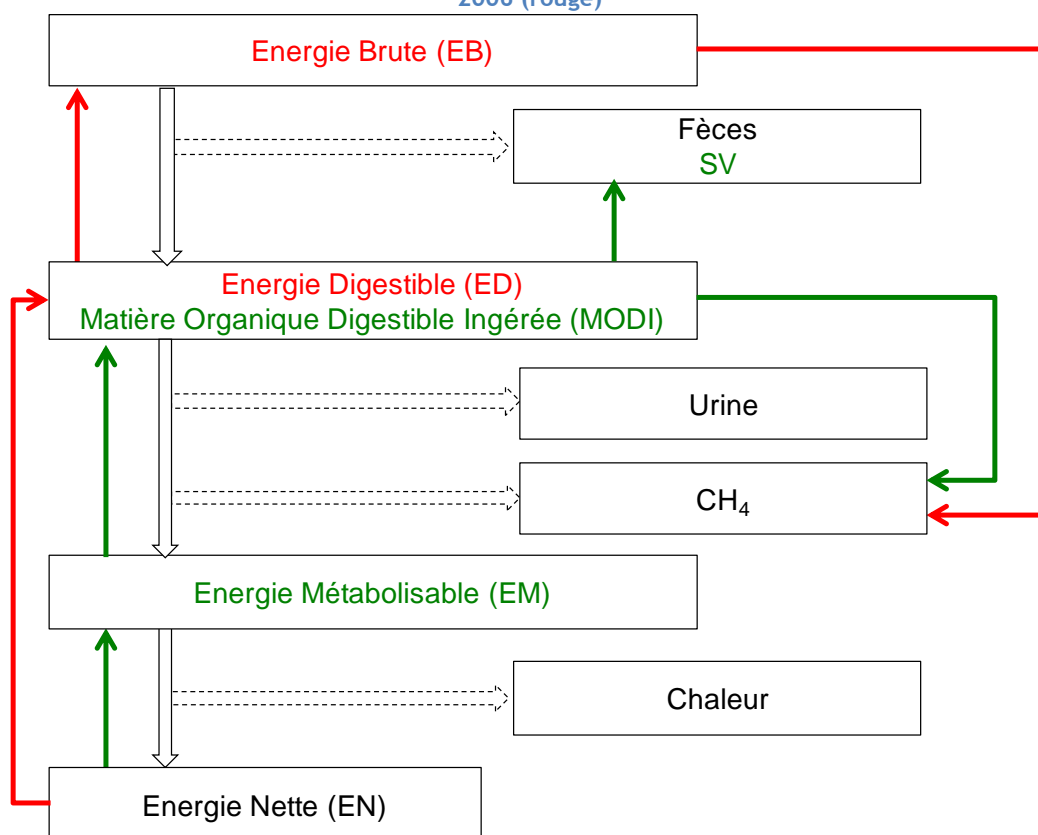
Les données de rationnement moyen à l'échelle nationale [657] permettent également de calculer les quantités de Matière Organique Non Digestible (MOND), grâce à un ratio MOND/MODI variable selon les types de productions et le mode d'alimentation. Ce ratio MOND/MODI est appliqué à la MODI pour obtenir la Matière Organique Non Digestible (MOND). La MOND ainsi calculée correspond à la MOND des fèces (MOND_{fèces}), et ne tient pas compte de la MOND des urines (MOND_{urines}).

Pour le calcul des émissions de méthane issues de la gestion des déjections (3B), le GIEC préconise l'utilisation du paramètre Solides Volatiles (SV), évalué à partir du pourcentage de l'énergie brute perdu dans les fèces et les urines, de la teneur en cendre des fumiers (part non volatile) et d'un facteur de conversion de l'énergie brute du régime alimentaire. La méthode MONDFERENT I diffère également ici de celle du GIEC car elle est fondée sur l'utilisation des MOND et non des énergies. Dans la méthodologie MONDFERENT I, l'hypothèse est faite que la matière organique contenue dans les urines n'émettra que très peu de CH₄ : le SV_{urine} est alors négligé dans les calculs. Des recherches complémentaires sont à effectuer pour estimer les potentiels méthanogènes de la matière organique contenue dans les urines. On obtient donc :

$$SV = SV_{\text{fèces}} + SV_{\text{urine}}, \text{ avec } SV_{\text{fèces}} = \text{MOND}_{\text{fèces}} \text{ et } SV_{\text{urine}} = 0$$

Le schéma suivant illustre les principes de cette méthode (en vert), ainsi que celle proposée par le GIEC (en rouge).

Figure 5 : Schéma comparatif de la méthode de la méthode MONDFERENT I (vert) avec la méthode GIEC 2006 (rouge)



Les facteurs d'émission de méthane entérique calculés sont constants dans le temps pour les 14 catégories animales d'autres bovins. Ces facteurs par sous-catégorie sont listés plus bas (section « Récapitulatif - Facteurs d'émission de CH₄ entérique et paramètres associés ») et une comparaison a été effectuée avec les valeurs recalculées par la méthode GIEC 2006 (voir plus bas). Cependant, du fait de la variation annuelle des effectifs de ces catégories animales, le facteur d'émission de méthane entérique pour la catégorie « autres bovins » peut varier annuellement.

Pour les vaches laitières, les facteurs d'émissions tirés de travaux de l'INRA [508] peuvent être simplifiés et exprimés en fonction de la production laitière à l'aide de l'équation suivante [509] :

$$\text{CH}_4 \text{ (kg/animal/an)} = 0,0105 \times (\text{production laitière (kg/animal/an)}) + 48,971$$

Le rendement laitier (kg/animal/an) est disponible au sein de la base de données OMINEA [792]. Ce dernier étant variable au cours du temps, le facteur d'émission associé l'est aussi. La plage des valeurs 1990-2015 prise par ce facteur d'émission est fournie à la section « Récapitulatif des méthodes employées », et une comparaison a été effectuée avec les valeurs recalculées par la méthode GIEC 2006 (voir plus bas).

Les émissions totales sont calculées en multipliant les facteurs d'émission par les données de cheptels, tirées de la SAA [410].

Projet MONDFERENT II - Ovins et Caprins

La méthodologie appliquée est similaire à celle développée lors du projet MONDFERENT I pour les bovins, car elle est fondée sur une des équations proposées par Sauvante et al. (2011), permettant le calcul du CH₄ à partir de la MODI. Les données sont consignées dans un rapport auquel est associé un outil de calcul [796] [797].

Plusieurs sous-catégories ont été étudiées, de manière à couvrir à la fois les catégories recensées dans la SAA mais aussi à fournir une analyse représentative de la situation de l'élevage français. Pour ces sous-catégories, les calendriers et caractéristiques de l'alimentation sont connus.

L'équation de Sauvant et al (2011) utilisée dans ce projet permet d'évaluer les émissions de CH₄ entérique à partir de la MODI et de prendre en compte les interactions digestives :

$$\text{CH}_4 \text{ (g) / MODI (kg)} = 45,42 - 6,66 \text{ NI} + 0,75 \text{ NI}^2 + 19,65 \text{ PCO} - 35,0 \text{ PCO}^2 - 2,69 \text{ NI} \times \text{PCO}$$

Avec : NI = Niveau d'ingestion, défini par la quantité de Matière Sèche Ingérée (MSI) exprimée en % du poids vif (MSI%PV) ; PCO = Proportion de Concentré dans la ration.

La MODI de la ration est estimée à partir de la relation suivante :

$$\text{MODI (kg)} = \text{MSI} \times \text{MO} \times \text{dMO}_{\text{corrigée}} / 1000$$

Avec : MSI = Matière Sèche Ingérée (kg) ; MO = Matière Organique (g/kgMSI) ; dMO_{corrigée} = digestibilité de la ration corrigée du niveau d'ingestion, de la proportion de concentré dans la ration et de la balance protéique du rumen.

Le type et les ingrédients des rations proviennent des informations relatives aux sous-catégories considérées. Les niveaux d'ingestion et les besoins en nutriments ont eux été estimés à partir de données actualisées dans le cadre d'un programme de l'INRA « Systali » et de bases de données zootechniques obtenues en conditions expérimentales contrôlées.

Dans le projet MONDFERENT II, la Matière Organique Non Digestible (MOND) des fèces, correspondant au SV_{fèces} utilisé au CRF 3B, est obtenue de la façon suivante :

$$\text{SV}_{\text{fèces}} = \text{MOND (kg)} = \text{MSI} \times \text{MO} / 1000 - \text{MODI}$$

Pour ce projet, l'objectif a été d'être le plus possible en cohérence avec les lignes directrices du GIEC 2006, et l'hypothèse a été faite que la matière organique des urines est également émettrice de CH₄. Le SV_{urine} utilisé au CRF 3B, est obtenu de la façon suivante :

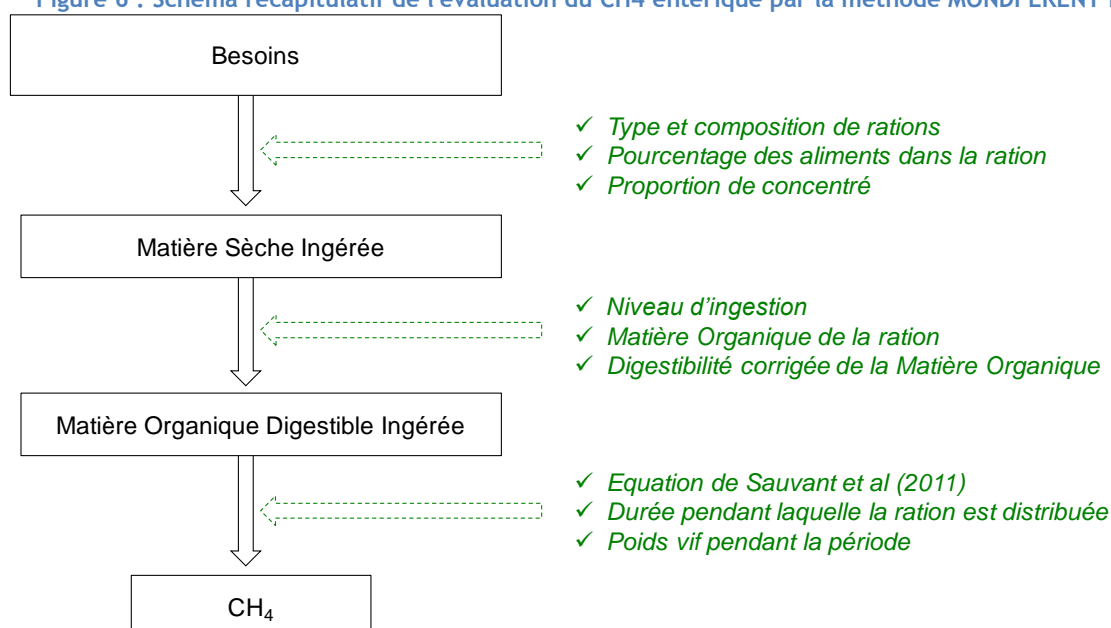
$$\text{SV}_{\text{urine}} \text{ (kg)} = \text{MSI} \times \text{MO} / 1000 \times \text{UE/EB}$$

Avec : EU/EB : rapport entre l'énergie urinaire et l'énergie brute.

Le rapport UE/EB est calculé selon l'équation suivante, provenant de Sauvant et Giger-Reverdin (2009) [794]

$$\text{EU/EB} = 5,7 - 0,71 \text{ NI}$$

Figure 6 : Schéma récapitulatif de l'évaluation du CH₄ entérique par la méthode MONDFERENT II



Les facteurs d'émission de méthane entérique calculés sont constants dans le temps pour les sous-catégories d'ovins et de caprins. Ces facteurs par sous-catégorie sont listés plus bas (section « Récapitulatif - Facteurs d'émission de CH₄ entérique et paramètres associés »), et une

comparaison a été faite avec les valeurs recalculées par la méthode GIEC 2006. Cependant, du fait de la variation annuelle des effectifs de ces sous-catégories animales, les facteurs d'émission de méthane entérique pour les catégories agrégées « ovins » et « caprins » peuvent varier annuellement.

Les émissions totales sont calculées en multipliant les facteurs d'émission par les données de cheptels, tirées de la SAA [410].

Projet MONDFERENT II - Porcins

Les valeurs fournies par le projet MONDFERENT II concernent les porcelets en post sevrage (entre 8kg et 30kg) et les porcs à l'engrais (>30kg) uniquement. On considère que les émissions de CH₄ entérique des porcelets non sevrés (<8kg) sont nulles du fait de leur alimentation faite exclusivement à base de lait. Pour les truies et les verrats, la méthodologie Vermorel est appliquée (cf. paragraphe suivant).

Pour les porcins, la méthodologie appliquée dans le projet MONDFERENT II est celle développée par Rigolot et al (2010). Les émissions de CH₄ entérique sont calculées grâce à l'équation suivante :

| |
|---|
| $\text{CH}_4 \text{ (kg/tête)} = \text{Aliment} \times (\text{ResD}_{\text{intake1}} \times \text{Prop1} + \text{ResD}_{\text{intake2}} \times \text{Prop2}) \times 0,67 / 55,65$ |
|---|

Avec : Aliment = quantité d'aliment ingérée au cours de la vie de l'animal ; ResD_{intake1} et ResD_{intake2} : teneur en fibres digestibles ingérées de l'aliment ; Prop1 et Prop2 : répartition entre les deux aliments ; 0,67 : perte d'énergie sous forme de CH₄ provenant des fibres digérées ; 55,65 : contenu énergétique du méthane.

Le paramètre Aliment (kg/animal) provient des documents de Gestion Technico-économiques publiés chaque année par l'IFIP [505]. Les paramètres ResD_{intake} sont quant à eux fixes dans le temps et ont été obtenus pour des aliments types, représentatifs d'une alimentation biphasee. Les proportions respectives de ces aliments sont également fixées dans le projet MONDFERENT II à dire d'expert, mais ces paramètres pourront évoluer à l'avenir pour refléter au mieux la progression des conduites alimentaires au sein des élevages français.

Le facteur d'émission de CH₄ entérique par tête ainsi calculé, respectivement pour les catégories porcelets en post sevrage (entre 8kg et 30kg) et les porcs à l'engrais (<30kg), évolue dans le temps du fait de l'évolution du paramètre Aliment.

Pour calculer les émissions de CH₄ entérique totales de ces deux populations, l'approche mise en place est l'approche production. Cette approche est jugée plus pertinente car les facteurs d'émission sont exprimés par tête, et ces animaux vivant moins d'un an, il est plus réaliste d'utiliser des données de productions que de cheptels. Les données d'abattages bruts sont fournies par la Statistique Agricole Annuelle (SAA) publiée par le SSP [410]. Ces données sont ensuite corrigées pour tenir compte des taux de pertes et saisies, publiés chaque année par l'IFIP au sein de ses documents de Gestion Technico-économiques [505]. Les facteurs d'émission du projet MONDFERENT II sont alors appliqués à ces données de productions corrigées.

Travaux de Vermorel et al. - Autres animaux

Pour les truies, les verrats, les chevaux et les ânes et mules, les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen de facteurs d'émissions issus des travaux de Vermorel et al. [362]. La méthode développée permet de prendre en compte les principaux facteurs de variation des émissions de méthane liés à l'animal (espèce, type de production, niveau de production) et à la ration (quantités d'aliments ingérés, composition chimique des aliments, interactions entre aliments au sein d'une ration). La référence [362] fournit une description détaillée des méthodologies employées pour chaque espèce :

Pour les truies et les verrats, des équations spécifiques établies à l'INRA ont été utilisées, très proches de celles développées par Rigolot et al (2010) car fondées sur les teneurs en résidus digestibles des rations.

Pour les équins, les besoins énergétiques nets ont été convertis en Energie Digestible (ED) puis convertis en émissions de méthane à l'aide d'équations de prédiction des émissions basées sur la composition chimique des rations.

Ces facteurs d'émission sont fixes dans le temps par sous-catégorie. Cependant, à l'exception des truies, les autres animaux sont agrégés par catégorie plus large. Ainsi, les facteurs d'émission par grande catégorie peuvent varier annuellement du fait des variations annuelles d'effectifs par sous-catégorie. Les émissions totales sont calculées en multipliant les facteurs d'émission par les données de cheptels, tirées de la SAA [410].

Récapitulatif - Facteurs d'émission de CH₄ entérique et paramètres associés

Le tableau ci-dessous liste, par sous-catégorie, les facteurs d'émission de CH₄ entérique obtenus et les paramètres associés (Energie Brute - EB- et facteur de conversion du méthane - Ym - uniquement disponibles pour les bovins, caprins, ovins). Pour les sous-catégories dont les facteurs d'émission évoluent dans le temps, la plage 1990-2015 est indiquée (vaches laitières, porcelets en post sevrage, porcs à l'engrais).

Tableau 15 : Récapitulatif des facteurs d'émission CH₄ entérique et paramètres associés

| | Donnée d'activité | Valeur du FE (kg CH ₄ /tête) | Valeur de l'EB (MJ/jour/tête) | Valeur du Ym (%) |
|-------------------------|---|---|-------------------------------|------------------|
| Vaches laitières | Cheptel | 99,1 - 123,1 | 242 - 306 | 6,2 - 6,1 |
| Autres bovins | Vaches nourrices | Cheptel | 81,0 | 6,5 |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | Cheptel | 37,2 | 6,5 |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | Cheptel | 63,2 | 6,8 |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | Cheptel | 71,6 | 6,8 |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | Cheptel | 74,4 | 6,7 |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | Cheptel | 74,4 | 6,7 |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | Cheptel | 55,8 | 6,6 |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | Cheptel | 0,0 | 6,5 |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | Cheptel | 58,6 | 6,5 |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | Cheptel | 64,3 | 6,2 |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | Cheptel | 70,4 | 6,0 |
| | Veaux de boucherie | Cheptel | 0,0 | 0,0 |
| | Autres femelles de moins de 1 an | Cheptel | 22,8 | 6,5 |
| | Autres mâles de moins de 1 an | Cheptel | 23,8 | 5,7 |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | Production | 0,0 | |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | Production | 0,29 - 0,28 | |
| | Verrats de 50 kg et plus | Cheptel | 0,8 | |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | Production | 0,74 - 0,82 | |
| Truies de 50 kg et plus | Cheptel | 2,5 | | |
| Caprins | Chevrettes | Cheptel | 9,6 | 25,3 |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | Cheptel | 17,5 | 56,4 |
| | Autres caprins (y compris boucs) | Cheptel | 6,9 | 24,1 |
| Ovins | Agnelles | Cheptel | 10,0 | 20,6 |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | Cheptel | 15,9 | 38,7 |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | Cheptel | 20,3 | 54,5 |
| | Autres ovins (y compris béliers) | Cheptel | 1,7 | 24,3 |
| Chevaux | Chevaux de selle, sport, loisirs et course | Cheptel | 21,8 | |
| | Chevaux lourds | Cheptel | 21,8 | |
| Mules et ânes | Anes, mulets, bardots | Cheptel | 12,1 | |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_paramètres_CH4_ent

[Pour le NIR ou l'IIR, tableau sur les FE CH₄ entérique]

Comparaison des résultats avec la méthode Tier 2 du GIEC (pour annexe 3 du NIR)

Afin d'éprouver les méthodes MONDFERENT I et II, et conformément aux recommandations des revues précédentes, une comparaison avec la méthode de niveau 2 du GIEC 2006 a été réalisée pour les bovins, ovins et caprins.

La méthode de niveau 2 du GIEC permet d'estimer les émissions de CH₄ entérique ainsi que les émissions de CH₄ liées à la gestion des déjections à partir d'un jeu de paramètres décrivant les caractéristiques d'une sous-catégorie animale.

Ces paramètres ainsi que les sources utilisées sont listés ci-dessous pour les bovins :

Tableau 16 : Paramètres et sources associées pour le calcul du CH₄ entérique des bovins

| Abréviation | Paramètre | Source |
|------------------------|---|----------------------------|
| Cf _i | Coefficient permettant de calculer l'énergie nette nécessaire à la survie | GIEC |
| Poids | Poids vif de l'animal | Mondferent |
| C _a | Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal | GIEC |
| C | Coefficient pour le calcul de l'énergie nécessaire à la croissance | GIEC |
| PM | Poids vif mature de l'adulte | Mondferent |
| PP | Prise de poids moyenne par jour | Mondferent |
| Lait | Quantité de lait produite | SAA |
| Matières grasses | Teneur en matières grasses du lait | Calcul spécifique national |
| Heures | Nombre moyen d'heures de travail par jour | Hypothèse : 0 |
| C _{gestation} | Coefficient de gestation | GIEC |
| R _{gestation} | Proportion de femelles en gestation sur l'année | Hypothèse |
| DA% | Energie digestible en % d'énergie brute | Calcul spécifique national |
| Y _m | Facteur de conversion du méthane | GIEC |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Tableaux_paramètres_bovins

Le tableau ci-dessous répertorie les paramètres ainsi que les sources utilisées pour les ovins et les caprins :

Tableau 17 : Paramètres et sources associées pour le calcul du CH₄ entérique des ovins et caprins

| Abréviation | Paramètre | Source |
|-----------------------------|---|---------------|
| Cf _i | Coefficient permettant de calculer l'énergie nette nécessaire à la survie | GIEC |
| Poids | Poids vif de l'animal | Mondferent II |
| C _a | Coefficient correspondant aux conditions alimentaires de l'animal | GIEC |
| PP _{agneaux} | Prise de poids (PV _f -PV _i) | Mondferent II |
| PV _i | Poids vif au moment du sevrage | Mondferent II |
| PV _f | Poids vif à un an ou au moment de l'abattage si l'abattage a lieu avant un an | Mondferent II |
| a,b | Constantes utilisées pour le calcul | GIEC |
| Lait | Quantité de lait produite | Mondferent II |
| VE _{lait} | Energie nécessaire à la production d'un kg de lait | GIEC |
| VE _{laine} | Valeur énergétique de chaque kg de laine produit | GIEC |
| Production _{laine} | Production annuelle moyenne de laine par mouton | Mondferent II |
| C _{gestation} | Coefficient de gestation | GIEC |
| R _{gestation} | Proportion de femelles en gestation sur l'année | Hypothèse |
| DA% | Energie digestible en % d'énergie brute | Mondferent II |
| Y _m | Facteur de conversion du méthane | GIEC |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Tableaux_paramètres_autres

Le tableau suivant liste d'une part les facteurs d'émission tirés des projets MONDFERENT I et II pour 1990 et 2015, et ceux calculés à partir des paramètres ci-dessus, en suivant la méthodologie GIEC 2006.

Tableau 18 : Comparaison des FE CH₄ entérique - MONDFERENT I et II / GIEC 2006

| | | Facteurs d'émission MONDFERENT | | Estimation à partir du GIEC 2006 | | Variation MONDFERENT/GIEC 2006 constatée (%) | |
|---------------|---|-----------------------------------|-------|-------------------------------------|-------|--|------|
| | | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 |
| Autres bovins | Vaches laitières | 99,1 | 123,1 | 121,9 | 145,4 | -19% | -15% |
| | Vaches nourrices | 81,0 | 81,0 | 73,0 | 73,0 | 11% | 11% |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 37,2 | 37,2 | 60,8 | 60,7 | -39% | -39% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 63,2 | 63,2 | 59,8 | 59,7 | 6% | 6% |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 71,6 | 71,6 | 51,8 | 51,7 | 38% | 39% |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 74,4 | 74,4 | 72,6 | 72,4 | 3% | 3% |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | 74,4 | 74,4 | 69,3 | 69,3 | 7% | 7% |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 55,8 | 55,8 | 67,5 | 67,5 | -17% | -17% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 52,4 | 52,4 | 60,3 | 60,3 | -13% | -13% |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 58,6 | 58,6 | 65,5 | 65,5 | -11% | -11% |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 64,3 | 64,3 | 71,5 | 71,4 | -10% | -10% |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 70,4 | 70,4 | 71,8 | 71,7 | -2% | -2% |
| | Veaux de boucherie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0% |
| | Autres femelles de moins de 1 an | 22,8 | 22,8 | 44,4 | 44,5 | -49% | -49% |
| | Autres mâles de moins de 1 an | 23,8 | 23,8 | 45,6 | 45,7 | -48% | -48% |
| Caprins | Chevrettes | 9,6 | 9,6 | 7,0 | 7,0 | 37% | 37% |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | 17,5 | 17,5 | 15,0 | 15,0 | 16% | 16% |
| | Autres caprins (y compris boucs) | 6,9 | 6,9 | 2,9 | 2,9 | 140% | 140% |
| Ovins | Agnelles | 10,0 | 10,0 | 5,7 | 5,7 | 76% | 76% |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 15,9 | 15,9 | 8,1 | 8,1 | 95% | 95% |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | 20,3 | 20,3 | 14,0 | 14,0 | 45% | 45% |
| | Autres ovins (y compris béliers) | 1,7 | 1,7 | 2,8 | 2,8 | -38% | -38% |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Tableaux_FE

Pour mieux comprendre les écarts constatés, les tableaux suivants fournissent les valeurs obtenues pour les paramètres EB et Ym selon les méthodes.

Tableau 19 : Comparaison des EB - MONDFERENT I et II / GIEC 2006

| | EB recalculée nationale (MJ/jour/tête) | | EB estimée à partir du GIEC 2006 (MJ/jour/tête) | | Variation national/GIEC 2006 (%) | |
|---|---|------|---|------|-------------------------------------|------|
| | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 |
| Vaches laitières | 242 | 306 | 286 | 341 | -15% | -10% |
| Vaches nourrices | 190 | 190 | 171 | 171 | 11% | 11% |
| Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 87 | 87 | 143 | 142 | -39% | -39% |
| Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 141 | 141 | 140 | 140 | 1% | 1% |
| Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 160 | 160 | 121 | 121 | 32% | 32% |
| Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 168 | 168 | 170 | 170 | -1% | -1% |
| Mâles de type viande de plus de 2 ans | 168 | 168 | 163 | 163 | 3% | 3% |
| Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 130 | 130 | 158 | 158 | -18% | -18% |
| Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 122 | 122 | 141 | 141 | -14% | -14% |
| Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 138 | 138 | 154 | 154 | -10% | -10% |
| Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 159 | 159 | 168 | 168 | -5% | -5% |
| Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 179 | 179 | 168 | 168 | 6% | 6% |
| Veaux de boucherie | NE | NE | 87 | 87 | - | - |
| Autres femelles de moins de 1 an | 54 | 54 | 104 | 104 | -49% | -49% |
| Autres mâles de moins de 1 an | 63 | 63 | 107 | 107 | -41% | -41% |
| Chevrettes | 25,3 | 25,3 | 23,8 | 23,8 | 6% | 6% |
| Chèvres (femelles ayant mis bas) | 56,4 | 56,4 | 35,2 | 35,2 | 60% | 60% |
| Autres caprins (y compris boucs) | 24,1 | 24,1 | 8,6 | 8,6 | 179% | 179% |
| Agnelles | 20,6 | 20,6 | 19,3 | 19,3 | 7% | 7% |
| Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 38,7 | 38,7 | 19,0 | 19,0 | 103% | 103% |
| Brebis mères laitières (y c. réforme) | 54,5 | 54,5 | 32,8 | 32,8 | 66% | 66% |
| Autres ovins (y compris béliers) | 24,3 | 24,3 | 9,1 | 9,1 | 168% | 168% |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Paramètres_EB

Tableau 20 : Comparaison des Ym - MONDFERENT I et II / GIEC 2006

| | Ym recalculé national (%) | | Ym estimé à partir du GIEC 2006 (%) | | Variation national/GIEC 2006 (%) | |
|---|---------------------------|------|-------------------------------------|------|----------------------------------|------|
| | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 |
| Vaches laitières | 6,2 | 6,1 | 6,5 | 6,5 | -4% | -6% |
| Vaches nourrices | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 0% | 0% |
| Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 1% | 1% |
| Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 6,8 | 6,8 | 6,5 | 6,5 | 5% | 5% |
| Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 6,8 | 6,8 | 6,5 | 6,5 | 5% | 5% |
| Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 6,7 | 6,7 | 6,5 | 6,5 | 4% | 4% |
| Mâles de type viande de plus de 2 ans | 6,7 | 6,7 | 6,5 | 6,5 | 4% | 4% |
| Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 6,6 | 6,6 | 6,5 | 6,5 | 1% | 1% |
| Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 1% | 1% |
| Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 0% | 0% |
| Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 6,2 | 6,2 | 6,5 | 6,5 | -5% | -5% |
| Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 6,0 | 6,0 | 6,5 | 6,5 | -8% | -8% |
| Veaux de boucherie | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0% | 0% |
| Autres femelles de moins de 1 an | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 6,5 | 0% | 0% |
| Autres mâles de moins de 1 an | 5,7 | 5,7 | 6,5 | 6,5 | -12% | -12% |
| Chevrettes | 5,4 | 5,4 | 4,5 | 4,5 | 20% | 20% |
| Chèvres (femelles ayant mis bas) | 4,5 | 4,5 | 6,5 | 6,5 | -31% | -31% |
| Autres caprins (y compris boucs) | 5,0 | 5,0 | 5,1 | 5,1 | -2% | -2% |
| Agnelles | 5,5 | 5,5 | 4,5 | 4,5 | 21% | 21% |
| Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 5,9 | 5,9 | 6,5 | 6,5 | -10% | -10% |
| Brebis mères laitières (y c. réforme) | 5,4 | 5,4 | 6,5 | 6,5 | -17% | -17% |
| Autres ovins (y compris béliers) | 1,8 | 1,8 | 4,6 | 4,6 | -62% | -62% |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Paramètres_Ym

Au niveau des énergies brutes :

Pour les bovins, les variations constatées sont encore à l'étude.

Pour les ovins et les caprins, les énergies brutes fournies par MONDFERENT II sont toujours plus faibles. Cela s'explique sans doute par les conditions françaises d'élevage qui ne sont pas reflétées correctement par les coefficients par défaut utilisés pour le calcul du GIEC 2006.

Au niveau du Ym :

Pour les bovins, les valeurs obtenues par MONDFERENT I et par le GIEC 2006 sont très proches.

Pour les ovins et les caprins, les Ym fournies par MONDFERENT II sont toujours plus faibles, sauf pour les chevrettes et les agnelles. Cela s'explique sans doute par les conditions françaises d'élevage qui ne sont pas reflétées correctement par les coefficients par défaut utilisés pour le calcul du GIEC 2006.

De manière générale, les valeurs développées dans le cadre des projets MONDFERENT I et II ont été privilégiées car jugées plus représentatives de la situation française que celles recalculées à partir de la méthode du GIEC 2006 qui représente plus une moyenne des pays développés.

Comparaison des résultats avec la méthode Tier 1 du GIEC (pour annexe 3 du NIR)

Le tableau ci-dessous compare les facteurs d'émissions de méthane entérique pour les porcins (issus d'une part de Vermorel et al. (2008) et d'autre part de MONDFERENT II), pour les chevaux, ânes et mules (issus de Vermorel et al.(2008)), avec ceux proposés par le GIEC 2006 Niveau 1 [656].

Tableau 21 : Comparaison des FE nationaux aux FE Tiers 1 du GIEC 2006

| | | Facteurs d'émission national (2015) | Estimation à partir du GIEC 2006 Tableau 10.10 | Variation National /GIEC 2006 constatée (%) |
|-------------------------|--|-------------------------------------|--|---|
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,0 | 1,5 | -100% |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 0,28 | 1,5 | -81% |
| | Verrats de 50 kg et plus | 0,8 | 1,5 | -48% |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 0,82 | 1,5 | -45% |
| Truies de 50 kg et plus | | 2,5 | 1,5 | 70% |
| Chevaux | Chevaux de selle, sport, loisirs et course | 21,8 | 18 | 21% |
| | Chevaux lourds | 21,8 | 18 | 21% |
| Mules et ânes | Anes, mulets, bardots | 12,1 | 10 | 21% |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_CH4_ent_Tier 1

Les données de la SAA ayant été retravaillées, il est désormais possible de distinguer, parmi la population porcine, les porcelets non sevrés (<8kg) dont l'alimentation est exclusivement faite à base de lait. Cette catégorie se voit attribuer un facteur d'émission de CH₄ entérique nul.

Les variations constatées sont difficiles à interpréter du fait des méthodes différentes mises en œuvre pour le calcul entre le national et le GIEC 2006. Tout comme pour les bovins, ovins et caprins, les valeurs nationales ont été privilégiées car jugées plus représentatives de la situation française que celles proposées par le GIEC.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

GESTION DES DEJECTIONS ANIMALES

Cette section concerne les émissions issues de la gestion des déjections animales au bâtiment et au stockage.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 3B |
| CEE-NU / NFR | 3B |
| CORINAIR / SNAP 97 | 10.05.01 à 10.05.15, 10.09.01 à 10.09.04 |
| CITEPA / SNAPc | 10.05.01 à 10.05.15, 10.09.01 à 10.09.04 |
| CE / directive IED | 6.6 (volailles et porcs) |
| CE / E-PRTR | 7a (volailles et porcs) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.2A, 01.2C, 01.2E, 01.2G, 01.2J (ancienne) ; 0141Z à 0147Z, 0149Zp, 0162Zp, 1011Zp, 0322Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique (NIR) :

| | |
|----------------------|---|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Populations animales | Valeurs GIEC par défaut ainsi que données issues de sources prenant en compte certaines spécificités françaises |

Approche méthodologique (IIR) :

| | |
|----------------------|---|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Populations animales | Valeurs EMEP par défaut ainsi que données issues de sources prenant en compte certaines spécificités françaises |

Niveau de méthode (NIR):

La méthode appliquée correspond à un rang 2 des lignes directrices du GIEC 2006.

Dans la méthode actuelle, les Systèmes de Gestion (SG) des déjections animales et les facteurs d'excrétion azotée sont issus de données nationales. De même, les valeurs prises par le paramètre Solides Volatiles (SV) pour les bovins, ovins et caprins sont tirés de projets nationaux. Les autres paramètres de calcul proviennent des lignes directrices du GIEC 2006.

Des travaux sont en cours et doivent être approfondis pour développer plus de paramètres nationaux afin de parvenir ainsi à une méthode de niveau 2 encore plus précis.

Niveau de méthode (IIR):

La méthode appliquée correspond à un rang 2 des lignes directrices EMEP du fait de la méthodologique appliquée et d'une description fine des cheptels, de l'emploi de données nationales

ou régionales pour les occurrences des modes de gestion des déjections et les facteurs d'excrétion azotée.

Références utilisées :

- [473] William MARTIN-ROSSET - Nutrition et alimentation des chevaux. Editions QUAE, 2012
- [480] Résultats des Enquêtes Bâtiment 1994, 2001 et 2008. Service de la statistique et de la prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement de Territoire
- [485] MAAF / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2011
- [508] EUGENE M., DOREAU M., LHERM M., VIALARD D., FAVERDIN F., SAUVANT D. - Rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, 57p. à paraître.
- [509] EUGENE M. - Outil de calcul accompagnant le rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, non publié.
- [656] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 10 / Emissions from livestock and manure management
- [657] CIV, 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire.
- [658] INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins - Besoins des animaux - Valeurs des aliments - Tables INRA 2007
- [659] EMEP/EEA emission inventory guidebook, 2013, 3B Manure Management
- [660] MétéoFrance, www.meteofrance.com
- [661] Ecosécurité - CITEPA, 2007. Méthodologie spécifique pour les projets de Méthanisation des effluents d'élevage
- [792] Base de données OMINEA
- [794] SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S. - « Modélisation des interactions digestives et de la production de méthane chez les ruminants » - INRA Prod. Anim., 22, 2009, 375-384
- [796] EUGENE M., MANSARD L. - Rapport final du projet MONDFERENT 2 « Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France », 2015, non publié.
- [797] EUGENE M., MANSARD L. - Outil de calcul accompagnant le rapport du projet MONDFERENT 2 «Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France», 2015, non publié.
- [798] Base de données SINOE - ADEME
- [799] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11
- [800] Groot Koerkamp, 1993. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling.
- [801] Acquisition de facteurs d'émissions d'ammoniac en élevages de volailles - Rapport final. ITAVI/ADEME. 11 décembre 2015. P. 30/45
- [803] Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030. ADEME. Juillet 2013
- [809] Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen

Plan de section :Emissions de CO₂Emissions de CH₄*Le paramètre SG**Le paramètre SV**Le paramètre Bo**Le paramètre FCM**Prise en compte de la méthanisation des déjections animales*Emissions de N₂O*Les émissions directes**Les émissions indirectes liées à la volatilisation**Les émissions indirectes liées aux pertes d'azote par ruissellement et lessivage*

Emissions de Gaz fluorés

Emissions de SO₂Emissions de NO_x

Emissions de COVNM

Emissions de CO

Emissions de NH₃*Poste Bâtiment**Poste Stockage**Poste Epandage**Poste Pâturage*Emissions de particules (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

Métaux lourds (ML)

Polluants organiques persistants POP)

Comparaison des SV

Comparaison des Fex

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les effluents d'élevage sont des sources potentiellement importantes d'émissions (CH₄, COVNM, N₂O, NH₃, NO_x) du fait de phénomènes chimiques et biologiques. Ces émissions dépendent principalement des espèces élevées et des pratiques associées (type de bâtiment, temps de stockage, accumulation, traitements), mais leur estimation demeure sujette à de fortes incertitudes du fait de la complexité de prédire parfaitement les interactions possibles entre les cycles de l'azote et du carbone.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions liées à la gestion des déjections sont traitées de manière différente selon les polluants concernés. Les principales données utilisées pour le calcul de ces émissions sont :

- Les cheptels (voir section 3_Agriculture)
- Les systèmes de gestion des déjections (SGDA) (voir section 3_Agriculture)
- Les quantités d'azote et de solides volatils (SV) excrétées (voir plus loin)
- Les facteurs d'émissions principalement issus des lignes directrices révisées du GIEC de 2006 [656] et du guide EMEP / EEA 2013 [659].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :**Emissions de CO₂**

Les émissions de CO₂ liées à la gestion des déjections correspondent au cycle court du carbone et ne sont pas rapportées dans les inventaires de gaz à effet de serre en cohérence avec les règles de la Convention climat.

Emissions de CH₄

La gestion des déjections est une source clé vis-à-vis des émissions de méthane. Les émissions de CH₄ sont déterminées au moyen de facteurs d'émission relatifs à chaque espèce animale. Ceux-ci sont établis en utilisant la formule proposée par le GIEC 2006 :

$$FE = SV \times 365 \text{ jours/an} \times Bo \times 0,67 \text{ kg/m}^3 \times \sum_i (FCM_i \times SG_i)$$

Avec: Bo = Capacité de production maximale de CH₄ (m³/kg de SV) ; SV = Solides volatils excrétés (kg/jour) ; FCM = facteur de conversion en CH₄ (%) ; SG : Système de gestion des déjections i = type de gestion.

Ce calcul est effectué au niveau régional au sein du système PACRETE (Programme Access pour le Calcul Régionalisé des Emissions aTmosphériques de l'Elevage), décrit en section 3_Agriculture.

Le paramètre SG

La méthodologie d'estimation des systèmes de gestion des déjections (lisier, fumier, pâturage / parcours) est présentée dans la section « 3_Agriculture », commune à toutes les émissions de l'élevage.

Le paramètre SV

Les méthodes d'estimation des SV varient selon les catégories.

Projet MONDFERENT I - Bovins

Pour les bovins, le SV est estimé à partir des travaux de l'INRA [508, 509]. La méthodologie développée est décrite en section « 3A_Enterique fermentation ».

Pour rappel, le projet a permis d'estimer, par sous-catégorie bovines, les quantités de Matière Organique Digestible Ingérées (MODI) utilisées pour calculer le CH₄ entérique. Ensuite, les données de rationnement moyen à l'échelle nationale [657] permettent de calculer le ratio Matière Organique Non Digestible (MOND) sur MODI (MOND/MODI), variable selon les types de productions et le mode d'alimentation. Ce ratio MOND/MODI est appliqué à la MODI pour obtenir la MOND. La MOND ainsi calculée correspond à la MOND des fèces (MOND_{fèces}), et ne tient pas compte de la MOND des urines (MOND_{urines}).

Contrairement au GIEC 2006, la méthode MONDFERENT I est fondée sur l'utilisation de la Matière Organique Non Digestible et non des énergies. Dans la méthodologie MONDFERENT I, l'hypothèse est faite que la matière organique contenue dans les urines n'émettra que très peu de CH₄ : le SV_{urine} est alors négligé dans les calculs. Des recherches complémentaires sont à effectuer pour estimer les potentiels méthanogènes de la matière organique contenue dans les urines. On obtient donc :

$$SV = SV_{fèces} + SV_{urine}, \text{ avec } SV_{fèces} = MOND_{fèces} \text{ et } SV_{urine} = 0$$

Les SV calculés sont constants dans le temps pour les 14 catégories animales d'autres bovins, et sont listés plus bas (Tableau 1 « Récapitulatif des valeurs et méthodes d'estimation pour le SV »). Cependant, il est important de noter que du fait de la variation annuelle des effectifs de ces catégories animales, le facteur d'émission de méthane entérique pour la catégorie « autres bovins » peut varier annuellement.

Dans le cas des vaches laitières, la valeur prise par le paramètre SV est issue d'une équation reliant le SV et la production de lait [508] :

$$SV \text{ (kg/animal/jour)} = (0,1146 \times (\text{production de lait (kg/animal/an)}) + 715,77) / 365$$

Le rendement laitier (kg/animal/an) est disponible au sein de la base de données OMINEA [792]. Ce dernier étant variable au cours du temps, le SV associé l'est aussi. La plage des valeurs 1990-2015 prise par ce SV est fournie au niveau du Tableau 1 « Récapitulatif des valeurs et méthodes d'estimation pour le SV ».

Projet MONDFERENT II - Ovins et Caprins

Pour les ovins et les caprins, le SV est estimé à partir des travaux MONDFERENT II [796,797]. La méthodologie développée est décrite en section « 3A_Enterique fermentation ».

Pour rappel, le projet a permis d'estimer, par sous-catégorie animale, les quantités de Matière Organique Digestible Ingérées (MODI) utilisées pour calculer le CH₄ entérique. A partir des types et ingrédients des rations, des niveaux d'ingestion et des besoins en nutriments, la Matière Sèche Ingérée (MSI) et la Matière Organique associée (MO) sont estimées. Puis, la Matière Organique Non Digestible (MOND) des fèces, correspondant au SV_{fèces}, est obtenue de la façon suivante :

| |
|---|
| $SV_{\text{fèces}} = \text{MOND (kg)} = \text{MSI} \times \text{MO} / 1000 - \text{MODI}$ |
|---|

Avec : MSI = Matière Sèche Ingérée (kg) ; MO = Matière Organique (g/kgMSI) ; MODI = Matière Organique Digestible Ingérée (kg).

Pour ce projet, l'objectif a été d'être le plus possible en cohérence avec les lignes directrices du GIEC 2006, et l'hypothèse a été faite que la matière organique des urines est également émettrice de CH₄. Le SV_{urine} est obtenu de la façon suivante :

| |
|---|
| $SV_{\text{urine}} \text{ (kg)} = \text{MSI} \times \text{MO} / 1000 \times \text{UE/EB}$ |
|---|

Avec : MSI = Matière Sèche Ingérée (kg) ; MO = Matière Organique (g/kgMSI) ; EU/EB : rapport entre l'énergie urinaire et l'énergie brute.

Le rapport UE/EB est calculé selon l'équation suivante, provenant de Sauvant et Giger-Reverdin (2009) [794] :

| |
|--|
| $\text{EU/EB} = 5,7 - 0,71 \text{ NI}$ |
|--|

Les SV_{fèces} et SV_{urine} sont sommés pour obtenir le SV_{total}.

Les SV calculés sont constants dans le temps pour les sous-catégories d'ovins et de caprins. Ces facteurs par sous-catégorie sont listés plus bas (Tableau 1 « Récapitulatif des valeurs et méthodes d'estimation pour le SV »). Cependant, du fait de la variation annuelle des effectifs de ces sous-catégories animales, le SV pour les catégories agrégées « ovins » et « caprins » peuvent varier annuellement.

Autres animaux

Pour les animaux autres que les bovins, ovins et caprins, le paramètre SV prend les valeurs par défaut fournies par le GIEC 2006 [656].

L'amélioration de ce paramètre pour les porcins et les volailles fait partie des objectifs visés par le projet MONDFERENT II mais les résultats associés n'ont pas pu être intégrés cette année car ils doivent être approfondis et retravaillés pour intégration dans l'inventaire.

Les SV du GIEC 2006 sont constants dans le temps par sous-catégorie animale, et sont listés plus bas (section « Récapitulatif des méthodes employées pour le SV »). Cependant, du fait de la variation annuelle des effectifs de ces sous-catégories animales, les facteurs d'émission de méthane entérique pour les catégories agrégées « porcins » et « volailles » peuvent varier annuellement.

Tableau 22 : Récapitulatif des valeurs et méthodes d'estimation pour le SV

| | | SV (kg SV/jour) | Provenance du SV |
|-------------------------|---|--------------------|---------------------|
| Vaches laitières | | 3,46 - 4,18 | Mondferent I |
| Autres bovins | Vaches nourrices | 2,83 | Mondferent I |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 1,26 | Mondferent I |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 2,16 | Mondferent I |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 2,60 | Mondferent I |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 2,48 | Mondferent I |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | 2,48 | Mondferent I |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 1,88 | Mondferent I |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 1,80 | Mondferent I |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 2,05 | Mondferent I |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 2,28 | Mondferent I |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 2,73 | Mondferent I |
| | Veaux de boucherie | 1,16 | Mondferent I |
| | Autres femelles de moins de 1 an | 0,87 | Mondferent I |
| | Autres mâles de moins de 1 an | 1,46 | Mondferent I |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,00 | GIEC 2006 |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 0,30 | GIEC 2006 |
| | Verrats de 50 kg et plus | 0,46 | GIEC 2006 |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 0,30 | GIEC 2006 |
| Truies de 50 kg et plus | | 0,46 | GIEC 2006 |
| Caprins | Chevrettes | 0,42 | Mondferent II |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | 1,15 | Mondferent II |
| | Autres caprins (y compris boucs) | 0,40 | Mondferent II |
| Ovins | Agnelles | 0,49 | Mondferent II |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 0,63 | Mondferent II |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | 1,04 | Mondferent II |
| | Autres ovins (y compris béliers) | 0,10 | Mondferent II |
| Chevaux | Chevaux de selle, sport, loisirs et course | 2,13 | GIEC 2006 |
| | Chevaux lourds | 2,13 | GIEC 2006 |
| Mules et ânes | Anes, mulets, bardots | 0,94 | GIEC 2006 |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | 0,02 | GIEC 2006 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | 0,02 | GIEC 2006 |
| | Poulettes | 0,02 | GIEC 2006 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | 0,01 | GIEC 2006 |
| | Canards à gaver | 0,02 | GIEC 2006 |
| | Canards à rôtir | 0,02 | GIEC 2006 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | 0,07 | GIEC 2006 |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) | 0,07 | GIEC 2006 |
| | Pintades | 0,07 | GIEC 2006 |
| | Cailles d'élevage | 0,07 | GIEC 2006 |
| Autres | Lapines reproductrices | 0,10 | GIEC 2006 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/SV

Le paramètre Bo

Le paramètre Bo prend les valeurs par défaut fournies par le GIEC 2006 [656]. Les valeurs prises par Bo sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 23 : Paramètres Bo utilisés dans l'inventaire

| | Vaches laitières | Autres bovins | Porcins et truies | Caprins | Ovins | Chevaux | Mules et ânes | Poules pondeuses | Autres volailles | Lapines reproductrices |
|----|------------------|---------------|-------------------|---------|-------|---------|---------------|------------------|------------------|------------------------|
| Bo | 0,24 | 0,18 | 0,45 | 0,18 | 0,19 | 0,30 | 0,33 | 0,39 | 0,36 | 0,32 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Bo

Le paramètre FCM

Les paramètres FCM prennent les valeurs par défaut fournies par le GIEC [656], en faisant les correspondances avec les systèmes de gestion des déjections rencontrées en France suivantes :

| | Lisier | Fumier | Pâture | |
|------------------------|--|--|------------------------------|--|
| Bovins | Liquide/lisier sans écorce terrestre naturelle | Stockage solide | Pâturage/parcours /parcelles | |
| Porcins | | | | |
| Caprins | | Valeurs par défaut Tableau 10A-9 - Pays développés | | |
| Ovins | | | | |
| Chevaux | | | | |
| Mules et ânes | | | | |
| Poules pondeuses | | | | |
| Autres volailles | Fumier de volaille sans litière | Fumier de volaille avec litière | Pâturage/parcours /parcelles | |
| Lapines reproductrices | | | | |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FCM

Les valeurs du FCM varient en fonction de la température moyenne annuelle. Les températures annuelles moyennes régionales issues de Météo France [660] ont été utilisées.

Prise en compte de la méthanisation des déjections animales

La méthanisation des déjections animales permet de réduire les émissions de CH₄. Cette technique de réduction existe en France depuis 1990.

La méthodologie de calcul suivie diffère de celle par défaut du GIEC, car les lignes directrices proposent un FCM pour la méthanisation de 10% à 12°C, alors que le FCM du fumier vaut 2% à 12°C. Ainsi, méthaniser le fumier conduirait à une hausse des émissions ce qui est peu probable (ce serait vrai uniquement si le méthane n'était pas efficacement capté, le processus de digestion anaérobie cherchant à maximiser la production de méthane).

Il a été choisi ici d'estimer plutôt la réduction des émissions associée à la méthanisation, à déduire du calcul des émissions totales de CH₄ :

$$\text{Emissions}_{\text{totales}} = \text{Emissions}_{\text{sans_méthanisation}} - \text{Emissions}_{\text{réduites_méthanisation}}$$

Pour estimer les émissions réduites, le choix a été fait d'appliquer un taux de réduction aux émissions de CH₄ liées à la gestion des déjections méthanisées, taux issu de EcoSecurites [661] et estimé à 85%. Ainsi, la quantité de CH₄ non émise comparée à l'absence de méthaniseur ($\text{Emissions}_{\text{réduites_méthanisation}}$ en kg CH₄) grâce aux déjections méthanisées est calculée à partir de l'équation suivante :

$$\text{Emissions}_{\text{réduites_méthanisation}} = \text{SV} \times \text{Nombre_places}_{\text{animal\&SG}} \times 365 \times B_0 \times 0,67 \times \sum_i (\text{FCM}_i \times \text{SG}_i) \times \text{TR}$$

Avec : SV = Solides volatils excrétés (kg/animal/jour) ; Nombre_places_{animal&SG} = Nombre d'emplacements concernés par la méthanisation pour le système de gestion des déjections concerné ; B₀ = Capacité de production maximale de CH₄ (m³/kg de SV) ; FCM = facteur de conversion en CH₄ (% , liquide, solide, pâturage) ; SG : Système de gestion des déjections (liquide, solide, pâturage) ; TR : Taux de réduction des émissions associée à la méthanisation.

Pour estimer le nombre d'emplacements concernés par la méthanisation, plusieurs données sont utilisées :

- La base SINOE de l'ADEME [798] fournit le nombre de méthaniseurs annuels présents en France.
- Par ailleurs, de multiples données provenant des constructeurs ont permis de définir la répartition des types de déjections traitées, exprimée en pourcentages entre lisier bovin, lisier porcin, fumier bovin et fumier porcin, pour un méthaniseur « moyen », représentatif de la situation française.

- L'ADEME a pu fournir, pour 2013 seulement, les tonnages de déjections méthanisées, permettant de calculer le tonnage moyen traité par méthaniseur.

En appliquant la répartition moyenne des déjections traitées, il est alors possible d'obtenir un tonnage moyen de déjections traitées par catégorie animale et système de gestion des déjections pour un méthaniseur « moyen ». Ces tonnages sont multipliés par le nombre de méthaniseurs par an puis convertis en emplacements grâce aux données fournies par l'Institut de l'Elevage.

En résumé, le nombre d'emplacements concernés par la méthanisation pour une catégorie animale, pour un système de gestion des déjections, est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{Nombre_places}_{\text{animal}\&\text{SG}} = \text{Méthaniseurs} \times \% \text{Répartition}_{\text{animal}\&\text{SG}} \times \text{Tonnage}_{2013} / \text{Tonnage}_{\text{emplacement}}$$

Avec : Méthaniseurs = Nombre de méthaniseurs présents ; %Répartition_{animal&SG} = % de déjections de la catégorie animale et du SG concernés par rapport aux déjections totales méthanisées par le méthaniseur « moyen » ; Tonnage₂₀₁₃ = Tonnage moyen de déjections traitées par méthaniseur (tonnes/méthaniseur) ; Tonnage_{emplacement} = Tonnes de déjections produites par emplacement (tonne/emplacement).

Emissions de N₂O

La méthode de niveau 2 des lignes directrices du GIEC [656] estime les trois sources d'émissions de N₂O de l'élevage :

- les émissions directes au bâtiment et au stockage,
- les émissions indirectes liées à la volatilisation de NH₃ et NO_x au bâtiment et au stockage,
- les émissions indirectes liées aux pertes d'azote par ruissellement et lessivage au stockage.

Les émissions directes

Les émissions directes sont calculées selon l'équation 10.25 des lignes directrices du GIEC 2006 [656]. Ces émissions sont basées sur :

- l'excrétion azotée des animaux (voir section 3_Agriculture) ;
- les modalités de gestion des déjections ;
- les facteurs d'émissions par défaut des lignes directrices du GIEC 2006 [656].

Le calcul effectué est le suivant :

$$N_2O_{\text{directes}} = \sum_{t,i} N_t \times Fex_{t,i} \times SG_{t,i} \times FE_{t,i} \times 44/28$$

Avec : N_{t,i} = Nombre de têtes de la catégorie animale t ; Fex_{t,i} = Excrétion azotée annuelle de la catégorie animale t gérée en système i ; SG = Système de gestion des déjections (liquide, solide) ; FE_{t,i} = Facteur d'émission pour le système de gestion i de la catégorie animale t.

Pour le choix des facteurs d'émission, les correspondances suivantes ont été effectuées avec les systèmes de gestion des déjections rencontrés en France :

| | Toutes catégories, sauf volailles | | Volailles | |
|----------|--|---------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------|
| | Dénomination GIEC 2006 | Valeur (kg N-N ₂ O/kg Nex) | Dénomination GIEC 2006 | Valeur (kg N-N ₂ O/kg Nex) |
| Lisier | Liquide/lisier sans écorce terrestre naturelle | 0 | Fumier de volaille sans litière | 0,001 |
| Fumier | Stockage solide | 0,005 | Fumier de volaille avec litière | 0,001 |
| Pâturage | Emissions traitées dans la section 3D_Agricultural soils | | | |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/N₂O_direct

Les émissions indirectes liées à la volatilisation

Les émissions indirectes liées à la volatilisation sont calculées selon l'équation 10.27 des lignes directrices du GIEC 2006 [656] :

$$N_2O_{\text{indirectes_volat}} = N_{\text{volatilisation}} \times FE_4 \times 44/28$$

Avec : $N_{\text{volatilisation}}$ = Quantité d'azote de fumier perdue en raison de la volatilisation du NH_3 et du NO_x (kgN/an) ; FE_4 = Facteur d'émission du GIEC pour les émissions de N_2O dues au dépôt atmosphérique d'azote sur les sols et des surfaces aquatiques (kg $N-N_2O$ / (kg $N-NH_3$ + kg $N-NO_x$)).

La quantité d'azote de fumier perdue en raison de la volatilisation du NH_3 et du NO_x correspond à la somme des émissions suivantes :

$$N_{\text{volatilisation}} = N-NH_3_{\text{Bâtiment}} + N-NH_3_{\text{Stockage}} + N-NO_x_{\text{Stockage}}$$

Avec : $N-NH_3_{\text{Bâtiment}}$ = Emissions de $N-NH_3$ au bâtiment ; $N-NH_3_{\text{Stockage}}$ = Emissions de $N-NH_3$ au stockage ; $N-NO_x_{\text{Stockage}}$ = Emissions de $N-NO_x$ au stockage.

Ces émissions d'azote sous forme de NH_3 et NO_x sont calculées conformément à la méthode EMEP/EAA 2013 [659], détaillée en sections « Emissions de NH_3 » et « Emissions de NO_x » plus bas.

Le facteur d'émission utilisé est tiré du GIEC [799] : $FE_4 = 0,01 \text{ kg } N-N_2O/\text{kg } N-NH_3 + \text{kg } N-NO_x$.

Les émissions indirectes liées aux pertes d'azote par ruissellement et lessivage

Les émissions indirectes liées aux pertes d'azote par ruissellement et lessivage sont calculées selon l'équation 10.29 des lignes directrices du GIEC 2006 [656].

$$N_2O_{\text{indirectes_lixiv}} = N_{\text{lixiv}} \times FE_5 \times 44/28$$

Avec : N_{lixiv} = Quantité d'azote de fumier lessivé des systèmes de gestion du fumier (kgN/an) ; FE_5 = Facteur d'émission du GIEC pour les émissions de N_2O de l'azote de lixiviation et écoulements (kg $N-N_2O$ /kg N lessivé et écoulé).

La quantité d'azote de fumier lessivé est calculée conformément à la méthode EMEP/EAA 2013 [659], détaillée dans le rapport UNECE.

Le facteur d'émission utilisé est tiré du GIEC [799] : $FE_5 = 0,0075 \text{ kg } N-N_2O/\text{kg } N \text{ lessivé et écoulé}$.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO_2

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x (NO exprimé en équivalent NO_2) issues du stockage des déjections sont mal connues. Ces émissions sont estimées conformément à la méthodologie EMEP/EEA 2013 [659], mais rapportées hors total national.

Les émissions de NO_x (NO exprimé en équivalent NO_2), sont calculées comme suit :

$$NO_2 = [TAN_{\text{stock_lisier}} \times FE_{\text{stockage_NO}_{\text{liquide}}} + TAN_{\text{stock_fumier}} \times FE_{\text{stockage_NO}_{\text{solide}}}] \times 46/14$$

Avec : $TAN_{\text{stock_lisier}}$ = Quantité d'azote ammoniacal totale stockée par catégorie animale, gérée en système lisier ; $TAN_{\text{stock_fumier}}$ = Quantité d'azote ammoniacal totale stockée par catégorie animale, gérée en système fumier.

Les facteurs d'émission utilisés correspondent aux facteurs d'émission par défaut tirés d'EMEP 2013 (Tableau A-8) et varient selon les modes de gestion des déjections animales (liquide et solide). La modalité « liquide » est attribuée à la gestion lisier, et la modalité « solide » à la gestion fumier. Ces facteurs d'émission sont exprimés par unité d'azote ammoniacal stocké, dont le calcul est détaillé dans la section « Emissions de NH_3 ». On a :

- $FE_{\text{stockage_NO}_{\text{liquide}}} = 0,0001 \text{ kg } N-NO/\text{kg } TAN_{\text{stock}}$;
- $FE_{\text{stockage_NO}_{\text{solide}}} = 0,01 \text{ kg } N-NO/\text{kg } TAN_{\text{stock}}$;

Emissions de COVNM

Selon le guide EMEP 2013 [659], la majorité des COVNM émis par l'élevage serait composée d'iso propanol, de n-propanol, d'acétaldéhyde et d'acides carbonés à chaînes courtes (acide acétique, acide propionique, acide butanoïque). Ces émissions sont estimées mais rapportées hors total national.

La méthode suivie correspond à la méthode de niveau 2 du guide EMEP 2013 [659]. Cette méthode de calcul prévoit 6 postes d'émissions : le silo, l'aire d'alimentation, le bâtiment, le stockage, l'épandage, le pâturage ou le parcours.

On a donc :

$$\text{COVNM}_{\text{total}} = \text{COVNM}_{\text{silo}} + \text{COVNM}_{\text{alimentation}} + \text{COVNM}_{\text{bâtiment}} + \text{COVNM}_{\text{stockage}} + \text{COVNM}_{\text{épandage}} + \text{COVNM}_{\text{pâturage}}$$

Les émissions sont dépendantes de la quantité d'énergie brute ingérée pour les bovins, et des SV excrétés (paramètres de calculs utilisés pour les estimations des émissions de CH₄ issus de la gestion des déjections) pour les autres animaux, au silo, à l'aire d'alimentation, au bâtiment, et au pâturage. Les émissions à l'épandage et au stockage sont supposées corrélées aux émissions d'ammoniac et les mêmes ratios entre émissions au bâtiment et au stockage d'une part et entre émissions au bâtiment et à l'épandage d'autre part sont utilisés pour calculer les émissions de COVNM à ces postes.

Emissions de CO

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Emissions de NH₃

L'agriculture contribue à la quasi totalité des émissions d'ammoniac en France. La gestion des déjections animales contribue environ aux deux tiers de ces émissions agricoles, le solde correspondant aux émissions liées à la fertilisation minérale.

La méthodologie d'estimation des émissions d'ammoniac de l'élevage est basée sur l'approche Tier 2 développée dans le guide EMEP/EEA 2013 [659]. Toutefois, l'approche développée dans PACRETE pour les inventaires français va parfois plus loin, en utilisant une catégorisation animale plus détaillée que celle d'EMEP pour l'azote excrété.

Par ailleurs, certaines mesures d'abattement des émissions sont intégrées pour l'épandage des déjections (matériels utilisés et délais d'incorporation). Des travaux doivent être poursuivis pour intégrer petit à petit les techniques de réduction mises en place dans les élevages (techniques de réduction au stockage par exemple, non prises en compte à l'heure actuelle).

La méthodologie EMEP est basée sur les flux d'azote ammoniacal et organique pendant la gestion des déjections. Les émissions sont estimées au bâtiment, au stockage, à l'épandage et au pâturage (au parcours pour les porcins et les volailles). En plus du NH₃, elle prend en compte les pertes d'azote sous forme de N₂, NO et N₂O au bâtiment et au stockage.

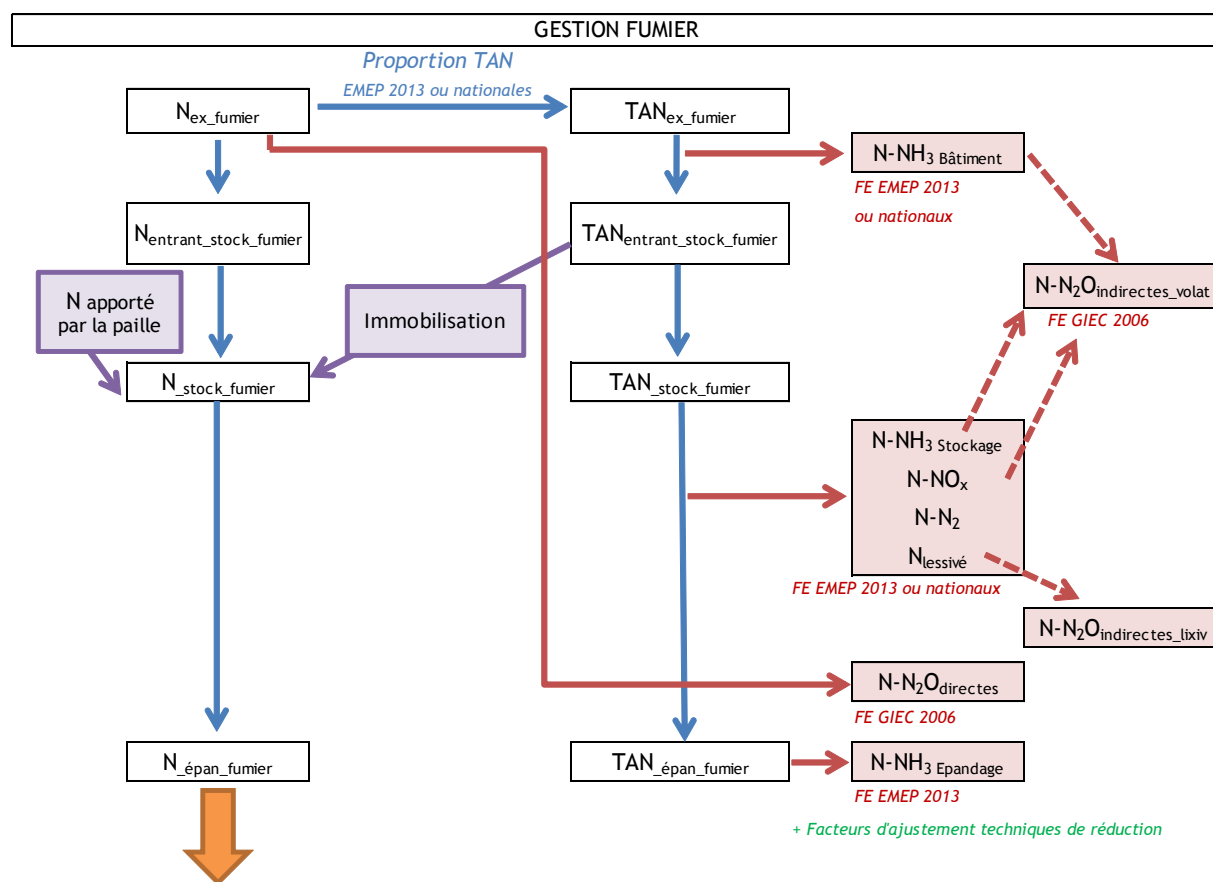
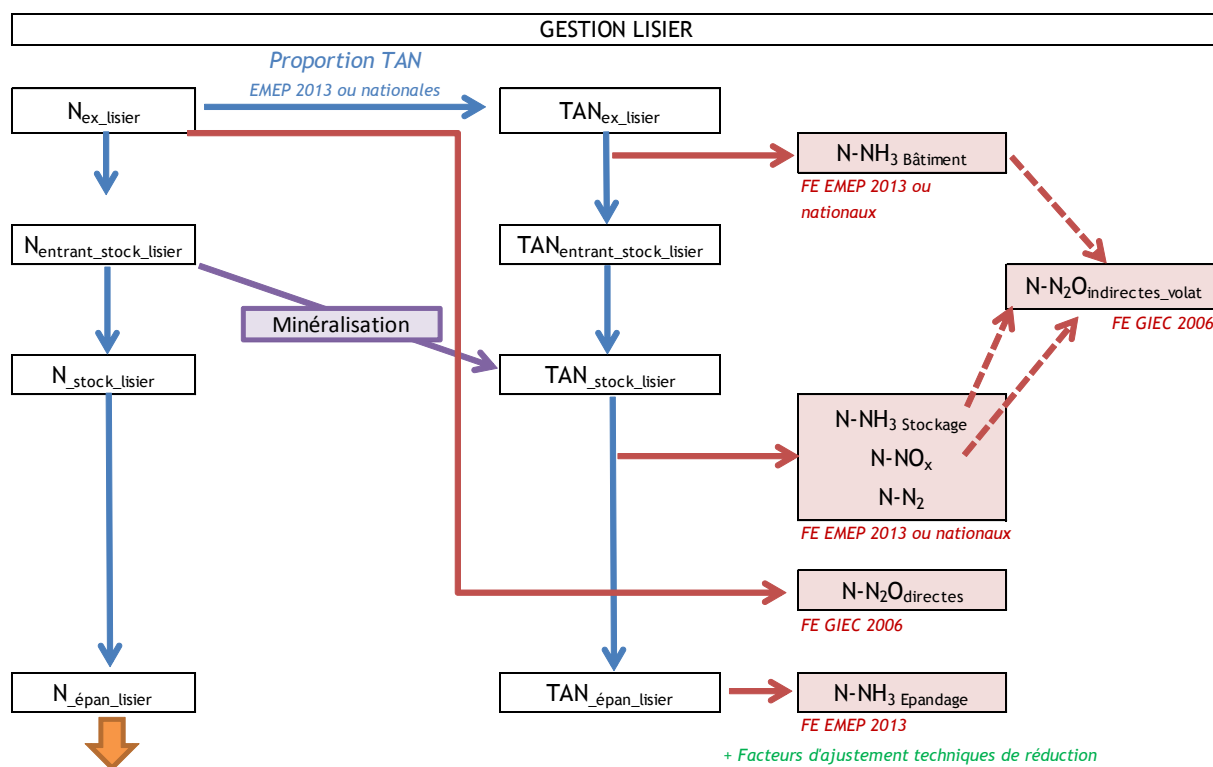
Les émissions totales de NH₃ correspondent à la somme des émissions des différents postes :

$$\text{NH}_3 \text{ Total} = \text{NH}_3 \text{ Bâtiment} + \text{NH}_3 \text{ Stockage} + \text{NH}_3 \text{ Epandage} + \text{NH}_3 \text{ Pâturage}$$

Nous allons ici décrire les différentes équations utilisées pour estimer ces flux d'azote, en partant du bâtiment pour arriver jusqu'à l'épandage.

A noter : pour les postes bâtiment, stockage et épandage, seuls sont considérés les animaux gérés en système lisier et fumier. La pâture est comptabilisée à part.

Les schémas ci-dessous résument le suivi de l'azote sur la chaîne bâtiment/stockage/épandage.



Poste Bâtiment

La première étape consiste à évaluer l'azote excrété, par catégorie animale, par système de gestion des déjections, à partir de l'équation suivante :

$$N_{ex,i} = Population_{totale} \times SG_i \times F_{ex}$$

Avec : $N_{ex,i}$ = Quantité d'azote totale excrétée par une catégorie animale pour le système de gestion des déjections i (kgN) ; $Population_{totale}$ = Cheptel de la catégorie concernée (tête) ; SG = part de la population gérée en système de gestion des déjections i (lisier, fumier) ; F_{ex} = facteur d'excrétion azotée pour la catégorie concernée (kgN/tête).

Les F_{ex} sont nationaux et sont présentés en section 3_Agriculture.

L'azote excrété est ensuite converti en azote ammoniacal (TAN) :

$$TAN_{ex,i} = N_{ex,i} \times TAN$$

Avec : TAN : Proportion d'azote ammoniacal

Les paramètres TAN varient selon les catégories animales et prennent les valeurs par défaut proposées par EMEP 2013, à l'exception des catégories « chevaux » et « mules et ânes » pour lesquelles les valeurs sont tirées d'une publication nationale [473]. Ils sont répertoriés dans le tableau suivant :

Tableau 24 : Tableau récapitulatif des proportions de TAN utilisées par catégorie animale

| | TAN (part du N_{ex}) |
|--|----------------------------|
| Vaches laitières | 0,60 |
| Autres bovins | 0,60 |
| Porcins et truies | 0,70 |
| Caprins | 0,50 |
| Ovins | 0,50 |
| Chevaux de selle, sport, loisirs et course | 0,47 |
| Chevaux lourds | 0,43 |
| Anes, mulets, bardots | 0,45 |
| Volailles | 0,70 |
| Lapines reproductrices | 0,60 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/TAN

C'est à partir de l'azote ammoniacal qu'est calculé l'azote volatilisé en NH_3 au bâtiment, selon l'équation suivante :

$$N-NH_3 \text{ Bâtiment} = \sum_i TAN_{ex,i} \times FE_i \text{ Bâtiment}$$

Avec : $FE_{Bâtiment}$: Facteur d'émission de NH_3 au bâtiment (kg $N-NH_3$ /kg TAN).

Les facteurs d'émission de NH_3 au bâtiment prennent les valeurs par défaut proposées par EMEP 2013, à l'exception de certaines catégories de volailles pour lesquelles une réflexion a été menée pour adapter les facteurs par défaut, jugés non représentatifs des élevages avicoles français. Les modifications suivantes ont été apportées :

- Poules pondeuses : le facteur d'émission par défaut EMEP a été adapté pour tenir compte de la cinétique d'hydrolyse de l'acide urique en azote ammoniacal [800], ralentie par la mise en place de certains systèmes de gestion des déjections spécifiques (tapis de pré-séchage, sécheur extérieur) dont le développement en France est connu et fourni par l'Institut Technique de l'Aviculture (ITAVI).
- Poulets de chair, dindes, pintades et cailles : des facteurs d'émissions spécifiques ont été développés par l'ITAVI pour le compte de l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) [801].

Les facteurs d'émission par catégorie et système de gestion des déjections sont répertoriés dans le tableau suivant.

A noter : Pour les poules pondeuses et les poulettes, le facteur d'émission recalculé varie dans le temps du fait de la progression des systèmes de gestion des déjections entraînant des réductions. De même, le facteur d'émission des poulets de chair varie dans le temps car cette catégorie est composée de plusieurs productions (standard, export, lourd) présentant des facteurs d'émission sont différents. Les valeurs fournies dans le tableau correspondent à la plage 1990-2015.

Tableau 25 : Facteurs d'émission de N-NH₃ au bâtiment

| | | FE N-NH ₃ Lisier (kg N-NH ₃ /TAN _{ex}) | FE N-NH ₃ Fumier (kg N-NH ₃ /TAN _{ex}) |
|-------------------------|--|---|---|
| Vaches laitières | | 0,20 | 0,19 |
| Autres bovins | | 0,20 | 0,19 |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,28 | 0,27 |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 0,28 | 0,27 |
| | Verrats de 50 kg et plus | 0,22 | 0,25 |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 0,28 | 0,27 |
| Truies de 50 kg et plus | | 0,22 | 0,25 |
| Caprins | | | 0,22 |
| Ovins | | | 0,22 |
| Chevaux | | | 0,22 |
| Mules et ânes | | | 0,22 |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | | 0,41 - 0,22 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | | 0,41 - 0,22 |
| | Poulettes | | 0,41 - 0,22 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | | 0,13 - 0,14 |
| | Canards à gaver | 0,24 | 0,240 |
| | Canards à rôtir | 0,24 | 0,240 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | | 0,185 |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) | 0,57 | 0,570 |
| | Pintades | | 0,185 |
| | Cailles d'élevage | | 0,185 |
| Autres | Lapines reproductrices | 0,27 | 0,270 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_NH3_bât

Les émissions de NH₃ au bâtiment sont obtenues de la façon suivante :

$$\text{NH}_3 \text{ Bâtiment} = \text{N-NH}_3 \text{ Bâtiment} \times 17/14$$

Poste Stockage

Les facteurs d'émission fournis dans EMEP sont toujours basés sur l'azote ammoniacal et par conséquent, il est important de suivre les transferts entre azote ammoniacal et azote organique.

Le suivi de l'azote total et de l'azote ammoniacal entrant au stockage est calculé de la manière suivante :

$$\text{TAN}_{\text{entrant_stock}_i} = \text{TAN}_{\text{ex}_i} - \text{N-NH}_3 \text{ Bâtiment}_i$$

$$\text{N}_{\text{entrant_stock}_i} = \text{N}_{\text{ex}_i} - \text{N-NH}_3 \text{ Bâtiment}_i$$

L'indice *i* distingue la gestion fumier de la gestion lisier.

Pendant le stockage des lisiers, une partie de l'azote organique est minéralisé et rejoint le réservoir d'azote ammoniacal. Ce transfert est traduit par l'équation suivante :

$$\text{Lisier : TAN}_{\text{stock}_i} = \text{TAN}_{\text{entrant_stock}_i} + (\text{N}_{\text{entrant_stock}_i} - \text{TAN}_{\text{entrant_stock}_i}) \times F_{\text{min}}$$

Avec : F_{min} = Facteur de minéralisation par défaut proposé par EMEP 2013 (=0,1).

A l'inverse, la présence de paille favorise l'assimilation de l'azote par les microorganismes de la litière. Ce transfert est traduit par l'équation suivante :

$$\text{Fumier : } \text{TAN}_{\text{stock}_i} = \text{TAN}_{\text{entrant_stock}_i} - \text{Paille} \times F_{\text{imm}}$$

$$\text{N}_{\text{stock}_i} = \text{N}_{\text{entrant_stock}_i} + \text{Paille} \times T_N$$

Avec : Paille = quantité de paille apportée (tonnes de matière sèche) ; F_{imm} = Facteur d'immobilisation par défaut proposé par EMEP 2013 (=0,0067 kg/ kg de matière sèche) ; T_N = taux d'azote contenu dans la paille (kg N/kg de matière sèche).

Les quantités de paille apportées par catégorie animale sont présentées en section « 3_Agriculture », paragraphe « Répartition des effluents entre systèmes fumier et systèmes lisier et quantités de paille associées ».

Le taux d'azote contenu dans la paille provient des données de l'INRA [658].

Il faut noter que pour les volailles, l'immobilisation de l'azote ammoniacal par la litière n'a pas été prise en compte car il a été considéré que les facteurs d'émissions d'EMEP 2013 correspondent déjà à un fumier de volailles pour lequel une partie importante de l'azote ammoniacal a été assimilée par les micro-organismes de la litière.

Une fois les transferts liés à la minéralisation et à l'immobilisation effectués, l'azote volatilisé en NH_3 au stockage est calculé selon l'équation suivante :

$$\text{N-NH}_3 \text{ Stockage} = \sum_i \text{TAN}_{\text{stock}_i} \times \text{FE}_i \text{ Stock}$$

Avec : FE_{Stock} : Facteur d'émission de NH_3 au stockage (kg N-NH_3 /kg TAN).

Les facteurs d'émission de NH_3 au stockage prennent les valeurs proposées par EMEP 2013.

Tableau 26 : Facteurs d'émission de N-NH_3 au stockage

| | | FE N-NH_3 Lisier (kg N-NH_3 /TAN _{stock}) | FE N-NH_3 Fumier (kg N-NH_3 /TAN _{stock}) |
|-------------------|--|--|--|
| Vaches laitières | | 0,20 | 0,27 |
| Autres bovins | | 0,20 | 0,27 |
| Porcins et truies | | 0,14 | 0,45 |
| Caprins | | | 0,28 |
| Ovins | | | 0,28 |
| Chevaux | | | 0,35 |
| Mules et ânes | | | 0,35 |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | | 0,14 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | | 0,14 |
| | Poulettes | | 0,14 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | | 0,17 |
| | Canards à gaver | 0,24 | 0,24 |
| | Canards à rôtir | 0,24 | 0,24 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | | 0,24 |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) | 0,16 | 0,16 |
| | Pintades | | 0,24 |
| | Cailles d'élevage | | 0,24 |
| Autres | Lapines reproductrices | 0,09 | 0,09 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_NH3_stock

Les émissions de NH_3 au stockage sont obtenues de la façon suivante :

$$\text{NH}_3 \text{ Stockage} = \text{N-NH}_3 \text{ Stockage} \times 17/14$$

D'autres émissions de composés azotés (N_2O , N_2 , NO_x) ont lieu durant le stockage, émissions qu'il est important de comptabiliser ici pour le suivi de l'azote.

Les émissions de N₂O directes sont estimées conformément au GIEC 2006. La méthodologie est détaillée plus haut, dans la section « Emissions de N₂O ».

Les émissions de N₂ sont estimées conformément à la méthodologie EMEP 2013, à partir de l'équation suivante :

$$N-N_2 = TAN_{stock_i} \times FE_{N_2}$$

Avec : FE_{N2} : Facteur d'émission de N₂ au stockage (kg N-N₂/kg TAN).

Les facteurs d'émission utilisés correspondent aux valeurs par défaut tirées d'EMEP 2013 (Tableau 3-8) et varient selon les modes de gestion des déjections animales (liquide et solide). La modalité « liquide » est attribuée à la gestion lisier, et la modalité « solide » à la gestion fumier :

- FE_{stockage_N2_lisier} = 0,003 kg N-N₂/kg TAN_{stock} ;
- FE_{stockage_N2_solide} = 0,3 kg N-N₂/kg TAN_{stock}.

Les émissions de NO_x sont estimées conformément à la méthodologie EMEP 2013, à partir de l'équation suivante. Le calcul détaillé est situé à la section « Emissions de NO_x ».

$$N-NO_x = TAN_{stock_i} \times FE_{NO}$$

Enfin, il faut également estimer les quantités d'azote lixivié et écoulé au cours du stockage. Pour rappel, c'est à partir de ces quantités d'azote lessivé et écoulé que sont calculées les émissions indirectes de N₂O liées à la lixiviation. D'après la méthodologie EMEP 2013, le lessivage de l'azote n'a lieu que pour les systèmes de gestion des déjections solide, ce qui correspond pour nous aux systèmes fumier, à hauteur de 12% du TAN stocké. Le calcul est effectué selon l'équation suivante :

$$N_{lessivé} = TAN_{stock_i} \times Part_N_lixiv$$

Avec : Part_N_lixiv = Part du TAN stocké partant dans les eaux.

Poste Epandage

Afin d'estimer les émissions liées à l'épandage, il faut estimer le TAN disponible pour l'épandage, et donc répertorier les différentes pertes d'azote ayant eu lieu au stockage. On effectue le bilan suivant :

Lisier :

$$TAN_{épan_lisier} = TAN_{stock_lisier} - [N-NH_3 Stock_lisier + N-N_2 Stock_lisier + N-NO Stock_lisier + N-N_2O Stock_lisier]$$

$$N_{épan_lisier} = N_{stock_lisier} - [N-NH_3 Stock_lisier + N-N_2 Stock_lisier + N-NO Stock_lisier + N-N_2O Stock_lisier]$$

Fumier :

$$TAN_{épan_fumier} = TAN_{stock_fumier} - [N-NH_3 Stock_fumier + N-N_2 Stock_fumier + N-NO Stock_fumier + N-N_2O Stock_fumier + N_{lessivé}]$$

$$N_{épan_fumier} = N_{stock_fumier} - [N-NH_3 Stock_fumier + N-N_2 Stock_fumier + N-NO Stock_fumier + N-N_2O Stock_fumier + N_{lessivé}]$$

Important pour la section 3D_Agricultural soils : la somme de N_{épan_lisier} et N_{épan_fumier} est utilisée pour le calcul des émissions de N₂O liées à l'épandage des déjections, émissions prises en compte dans la section « 3D_Agricultural soils ».

A l'épandage, les émissions d'ammoniac dépendent à la fois du type de matériel utilisé et des délais d'incorporation post-épandage. Selon les techniques en place, des abattements plus ou moins importants peuvent être appliqués. Les calculs des émissions est alors effectué selon l'équation suivante :

$$N-NH_3 Epandage = \sum_i TAN_{épan_i,k} \times FE_{Epan,i} \times FA_{i,k}$$

Avec : FE_{Epan,i} : Facteur d'émission de NH₃ à l'épandage (kg N-NH₃/kg TAN_{épan}) ; FA_{i,k} : Facteur d'ajustement de l'association (matériel + délais).

Les facteurs d'émission de NH₃ à l'épandage prennent les valeurs proposées par EMEP 2013.

Tableau 27 : Facteurs d'émission de N-NH3 à l'épandage

| | | FE N-NH3 Lisier (kg N-NH3/TAN _{épan}) | FE N-NH3 Fumier (kg N-NH3/TAN _{épan}) |
|-------------------------|--|--|--|
| Vaches laitières | | 0,55 | 0,79 |
| Autres bovins | | 0,55 | 0,79 |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,40 | 0,81 |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 0,40 | 0,81 |
| | Verrats de 50 kg et plus | 0,29 | 0,81 |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 0,40 | 0,81 |
| Truies de 50 kg et plus | | 0,29 | 0,81 |
| Caprins | | | 0,90 |
| Ovins | | | 0,90 |
| Chevaux | | | 0,90 |
| Mules et ânes | | | 0,90 |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | | 0,69 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | | 0,69 |
| | Poulettes | | 0,69 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | | 0,66 |
| | Canards à gaver | 0,54 | 0,54 |
| | Canards à rôtir | 0,54 | 0,54 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | | 0,54 |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) | 0,45 | 0,45 |
| | Pintades | | 0,54 |
| | Cailles d'élevage | | 0,54 |
| Autres | Lapines reproductrices | 0,69 | 0,69 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_NH3_épan

Pour estimer les abattements liés aux modalités d'épandage, il faut pouvoir estimer les quantités de TAN épandues par type d'association (matériel + délais d'incorporation).

Les données utilisées sont fournies par le service des statistiques du Ministère de l'Agriculture, fondées sur les résultats d'une enquête spécifique sur les pratiques culturales, concernant l'année 2011 [485]. Ces données permettent de connaître, au niveau régional, les quantités d'azote apportées (en tonnes d'azote) par type d'effluent, par matériel et délais d'épandage. Les combinaisons connues sont listées dans le tableau suivant.

A noter : pour rendre le tableau plus lisible, les délais d'incorporation post-épandage en heures sont numérotés de la manière suivante :

- Délais 1 : < 4 h ;
- Délais 2 : 4 < h < 12 ;
- Délais 3 : 12 < h < 24 ;
- Délais 4 : > 24 h ;
- Délais 5 : sans objet.

Tableau 28 : Combinaisons des pratiques tirées de l'enquête Pratiques Culturelles 2011

| Catégorie animale | Type d'effluent | Matériel | Délais |
|-------------------|-----------------|-----------------|--------|
| Bovins | Lisier | Buse et rampe | 1 à 5 |
| | | Pendillard | 1 à 5 |
| | | Enfouisseur | 1 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| | Fumier | Epandeur fumier | 1 à 5 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| Porcins | Lisier | Buse et rampe | 1 à 5 |
| | | Pendillard | 1 à 5 |
| | | Enfouisseur | 1 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| | Fumier | Epandeur fumier | 1 à 5 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| Volailles | Fumier | Epandeur fumier | 1 à 5 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| Autres | Lisier | Buse et rampe | 1 à 5 |
| | | Pendillard | 1 à 5 |
| | | Enfouisseur | 1 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |
| | Fumier | Epandeur fumier | 1 à 5 |
| | | Indifférencié | 1 à 5 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Pratiques

Grâce à ces données, il est alors possible de répartir les TAN_{épandus} par combinaison de pratiques pour l'année 2011.

Pour tous les types d'effluents, à l'exception des lisiers porcins, la répartition des TAN_{épandus} par combinaison de pratiques de 2011 est maintenue constante sur toute la période, faute d'autres données disponibles.

Pour les lisiers porcins, des données concernant les matériels d'épandage sont disponibles dans les enquêtes bâtiment 2011 et 2008 [480] mais aucune information n'est fournie sur les délais d'incorporation après épandage. Le choix a été fait d'abandonner les données fournies par l'enquête de 2008 au profit de celles de l'enquête pratiques culturelles de 2011, jugées plus pertinentes pour estimer les réductions d'émissions. En revanche, les données 2001 concernant les matériels ont bien été utilisées, en y associant des délais d'incorporation après épandage moyen recalculés à partir des données de 2011. Les données sont utilisées de la façon suivante sur la période :

- de 1990 à 2001 : utilisation des données des enquêtes bâtiments 2001 auxquelles on associe des délais d'incorporation moyen après épandage de 2011 ;
- de 2002 à 2010 : interpolation linéaire entre les données de 2001 (auxquelles on a associé des délais d'incorporation moyen après épandage de 2011) et celles de 2011 ;
- à partir de 2011 : utilisation des données 2011.

A noter : des données sont également disponibles dans les enquêtes bâtiments bovins mais ces dernières n'ont pas pu être mises en cohérence avec les enquêtes pratiques culturelles 2011 qui sont jugées plus fiables. Un approfondissement de ces données doit être effectué pour qu'elles puissent être intégrées.

Les facteurs d'abattement liés aux matériels utilisés proviennent de la guidance UNECE [809] mentionnée par EMEP 2013. Ceux liés aux délais d'incorporation après épandage sont tirés d'une étude menée en France par l'ADEME [803].

Ces facteurs d'abattement sont exprimés dans nos équations en facteur d'ajustement du facteur d'émission : plus le facteur d'ajustement est faible, plus la réduction est forte. Pour une combinaison (matériel + délais d'incorporation après épandage), le choix a été fait d'attribuer le facteur d'ajustement le plus faible entre les deux facteurs d'ajustement.

Exemple : si du lisier est épandu avec un pendillard mais incorporé dans les 4 heures après épandage, on attribue le facteur d'ajustement délais, qui est plus faible que celui du pendillard.

Le tableau ci-dessous récapitule les différents facteurs d'ajustement par matériel, délais et combinaisons :

Tableau 29 : Facteurs d'ajustement liés aux pratiques d'épandage

| Matériel | Facteur d'ajustement matériel | Délais | Facteur d'ajustement délais | Facteur d'ajustement combinaison |
|-----------------|-------------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| Buse et rampe | 1 | Délai 1 : < 4h | 0,3 | 0,3 |
| | | Délai 2 : 4 < h < 12 | 0,5 | 0,5 |
| | | Délai 3 : 12 < h < 24 | 0,75 | 0,75 |
| | | Délai 4 : > 24h | 0,95 | 0,95 |
| | | Délai 5 : sans objet | 1 | 1 |
| Pendillard | 0,7 | Délai 1 : < 4h | 0,3 | 0,3 |
| | | Délai 2 : 4 < h < 12 | 0,5 | 0,5 |
| | | Délai 3 : 12 < h < 24 | 0,75 | 0,7 |
| | | Délai 4 : > 24h | 0,95 | 0,7 |
| | | Délai 5 : sans objet | 1 | 0,7 |
| Enfouisseur | 0,3 | Délai 1 : < 4h | 0,3 | 0,3 |
| Epandeur fumier | 1 | Délai 1 : < 4h | 0,3 | 0,3 |
| | | Délai 2 : 4 < h < 12 | 0,5 | 0,5 |
| | | Délai 3 : 12 < h < 24 | 0,75 | 0,75 |
| | | Délai 4 : > 24h | 0,95 | 0,95 |
| | | Délai 5 : sans objet | 1 | 1 |
| Indifférencié | 1 | Délai 1 : < 4h | 0,3 | 0,3 |
| | | Délai 2 : 4 < h < 12 | 0,5 | 0,5 |
| | | Délai 3 : 12 < h < 24 | 0,75 | 0,75 |
| | | Délai 4 : > 24h | 0,95 | 0,95 |
| | | Délai 5 : sans objet | 1 | 1 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Pratiques_FA

Les émissions de NH₃ à l'épandage sont obtenues de la façon suivante :

$$\text{NH}_3 \text{ Epandage} = \text{N-NH}_3 \text{ Epandage} \times 17/14$$

Poste Pâturage

Tout comme ce qui a été fait pour le bâtiment, la première étape consiste à évaluer l'azote excrété, par catégorie animale, à la pâture, à partir de l'équation suivante :

$$\text{N}_{\text{ex_pâturage}} = \text{Population}_{\text{totale}} \times \text{SG}_{\text{pâturage}} \times F_{\text{ex}}$$

Avec : $\text{N}_{\text{ex_pâturage}}$ = Quantité d'azote totale excrétée par une catégorie à la pâture (kgN) ; $\text{Population}_{\text{totale}}$ = Cheptel de la catégorie concernée (tête) ; $\text{SG}_{\text{pâturage}}$ = part de la population gérée à la pâture ; F_{ex} = facteur d'excrétion azotée pour la catégorie concernée (kgN/tête).

Les F_{ex} sont nationaux et sont présentés en section 3_Agriculture.

Important pour la section 3D Agricultural soils : les quantités d'azote totales excrétées à la pâture ($\text{N}_{\text{ex_pâturage}}$) sont utilisées pour le calcul des émissions de N₂O prises en compte dans la section « 3D_Agricultural soils ».

L'azote excrété est ensuite converti en azote ammoniacal (TAN) :

$$TAN_{ex_i} = N_{ex_i} \times TAN$$

Avec : TAN : Proportion d'azote ammoniacal

Les émissions de NH₃ des animaux à la pâture sont estimées de la façon suivante

$$N-NH_3 \text{ P\acute{a}ture} = TAN_{ex_p\acute{a}ture} \times FE_{\text{P\acute{a}ture}}$$

Avec : TAN_{ex_p\acute{a}ture} = quantités d'azote ammoniacal excrété à la pâture ; FE_{p\acute{a}ture} = Facteur d'émission de NH₃ à la pâture/parcours (kg N-NH₃/kg TAN).

Les facteurs d'émissions utilisés prennent les valeurs par défaut proposées par EMEP 2013, à l'exception des volailles pour lesquelles il n'y a pas de valeur par défaut au parcours. Le FE « parcours » est donc tiré de MEDA B. et al. [482]. Faute de données concernant les lapines reproductrices, le FE des volailles leur est attribué.

Tableau 30 : Facteurs d'émission de N-NH₃ à la pâture

| | FE N-NH₃ Pâture (kg N-NH₃/TAN_{ex_pâture}) |
|------------------------|---|
| Vaches laitières | 0,10 |
| Autres bovins | 0,06 |
| Porcins et truies | 0,25 |
| Caprins | 0,09 |
| Ovins | 0,09 |
| Chevaux | 0,35 |
| Mules et ânes | 0,35 |
| Volailles | 0,009 |
| Lapines reproductrices | 0,009 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_NH₃_pâture

Les émissions de NH₃ à la pâture sont obtenues de la façon suivante :

$$NH_3 \text{ P\acute{a}ture} = N-NH_3 \text{ P\acute{a}ture} \times 17/14$$

Emissions de particules (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

Les calculs pour les émissions de PM₁₀ et de PM_{2,5} primaires sont basés sur l'équation d'EMEP/EEA 2013 [659] suivante :

$$E_{PM} = PMA_{\text{animal}} \times \%_{\text{b\acute{a}timent}} \times (\%_{\text{lisier}} \times EF_{\text{lisier}} + \%_{\text{fumier}} \times EF_{\text{fumier}})$$

Avec : E_{PM} = Emissions de PM₁₀ ou PM_{2,5} pour une catégorie animale donnée ; PMA_{animal} = Population Moyenne Annuelle pour une catégorie animale donnée ; %_{bâtiment} = Pourcentage du temps annuel en bâtiment ; %_{lisier} = Pourcentage des effluents gérés dans des systèmes lisier ; %_{fumier} = Pourcentage des effluents gérés dans des systèmes fumier ; EF_{lisier} = Facteur d'émission pour les systèmes lisier ; EF_{fumier} = Facteur d'émission pour les systèmes fumier.

En accord avec EMEP/EEA 2013 [659], les émissions au parcours et au pâturage sont jugées négligeables, seules les émissions au bâtiment sont donc comptabilisées.

Les facteurs d'émission retenus proviennent d'EMEP 2013 Tier 2 pour les bovins et porcins, EMEP 2013 Tier 1 pour les caprins, ovins, chevaux, mules et ânes, lapines reproductrices et pour la majorité des volailles, à l'exception :

- des poules pondeuses : un facteur d'émission moyen est recalculé à partir des valeurs proposées par EMEP 2013 Tier 2 pour les cages et les perchoirs. Les effectifs des enquêtes bâtiment 2008 ont permis d'affecter un facteur d'émission à chacun des quatre grands types

de production (cage, sol, plein air, bio) et de calculer ainsi des facteurs d'émission moyens pour les poules pondeuses ;

- des cailles : les modes d'élevage de ces animaux sont similaires à ceux des poulets de chair, mais une correction est apportée pour tenir compte des différences de densité rencontrées entre les bâtiments de ces deux espèces ;
- des pintades : les modes d'élevage sont similaires à ceux des dindes mais une correction est apportée pour tenir compte des différences de densité rencontrées entre les bâtiments de ces deux espèces.

Tableau 31 : Facteurs d'émission PM utilisés

| | | FE TSP | | FE PM ₁₀ | | FE PM _{2,5} | |
|-------------------------|--|--------|--------|---------------------|--------|----------------------|--------|
| | | Lisier | Fumier | Lisier | Fumier | Lisier | Fumier |
| Vaches laitières | | 1,81 | 0,94 | 0,83 | 0,43 | 0,54 | 0,28 |
| Autres bovins | | 0,69 | 0,52 | 0,32 | 0,24 | 0,21 | 0,16 |
| Porcins | Porcelets non sevrés (<8kg) | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| | Porcelets en post sevrage (8kg à 30kg) | 0,36 | 0,00 | 0,16 | 0,00 | 0,03 | 0,00 |
| | Verrats de 50 kg et plus | 1,36 | 1,77 | 0,61 | 0,80 | 0,11 | 0,14 |
| | Porcs à l'engrais (>30kg) | 0,70 | 0,83 | 0,31 | 0,37 | 0,06 | 0,07 |
| Truies de 50 kg et plus | | 1,36 | 1,77 | 0,61 | 0,80 | 0,11 | 0,14 |
| Caprins | | | 0,139 | | 0,056 | | 0,017 |
| Ovins | | | 0,139 | | 0,056 | | 0,017 |
| Chevaux | | | 0,48 | | 0,22 | | 0,14 |
| Mules et ânes | | | 0,34 | | 0,16 | | 0,10 |
| Volailles | Poules pondeuses d'œufs à couvrir | | 0,04 | | 0,04 | | 0,01 |
| | Poules pondeuses d'œufs de consommation | | 0,04 | | 0,04 | | 0,01 |
| | Poulettes | | 0,04 | | 0,04 | | 0,01 |
| | Poulets de chair (y compris coqs et coquelets) | | 0,069 | | 0,069 | | 0,01 |
| | Canards à gaver | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,02 | 0,02 |
| | Canards à rôtir | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,14 | 0,02 | 0,02 |
| | Dindes et dindons (au 1er octobre) | | 0,52 | | 0,52 | | 0,07 |
| | Oies au 1er octobre (à rôtir, à gaver) | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,24 | 0,03 | 0,03 |
| | Pintades | | 0,24 | | 0,24 | | 0,03 |
| | Cailles d'élevage | | 0,24 | | 0,24 | | 0,03 |
| Autres | Lapines reproductrices | 0,018 | 0,018 | 0,008 | 0,008 | 0,004 | 0,004 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/FE_PM

Métaux lourds (ML)

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

Polluants organiques persistants POP)

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

3B Gestion des déjections animales - Comparaison des résultats avec la méthode tier 2 du GIEC (pour annexe 3 du NIR)

Comparaison des SV

Afin d'éprouver les méthodes MONDFERENT I et II, et conformément aux recommandations des revues précédentes, une comparaison avec la méthode de niveau 2 du GIEC 2006 a été réalisée pour le paramètre VS pour les bovins, ovins et caprins.

L'équation proposée par le GIEC 2006 pour estimer les SV est la suivante :

$$SV = [EB \times (1 - DA\% / 100) + (EU \times EB)] \times [(1 - CENDRE) / 18,45]$$

Avec : EB = Consommation d'énergie brute (MJ/jour) ; DA% : Digestibilité de l'alimentation (%) ; EUxEB = énergie urinaire exprimée en tant que fraction de l'EB ; CENDRE = teneur en cendres du fumier.

Pour estimer le SV, les valeurs d'EB listées dans la section « 3A_Enterique Fermentation » ont été utilisées.

Le tableau ci-dessous récapitule par sous-catégorie les variations constatées entre les deux méthodes :

Tableau 32 : Comparaison des VS - MONDFERENT I et II / GIEC 2006

| | | VS MONDFERENT | | Estimation à partir du GIEC 2006 | | Variation MONDFERENT/GIEC 2006 constatée (%) | |
|------------------|---|---------------|------|----------------------------------|------|--|------|
| | | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 |
| Vaches laitières | | 3,5 | 4,2 | 5,3 | 6,4 | -35% | -34% |
| Autres bovins | Vaches nourrices | 2,8 | 2,8 | 3,0 | 3,0 | -6% | -6% |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 1,3 | 1,3 | 2,7 | 2,6 | -53% | -52% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 2,2 | 2,2 | 2,5 | 2,4 | -12% | -12% |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 2,6 | 2,6 | 2,1 | 2,1 | 22% | 23% |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 2,5 | 2,5 | 3,2 | 3,2 | -22% | -22% |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | 2,5 | 2,5 | 2,8 | 2,8 | -13% | -13% |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 1,9 | 1,9 | 3,0 | 2,9 | -36% | -36% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 1,8 | 1,8 | 2,5 | 2,5 | -27% | -27% |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 2,0 | 2,0 | 2,7 | 2,7 | -24% | -24% |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 2,3 | 2,3 | 3,1 | 3,1 | -27% | -27% |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 2,7 | 2,7 | 2,9 | 2,9 | -7% | -7% |
| | Veaux de boucherie | 1,2 | 1,2 | 1,5 | 1,5 | -23% | -23% |
| | Autres femelles de moins de 1 an | 0,9 | 0,9 | 1,9 | 1,9 | -54% | -54% |
| | Autres mâles de moins de 1 an | 1,5 | 1,5 | 1,9 | 1,9 | -25% | -25% |
| Caprins | Chevrettes | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 9% | 9% |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | 1,1 | 1,1 | 0,6 | 0,6 | 82% | 82% |
| | Autres caprins (y compris boucs) | 0,4 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 161% | 161% |
| Ovins | Agnelles | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,3 | 45% | 45% |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 0,6 | 0,6 | 0,3 | 0,3 | 95% | 95% |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | 1,0 | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 72% | 72% |
| | Autres ovins (y compris béliers) | 0,1 | 0,1 | 0,1 | 0,1 | -21% | -21% |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/VS_Comp

De manière générale, les valeurs développées dans le cadre des projets MONDFERENT I et II ont été privilégiées car jugées plus représentatives de la situation française que celles recalculées à partir de la méthode du GIEC 2006 qui représente plus une moyenne des pays développés.

Comparaison des Fex

Afin d'éprouver les méthodes MONDFERENT I et II, et conformément aux recommandations des revues précédentes, une comparaison avec la méthode de niveau 2 du GIEC 2006 a été réalisée pour le paramètre Fex pour les bovins, ovins et caprins.

L'équation proposée par le GIEC 2006 pour estimer les F_{ex} est la suivante (noté N_{ex} dans le GIEC):

$$N_{ex} = N_{consommation} \times (1 - N_{rétention})$$

Avec : $N_{consommation}$ = consommation annuelle de N par tête (kgN/animal/an) ; $N_{rétention}$ = fraction de consommation annuelle de N qui est retenue par l'animal.

Des valeurs $N_{rétention}$ par catégorie sont fournies par défaut par le GIEC 2006 (Tableau 10.20).

Le paramètre $N_{consommation}$ est quant à lui estimé à partir de l'équation proposée par le GIEC 2006 :

$$N_{consommation} = EB / 18,45 \times (PB\% / 100 / 6,25)$$

Avec : EB = consommation d'énergie brute par animal (kgN/animal/an) ; PB% = pourcentage de valeur protéique brute dans le régime alimentaire.

Pour mener la comparaison, les valeurs d'EB listées dans la section « 3A_Enteric Fermentation » ont été utilisées.

Le tableau ci-dessous récapitule par sous-catégorie les variations constatées entre les deux méthodes :

Tableau 33 : Comparaison des Fex - MONDFERENT I et II / GIEC 2006

| | | F _{ex} nationaux | | Estimation à partir du GIEC 2006 | | Variation national/GIEC 2006 constatée (%) | |
|------------------|---|---------------------------|-------|----------------------------------|-------|--|------|
| | | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 | 1990 | 2015 |
| Vaches laitières | | 101,6 | 113,7 | 119,2 | 142,1 | -15% | -20% |
| Autres bovins | Vaches nourrices | 107,3 | 107,1 | 68,9 | 68,9 | 56% | 56% |
| | Génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans | 69,7 | 69,2 | 69,0 | 68,9 | 1% | 0% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans | 67,0 | 66,8 | 56,4 | 56,3 | 19% | 19% |
| | Génisses de boucherie de plus de 2 ans | 44,2 | 43,6 | 48,9 | 48,7 | -10% | -11% |
| | Mâles de type laitier de plus de 2 ans | 79,1 | 78,5 | 82,5 | 82,3 | -4% | -5% |
| | Mâles de type viande de plus de 2 ans | 77,8 | 77,7 | 65,4 | 65,4 | 19% | 19% |
| | Génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans | 53,5 | 53,3 | 76,7 | 76,7 | -30% | -31% |
| | Génisses nourrices de renouvellement de 1 à 2 ans | 51,9 | 51,9 | 56,8 | 56,8 | -9% | -9% |
| | Génisses de boucherie de 1 à 2 ans | 43,1 | 42,9 | 61,8 | 61,8 | -30% | -31% |
| | Mâles de type laitier de 1 à 2 ans | 57,8 | 57,6 | 81,3 | 81,2 | -29% | -29% |
| | Mâles de type viande de 1 à 2 ans | 56,4 | 56,2 | 67,7 | 67,6 | -17% | -17% |
| | Veaux de boucherie | 12,6 | 12,4 | 57,5 | 57,6 | -78% | -78% |
| | Autres femelles de moins de 1 an | 26,5 | 26,8 | 46,4 | 46,4 | -43% | -42% |
| | Autres mâles de moins de 1 an | 26,6 | 25,8 | 47,6 | 47,7 | -44% | -46% |
| Caprins | Chevrettes | 14,1 | 14,1 | 11,4 | 11,4 | 24% | 24% |
| | Chèvres (femelles ayant mis bas) | 14,1 | 14,1 | 16,9 | 16,9 | -17% | -17% |
| | Autres caprins (y compris boucs) | 14,1 | 14,1 | 4,1 | 4,1 | 240% | 240% |
| Ovins | Agnelles | 12,3 | 12,3 | 9,2 | 9,2 | 33% | 33% |
| | Brebis mères allaitantes (y c. réforme) | 18,6 | 18,6 | 9,1 | 9,1 | 104% | 104% |
| | Brebis mères laitières (y c. réforme) | 18,6 | 18,6 | 15,7 | 15,7 | 19% | 19% |
| | Autres ovins (y compris béliers) | 8,4 | 8,4 | 4,4 | 4,4 | 94% | 94% |

Source CITEPA/ format OMINEA - février 2017

IPCC_Tier2_Elevage.xls/Fex_Comp

De manière générale, les valeurs développées dans le cadre des projets MONDFERENT I et II ont été privilégiées car jugées plus représentatives de la situation française que celles recalculées à partir de la méthode du GIEC 2006 qui représente plus une moyenne des pays développés.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 06/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

RIZIERES

Les conditions anaérobies liées à l'inondation partielle ou continue des rizières donnent lieu à des émissions de méthane importantes qui dépendent principalement de ces conditions d'inondation, et des apports organiques.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 3C |
| CEE-NU / NFR | Hors champ |
| CORINAIR / SNAP 97 | 10.01.01 à 10.01.06, 10.02.01 à 10.02.06, 10.06.01 |
| CITEPA / SNAPc | 10.01.01 à 10.01.06, 10.02.01 à 10.02.06, 10.06.01 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| | |
|----------------------|----------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces de rizières | Facteur d'émission du GIEC |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

[663] La culture du riz en Camargue <http://www.rizdecamargue.com/section/culture/une-r%C3%A9gion-un-m%C3%A9tier>

[805] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 5

Caractéristiques de la catégorie (uniquement pour le NIR) :

Les conditions anaérobies liées à l'inondation partielle ou continue des rizières donnent lieu à des émissions de méthane potentiellement importantes qui dépendent principalement de ces conditions d'inondation, et des apports organiques. Les surfaces de rizières demeurent très marginales en France, elles se cantonnent à la Camargue avec en moyenne annuelle sur la période 1990-2015 environ 20 000 ha mis en culture chaque année et à quelques milliers d'hectares en Guyane française.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ des rizières liées à l'usage d'amendements basiques et d'urée sont rapportées dans les sections 3G et 3H.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ provenant des rizières sont estimées en utilisant le facteur d'émission proposé par le GIEC [805], calculé à partir de l'équation 5.2 :

$$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r}$$

Avec : EF_i = Facteur d'émission journalier par ha ; EF_c = Facteur d'émission correspondant au niveau de référence, i.e. à une situation de culture inondée en continu, sans amendements organiques ; SF_w = Facteur de correction prenant en compte le système de gestion de l'eau pendant la période de culture ; SF_p = Facteur de correction prenant en compte le système de gestion de l'eau avant la culture ; SF_o = Facteur de correction prenant en compte le type et la quantité d'amendements organiques apportés ; SF_{s,r} = Facteur de correction prenant en compte le type de sol, le type de riz, etc.

Le facteur d'émission EF_c, est issu des lignes directrices [805] et vaut 1,3 kg CH₄/ha/jour.

Les différents facteurs de correction utilisés pour adapter le facteur d'émission de référence à la situation française sont les suivants :

- SF_w : prend la valeur par défaut proposée par le GIEC pour le régime « irrigué », soit 0,78 ;
- SF_p : prend la valeur par défaut agrégée proposée par le GIEC, soit 1,22 ;
- SF_{s,r} : égal à 1 faute de données disponibles.

Le facteur de correction SF_o, correspondant à la quantité d'amendements organiques apportés, est calculé selon l'équation du GIEC 2006 suivante :

$$SF_o = (1 + \sum_i Tx AO_i \times FCAO_i)^{0,59}$$

Avec : Tx AO_i = Taux d'application de l'amendement organique i, en poids sec pour la paille et en poids frais pour les autres, tonnes/ha ; FCAO_i = facteur de conversion de l'amendement organique i (par rapport à son impact relatif sur la paille appliquée peu de temps avant la culture), comme au tableau 5.14 du GIEC 2006.

On considère qu'en France, les seuls amendements organiques apportés sont les pailles de riz. Le taux d'application associé est estimé à partir des quantités de matières sèches des résidus de la riziculture non brûlés (cf. calcul en section 3D_Agricultural soils), moyennées sur la période 1990 à l'année en cours et rapportées à la superficie des rizières. Le taux moyen obtenu est de 0,12 tonnes de matière sèche par hectare. Le facteur de conversion appliqué est celui correspondant à la modalité « paille incorporée peu avant la culture » du GIEC 2006, égal à 1.

La période de culture est supposée s'étaler du 20 avril/mi mai (semis) jusqu'à mi septembre/mi-octobre (récolte) [663].

Le facteur d'émission obtenu est de 199 kg CH₄/ha/an. Ce facteur d'émission a été calculé pour la métropole et extrapolé à l'Outre Mer.

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O des rizières sont rapportées dans la section 3D sur les sols agricoles.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

SOLS AGRICOLES

Cette section concerne les émissions dues aux pratiques agricoles (épandage des fertilisants minéraux et organiques, travail du sol). Cette section n'inclut pas les activités de combustion de l'agriculture (installations fixes et engins spéciaux de l'agriculture) incluses dans la partie énergie.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 3D |
| CEE-NU / NFR | 3D |
| CORINAIR / SNAP 97 | 10.01.01 à 10.01.06, 10.02.01 à 10.02.06, 10.06.01 |
| CITEPA / SNAPc | 10.01.01 à 10.01.06, 10.02.01 à 10.02.06, 10.06.01 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.1A, 01.1C, 01.1D, 01.1F, 01.1G (ancienne) ; 0111 à 0116Z, 0119Zp, 0121Z à 0130Z, 0163Z, 0164Z, 0210Zp, 0230Zp, 1041Ap, 1102Ap et Bp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Populations animales, surfaces et productions agricoles, consommations d'engrais | Valeurs essentiellement par défaut sauf pour le N ₂ O (la répartition des modes de gestion des déjections qui rentre en compte dans le calcul des émissions de N ₂ O est issue de données nationales, ainsi que l'estimation des quantités de résidus de cultures laissés au champ). |

Niveau de méthode :

La méthode appliquée correspond au rang GIEC 1a pour les émissions directes de N₂O, au rang GIEC 1b pour les émissions indirectes. Plusieurs éléments peuvent néanmoins être assimilés à du rang 2 du fait d'une description fine des cheptels, des occurrences de gestion des déjections et de la méthode pour les quantités de résidus laissés au champ.

La méthode correspond à une méthodologie de rang 1 EMEP pour les estimations de NH₃ et de particules.

Références utilisées :

[32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)

[90] UNIFA - Les livraisons de fertilisants minéraux en France - Publication annuelle

[410] SSP - AGRESTE. Données téléchargeables sur :

<http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/page-d-accueil/article/donnees-en-ligne>.

[441] EMEP/CORINAIR - Guidebook 1996, Volume 2, page B 9103-2

- [484] IIASA, Klimont Z, Cofala J, Bertok I, Amann M, Heyes C, Gyarfas F. - Modelling particulate emissions in Europe, A framework to estimate reduction potential and control costs. Interim report IR-02-076. December 2002, table 3.74
- [485] MAAF / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2001, 2006 et 2011.
- [486] CITEPA - Méthodologie d'estimation des quantités de matière sèche et d'azote contenues dans les résidus de culture en France, 2013.
- [511] MEDDE/DEB - Base de Données sur les Eaux Résiduaires Urbaines, 05/03/2012
- [537] ADEME - Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, 2005
- [591] MEDDE - 2002. *Evaluation des quantités actuelles et futures de déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités*, 2002, p 51-52. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.biomasse-normandie.org/IMG/pdf/rapport.pdf>.
- [592] Voortgangsrapport mestbank reports - Disponible à l'adresse suivante : http://www.vlm.be/lijsten/publicaties/Pages/MB_Voortgangsrapporten.asp
- [662] Enquêtes TERUTI, 1992-2003, Service Statistique et Prospective du Ministère de l'Agriculture.
- [664] EMEP/EEA emission inventory guidebook, 2013, 3D Crop production and agricultural soils.
- [706] IFA - FAO - Estimation des émissions gazeuses de NH₃, NO et N₂O par les terres agricoles à l'échelle mondiale - édité en 2003
- [719] INRA, Unité Infosol, Base de données géographique des sols de France, 1999.
- [720] Cubizolle, H., Mouandza, M. M., & Muller, F. (2013). Mires and Histosols in French Guiana (South America): new data relating to location and area. *Mires and Peat*, 12(3), 1-10.
- [799] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11
- [800] Groot Koerkamp, 1993. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling.
- [806] RTE Guyane - Référentiel Technico-Economique agricole, 2002 et 2012
- [807] Fiches d'Itinéraires Technique - Chambre d'Agriculture de Martinique, 2014
- [808] Base de données Corine Land Cover, Agence Européenne pour l'Environnement
- [809] Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen
- [900] EMEP 2016, Chapitre 3D - Crop production and agricultural soils.
- [901] Composition des effluents porcins - Institut Technique du Porc, 2005
- [902] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 2

Plan de section :

Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées

Livraisons d'azote minéral

Déjections animales : épandage et pâture

Imports d'azote des pays frontaliers

Résidus de culture

Épandage des boues

Épandage des composts

Emissions de CO₂

Emissions de N₂O

Les émissions directes

Les émissions indirectes liées à la volatilisation

Les émissions indirectes liées au lessivage

Récapitulatif des sources d'azote et émissions de N₂O des sols

Emissions de CH₄

Emissions de gaz fluorés

Emissions de SO₂

Emissions de NO_x

Emissions de COVNM

Emissions de CO

Emissions de NH₃

Engrais synthétiques

Boues

Compost

Déjections importées épandues

Emissions de particules (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

Métaux lourds (ML)

Polluants organiques persistants (POP)

Estimation des quantités de matière sèche des résidus de culture

FracRENEW(i)

AGDM(i)

AGDM(i) x 1000 + CROP(i)

Productions

IR

AreaBURNT et FracREMOVE

Cf

NAG

RBG-BIO

NBG

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les émissions des sols agricoles sont liées aux quantités d'azote épandues. L'azote épandu peut être dispersé suivant différents modes et sous différentes formes. Une partie de l'azote est volatilisée sous des formes réactives (NH₃, NO_x, N₂O principalement) ou non (N₂). Le N₂O est produit dans les sols au cours des processus de nitrification et de dénitrification.

La méthodologie développée dans les lignes directrices du GIEC 2006 [799] permet d'estimer les émissions d'origine anthropiques, c'est-à-dire issues de l'augmentation des quantités nettes d'azote dans les sols gérés suite aux activités humaines (épandage d'engrais minéraux et organiques, excréments au pâturage, décomposition des résidus de culture, épandage des boues et des composts).

Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées

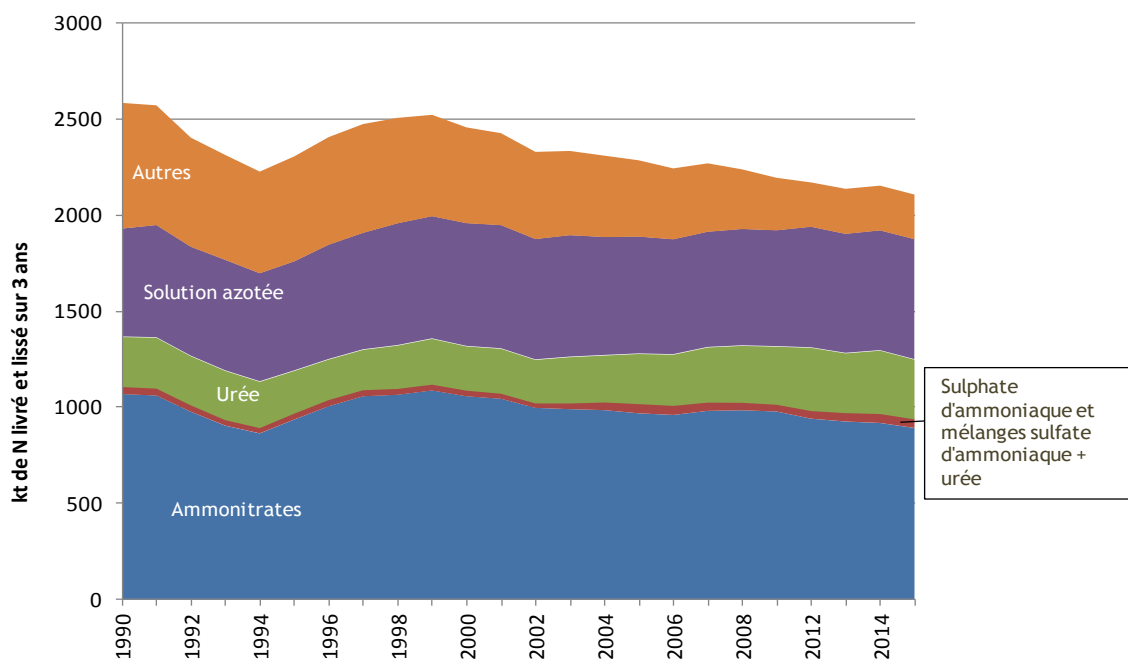
Les sols cultivés reçoivent des quantités d'azote provenant de différentes origines. Les intrants considérés peuvent être synthétiques (fertilisants minéraux), d'origine végétale (résidus de culture), d'origine organique (déjections animales), issus des boues des stations de traitements des eaux, ou de compost. Chaque source est décrite ci-dessous.

Livraisons d'azote minéral

L'azote contenu dans les fertilisants minéraux en Métropole est déterminé à partir des quantités livrées fournies par l'UNIFA [90], syndicat chargé officiellement de cette tâche par l'administration française. Afin de limiter les brusques variations liées aux fluctuations interannuelles du prix des denrées agricoles et de l'azote minéral, les données de livraison annuelles livrées par l'UNIFA sont lissées sur 3 années.

Depuis 2014, un nouveau type d'engrais est considéré pour le calcul des émissions de NH_3 : l'urée avec inhibiteur d'uréase. Les quantités étant, à l'heure actuelle, faibles en comparaison avec l'azote total livré, elles sont comptabilisées avec l'urée classique dans le graphique ci-dessous, mais la distinction est bien mise en œuvre dans les calculs.

Figure 7 : Quantités d'azote lissées issues des engrais minéraux épandues en Métropole



Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Fertilisants

[Pour le NIR ou l'IIR, graphique sur les quantités d'azote issues des engrais minéraux en France]

Pour les territoires d'Outre Mer inclus dans l'Union Européenne, des taux de fertilisation moyens par culture sont recalculés et appliqués aux surfaces correspondantes comme suit :

$$\text{Intrants} = \sum_i \text{Surface}_{-i} \times \text{Fertilisation}_{-i}$$

Avec : Intrants = tonnes d'azote totales apportées pour un territoire ; Surface_{-i} = Surface de la culture i en hectares ; Fertilisation_{-i} = taux moyen de fertilisation pour la culture i en tonnes d'azote par hectare.

Les données utilisées sont tirées des sources suivantes :

- Les surfaces par type de culture sont disponibles dans la base AGRESTE [410] à partir de l'année 2000, et, faute d'autres données disponibles, sont considérées constantes entre 1990 et 2000.
- Les taux de fertilisation moyens par culture sont recalculés à partir de divers sources : l'enquête pratiques culturales de 2011 [485] fournissant des données pour la Guadeloupe et la Réunion, les données des Référentiels Technico-Economique agricole de Guyane [806] ou encore les fiches techniques fournies par la Chambre d'Agriculture de Martinique [807]. Généralement, les données concernant une culture ont été étudiées pour un territoire seulement mais sont extrapolées aux autres territoires.

Faute d'autres données disponibles, les livraisons d'azote minéral dans les autres territoires d'Outre Mer (hors Union Européenne) par hectare de surface épanachable sont supposées similaires à celles des territoires d'Outre Mer inclus dans l'Union Européenne.

Déjections animales : épandage et pâture

L'azote contenu dans les déjections animales produites au bâtiment et épandues par la suite est calculé à partir de nombreuses sources. Le calcul détaillé de ces quantités d'azote est décrit en section « 3B_Manure management », et correspond à la somme des paramètres « N_{épan_tisier} » et « N_{épan_fumier} ».

L'azote contenu dans les déjections animales produites à la pâture est calculé à partir de nombreuses sources. Le calcul détaillé de ces quantités d'azote est décrit en section « 3B_Manure management », et correspond au paramètre « N_{ex_pâture} ».

Imports d'azote des pays frontaliers

Les quantités d'azote contenues dans les déjections importées provenant des pays frontaliers à la métropole (Belgique, Luxembourg, Pays-Bas, Italie et autres pays frontaliers) sont recalculées différemment selon les périodes :

- Pour l'année 1990 : une hypothèse de stabilité a été retenue entre 1990 et 1991.
- De 1991 à 2001 : un rapport du MEDDE de 2002 [591] fournit des données d'importations en provenance d'Italie, des Pays-Bas, de la Belgique-Luxembourg et « Autres », et d'exportations (totales vers tous pays) de déjections pour la période 1991-2001. Les données sont fournies sous la forme de graphique, en Mg/an. Le rapport du MEDDE [591] et le Voortgangsrapport mestbank [592] de 2003 indiquant que la majorité des déjections sont d'origine avicole, le ratio 1 Mg de déjection : 29,489 kg N - d'après [592]- a été utilisé pour convertir les données de masses de déjections en quantités d'azote importées.
- A partir de 2002 : des données d'importations d'azote provenant de Belgique sont disponibles annuellement dans les rapports Voortgangsrapport mestbank [592]. A ces données qui varient annuellement est additionné le solde calculé pour l'année 2001 des importations en provenance d'Italie, des Pays-Bas et « Autres » [591], moins les exportations françaises. Les parts de déjections porcines et de volailles importées sont déterminées à partir des rapports Voortgangsrapport mestbank [592].

Résidus de culture

Les quantités d'azote retournées au sol par les résidus de cultures sont calculées selon la méthodologie proposées par le GIEC 2006 [799], à partir des différentes données :

- les statistiques de production et de superficies publiées dans la base AGRESTE [410] ;
- les résultats des enquêtes pratiques culturales végétales issues du service du service statistique du Ministère de l'Agriculture [485] ;
- divers paramètres de calcul comme les indices de récolte ou encore les teneurs en matière sèches des grains. Ces paramètres sont soit fournis par des instituts techniques français, soit tirés du GIEC 2006.

La méthode de calcul des quantités d'azote issues des résidus est détaillée en annexe.

Épandage des boues

L'azote apporté par l'épandage des boues de traitement des eaux usées est estimé à partir des quantités de boues des stations d'épuration (en MS) épandues en France, tirées de la base de données nationale des eaux résiduaires urbaines [511], et de la quantité d'azote moyenne contenue dans les boues, estimée à environ 4,5% de N par tonne de matière sèche [441]. La méthodologie employée est décrite dans la section sur les déchets « 5D_Waster_water_treatment ».

Il est supposé qu'il n'y a pas de boues épandues en Outre-mer.

Epandage des composts

L'azote contenu dans les déchets compostés est calculé à partir des quantités de déchets traités par compostage (déchets verts, ordures ménagères, bio-déchets, boues etc.), disponibles dans les enquêtes bisannuelles de l'ADEME [32], et de la composition des composts en azote total, issue d'une publication de l'ADEME [537].

La méthodologie employée est décrite dans la section sur les déchets « 5B_Biological_treatments ».

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :**Emissions de CO₂**

Aucune émission de CO₂ n'est prise en compte pour ce secteur conformément aux méthodologies des lignes directrices du GIEC 2006 [799]. Toutefois, l'hydrolyse de l'urée dans les sols et la décarbonatation des amendements basiques conduisent à des émissions de CO₂ respectivement rapportées dans les catégories 3G et 3.H. En ce qui concerne le carbone contenu dans la matière organique des sols, l'intégralité de ces flux sont couverts dans le secteur sur l'utilisation des terres (UTCATF).

Emissions de N₂O

L'essentiel de la méthodologie et des facteurs d'émissions sont issus des lignes directrices du GIEC 2006 [799]. Sont distinguées :

- les émissions directes de N₂O suite à l'apport d'azote aux cultures ;
- les émissions indirectes de N₂O liées à la volatilisation de l'azote sous diverses formes réactives (NH₃ et NO_x principalement) et la déposition de ces dernières et de leurs produits sur les sols ou les eaux de surface ;
- les émissions indirectes de N₂O liées au lessivage et la lixiviation de l'azote, deux phénomènes à l'origine du transport de diverses formes azotées (organiques ou minérales) sujettes à des processus de nitrification/dénitrification entraînant des émissions de N₂O.

Les émissions directes

Les émissions directes de N₂O exprimées en kg de N-N₂O sont calculées selon l'équation 11.1 du GIEC 2006 :

$$N-N_2O_{\text{directes}} = N-N_2O_{N_{\text{entrées}}} + N-N_2O_{SO} + N-N_2O_{PPP}$$

Avec : N-N₂O_{N_{entrées}} = émissions de N-N₂O imputables aux entrées de N sur les sols (kg N-N₂O/an) ; N-N₂O_{SO} = émissions de N-N₂O imputables aux sols organiques gérés (kg N-N₂O/an) ; N-N₂O_{PPP} = émissions de N-N₂O imputables aux entrées d'urine et de fèces (kg N-N₂O/an).

Apports d'azote : Paramètre N-N₂O_{N_{entrées}}

Le paramètre N-N₂O_{N_{entrées}} concerne les émissions directes liées à l'apport d'engrais minéraux, à l'épandage des déjections animales, des boues et des composts. Il faut noter que l'équation du GIEC distingue spécifiquement les apports aux rizières. Or, cette distinction n'est pas connue à l'heure actuelle, tous les apports sont comptabilisés sans distinction de culture de destination.

$$N-N_2O_{N_{\text{entrées}}} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{RR} + F_{MOS}) \times FE_1$$

Avec : F_{SN} = quantité annuelle de N des engrais synthétiques appliquée aux sols (kgN/an) ; F_{ON} = quantité annuelle de fumier animal, compost, boues et autres ajouts organiques appliquée aux sols (kgN/an) ; F_{RR} = quantité annuelle de N retourné aux sols dans les résidus de récoltes (aériens et souterrains) (kgN/an) ; F_{MOS} = quantité annuelle de N minéralisé dans les sols minéraux associée aux pertes de C des sols de la matière organique des sols en raison de changements d'affectation des terres ou de gestion (kgN/an) ; FE₁ = facteur d'émission des émissions de N₂O dues aux entrées de N (kgN-N₂O/kgN).

Les paramètres F_{SN}, F_{ON} et F_{RR} ont été présentés plus haut, en section « **Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées** ». Le paramètre F_{ON} couvre à la fois les imports d'azote, l'épandage des déjections, des boues et des composts.

Le paramètre F_{MOS} est à l'heure actuelle négligé car les terres cultivées restant terres cultivées présentent un puits de carbone au niveau des sols. En revanche, pour les terres converties en terres cultivées, l'émission de N_2O liée à la minéralisation est comptabilisée dans le secteur UTCATF.

Le facteur d'émission utilisé est celui proposé par défaut par le GIEC 2006 : **0,01 kg N- N_2O /kg N**.

Sols organiques : Paramètre N- N_2O_{SO}

Le paramètre N- N_2O_{SO} concerne les émissions directes liées aux sols organiques gérés. En France, deux types de sols organiques sont considérés :

- les sols de cultures organiques tempérées et de prairies en Métropole,
- les sols de cultures organiques tropicales et de prairies en Guyane.

L'équation du GIEC 2006 est adaptée de la façon suivante :

$$N-N_2O_{SO} = F_{SO,CP,Temp} \times FE_{2CP,Temp} + F_{SO,CP,Trop} \times FE_{2CP,Trop}$$

Avec : $F_{SO,CP,Temp}$ = superficie annuelle des sols de cultures organiques tempérées et de prairies (ha) ; $FE_{2CP,Temp}$ = facteur d'émission pour les sols de cultures organiques tempérées et de prairies (kg N- N_2O /ha) ; $F_{SO,CP,Trop}$ = superficie annuelle des sols de cultures organiques tropicales et de prairies (ha) ; $FE_{2CP,Trop}$ = facteur d'émission pour les sols de cultures organiques tropicales et de prairies (kg N- N_2O /ha).

La cartographie des histosols est fournie, pour la France métropolitaine, par l'INRA [719] et pour la Guyane, par une étude spécifique [720]. Pour sélectionner uniquement les surfaces d'histosols cultivées, ces cartes ont été croisées sous SIG avec les couches issues de la base de données Corine Land Cover [808].

Les facteurs d'émission utilisés sont ceux proposés par défaut par le GIEC 2006, à savoir :

- pour les sols de cultures organiques tempérées et de prairies : **8 kg N- N_2O /ha**,
- pour les sols de cultures organiques tropicales et de prairies : **16 kg N- N_2O /ha**.

Pâturage : Paramètre N- N_2O_{PPP}

Le paramètre N- N_2O_{PPP} concerne les émissions directes liées aux entrées d'urine et fèces des pâturages. Ces émissions sont calculées toujours en utilisant l'équation 11.1 du GIEC 2006 :

$$N-N_2O_{PPP} = F_{PPP,BVS} \times FE_{3PPP,BVS} + F_{PPP,MA} \times FE_{3PPP,MA}$$

Avec : $F_{PPP,BVS}$ = quantité annuelle d'azote des urines et fèces déposée par les bovins, volailles, suidés, au pâturage (kg N/an) ; $FE_{3PPP,BVS}$ = facteur d'émission pour les bovins, volailles et suidés au pâturage (kg N- N_2O /kg N) ; $F_{PPP,MA}$ = quantité annuelle d'azote des urines et fèces déposée par les moutons et autres animaux au pâturage (kg N/an) ; $FE_{3PPP,MA}$ = facteur d'émission pour les moutons et autres animaux au pâturage (kg N- N_2O /kg N).

Les paramètres $F_{PPP,BVS}$ et $F_{PPP,MA}$ ont été présentés plus haut, en section « **Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées** ».

Les facteurs d'émission utilisés sont ceux proposés par défaut par le GIEC 2006, à savoir :

- pour les bovins, volailles et suidés : **0,02 kg N- N_2O / kg N**,
- pour les moutons et autres animaux : **0,01 kg N- N_2O / kg N**.

Emissions de N_2O directes totales

Les émissions de N- N_2O directes sont converties ensuite en N_2O de la façon suivante :

$$N_2O_{directes} = N-N_2O_{directes} \times 44/28$$

Les émissions indirectes liées à la volatilisation

Les émissions indirectes liées à la volatilisation sont calculées selon l'équation 11.9 des lignes directrices du GIEC 2006 [799] :

$$N-N_2O_{DAT} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PPP} + F_{RR} + F_{MOS} (F_{SN} \times \text{Frac}_{GAZE}) + ((F_{ON} + F_{PPP}) \times \text{Frac}_{GAZM})) \times FE_4$$

Avec : $Frac_{GAZE}$ = fraction de N d'engrais synthétique volatilisé sous forme de NH_3 et de NO_x (kg N volatilisé/kg N appliqué) ; $Frac_{GAZM}$ = fraction de N organique (engrais et pâture) volatilisé sous forme de NH_3 et de NO_x (kg N volatilisé/kg N appliqué) ; FE_4 = facteur d'émission de N_2O dues au dépôt atmosphérique de N sur les sols et les surfaces aquatiques (kg $N-N_2O$ /kg $N-NH_3 + N-NO_x$ volatilisé).

Plutôt que d'utiliser les fractions par défaut proposées par le GIEC, les émissions de NH_3 et de NO_x relatives à l'application d'engrais minéraux, de déjections animales, de boues, de compost et celles liées aux animaux à la pâture, sont calculées conformément à la méthode EMEP/EAA 2013 [664] détaillée en sections « Emissions de NH_3 » et « Emissions de NO_x » plus bas.

On a alors :

$$\begin{aligned} Frac_{GAZE} &= (N-NH_{3-SN} + N-NO_{x-EM}) / F_{SN} \\ Frac_{GAZdéjections} &= (N-NH_{3-déjections} + N-NO_{x-déjections}) / F_{déjections} \\ Frac_{GAZboues} &= (N-NH_{3-boues} + N-NO_{x-boues}) / F_{boues} \\ Frac_{GAZcompost} &= (N-NH_{3-compost} + N-NO_{x-compost}) / F_{compost} \\ Frac_{GAZpâture} &= (N-NH_{3-pâture} + N-NO_{x-pâture}) / F_{pâture} \end{aligned}$$

A noter : les émissions de NH_3 des animaux à la pâture et celles liées aux déjections produites épandues sont comptabilisés en poste 3B. En revanche, les émissions liées aux déjections importées épandues sont bien comptabilisées en poste 3D.

Ces fractions recalculées varient dans le temps. A titre indicatif, les valeurs moyennes sur la période 1990-2015 sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 34 : Principales fractions utilisées dans le calcul des émissions de N_2O des sols

| Fraction | Description | Valeur moyenne (1990-2015) |
|------------------------|---|----------------------------|
| $Frac_{GAZE}$ | Fraction de l'azote minéral épandu qui se volatilise sous forme de NH_3 et de NO_x | 7,5% |
| $Frac_{GAZdéjections}$ | Fraction de l'azote des déjections animales épandues, produites et importées, qui se volatilise sous forme de NH_3 et de NO_x | 2,4% |
| $Frac_{GAZboues}$ | Fraction de l'azote des boues épandues qui se volatilise sous forme de NH_3 et de NO_x | 5,4% |
| $Frac_{GAZcompost}$ | Fraction de l'azote des composts épandus qui se volatilise sous forme de NH_3 et de NO_x | 7,0% |
| $Frac_{GAZpâture}$ | Fraction de l'azote des déjections des animaux à la pâture qui se volatilise sous forme de NH_3 et de NO_x | 4,9% |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Frac_volat

Le facteur d'émission de N_2O dues au dépôt atmosphérique de N sur les sols et les surfaces aquatiques utilisé est celui proposé par défaut par le GIEC 2006 : **0,01 kg $N-N_2O$ /kg N volatilisé**

Les émissions de $N-N_2O$ indirectes liées au dépôt atmosphérique sont converties ensuite en N_2O de la façon suivante :

$$N_2O_{DAT} = N-N_2O_{DAT} \times 44/28$$

Les émissions indirectes liées au lessivage

Les émissions indirectes liées à la lixiviation/écoulements sont calculées selon l'équation 11.10 des lignes directrices du GIEC 2006 [799] :

$$N-N_2O_L = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PPP} + F_{RR} + F_{MOS}) \times Frac_{Lixi} \times FE_5$$

Avec : $Frac_{Lixi}$ = fraction de tout le N minéralisé/ajouté aux sols gérés dans les régions où existent la lixiviation et les écoulements ; FE_5 = facteur d'émission de N_2O dues à la lixiviation et aux écoulements ($kg\ N-N_2O/kg\ N$ lessivé et écoulé).

Pour rappel, le paramètre F_{MOS} est à l'heure actuelle négligé car les terres cultivées restant terres cultivées présentent un puits de carbone au niveau des sols. En revanche, pour les terres converties en terres cultivées, l'émission de N_2O liée à la minéralisation est comptabilisée dans le secteur UTCATF.

Le paramètre $Frac_{Lixi}$ prend la valeur par défaut proposée par le GIEC 2006, soit **0,3 kg $N_{lessivé}/kg\ N_{apporté}$** . C'est une hypothèse majorante car cette valeur ne devrait s'appliquer qu'aux régions où les capacités en rétention d'eau sont excédées. Or, dans l'inventaire national, il est considéré que tout le territoire est dans cette situation, faute de données disponibles relatives à cette question. Des recherches complémentaires devront être poursuivies pour ajuster l'application d'un tel facteur en France.

Le facteur d'émission de N_2O dues à la lixiviation et aux écoulements (FE_5) utilisé est celui proposé par défaut par le GIEC 2006 dans le tableau 11.3 : **0,0075 kg $N-N_2O/kg\ N_{lessivé}$** .

Les émissions de $N-N_2O$ indirectes liées dues à la lixiviation et aux écoulements sont converties ensuite en N_2O de la façon suivante :

$$N_2O_L = N-N_2O_L \times 44/28$$

Récapitulatif des sources d'azote et émissions de N_2O des sols

Le tableau ci-dessous récapitule les quantités d'azote apportées aux sols par source en Métropole, sur la période 1990-2015.

Tableau 35: Azote apportés aux sols cultivés par source en Métropole (tonnes d'azote)

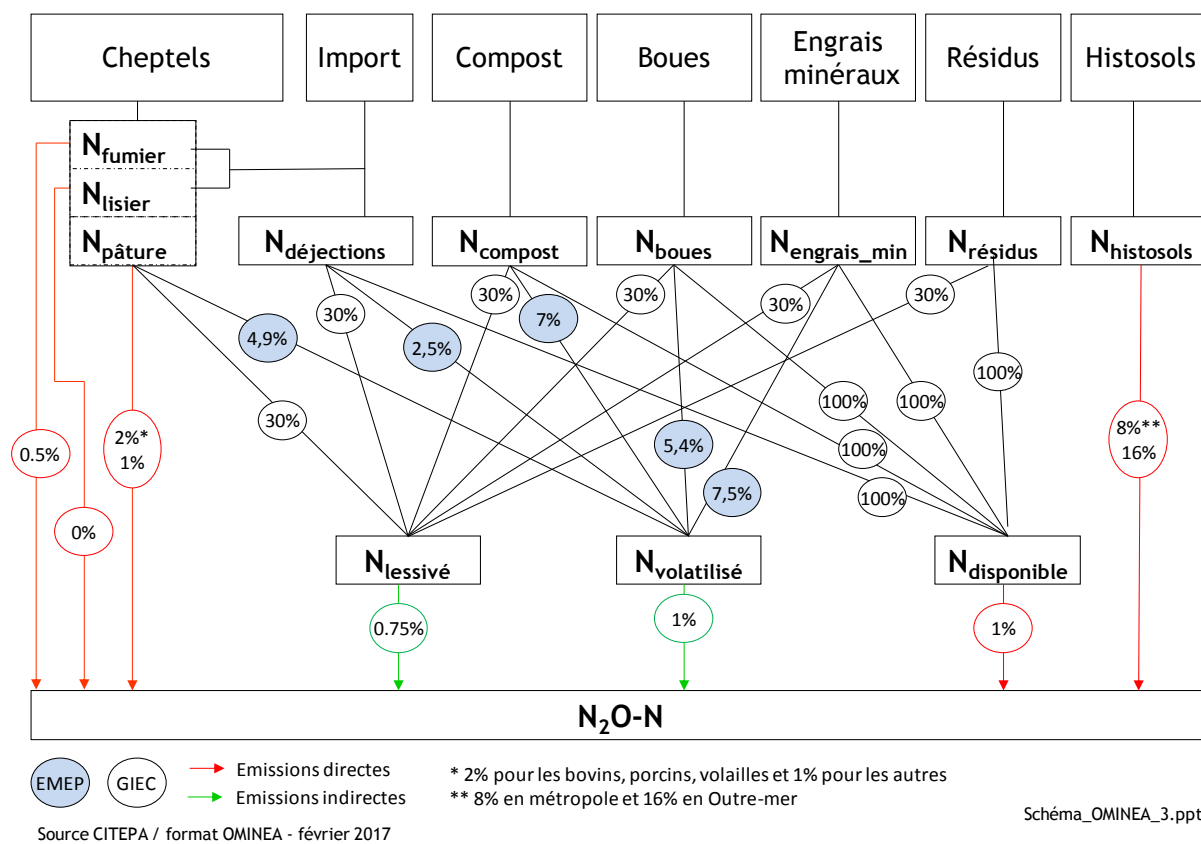
| | Engrais minéraux | Déjections (produites et importées) | Pâturage | Résidus | Boues | Compost |
|------|------------------|--|-----------|-----------|--------|---------|
| 1990 | 2 585 531 | 623 650 | 1 023 012 | 894 246 | 17 123 | 21 |
| 1991 | 2 573 824 | 616 473 | 1 012 160 | 972 623 | 18 040 | 21 |
| 1992 | 2 405 223 | 610 653 | 1 007 528 | 1 029 555 | 19 006 | 22 |
| 1993 | 2 314 802 | 609 745 | 1 001 311 | 984 959 | 20 024 | 22 |
| 1994 | 2 228 047 | 613 218 | 1 003 787 | 966 677 | 21 096 | 27 |
| 1995 | 2 307 222 | 617 493 | 1 010 300 | 933 933 | 22 225 | 32 |
| 1996 | 2 408 022 | 619 941 | 1 013 200 | 974 095 | 23 712 | 41 |
| 1997 | 2 476 219 | 617 211 | 1 005 084 | 1 025 894 | 25 198 | 49 |
| 1998 | 2 508 314 | 618 900 | 999 760 | 1 064 541 | 26 685 | 57 |
| 1999 | 2 524 137 | 617 995 | 1 001 298 | 1 082 529 | 25 012 | 79 |
| 2000 | 2 458 629 | 633 604 | 1 031 324 | 1 075 026 | 23 339 | 87 |
| 2001 | 2 428 461 | 629 556 | 1 037 998 | 1 017 577 | 21 666 | 98 |
| 2002 | 2 330 914 | 622 847 | 1 008 946 | 1 099 164 | 20 803 | 111 |
| 2003 | 2 335 706 | 610 924 | 980 062 | 878 205 | 19 941 | 124 |
| 2004 | 2 311 158 | 603 091 | 962 562 | 1 133 957 | 19 078 | 136 |
| 2005 | 2 286 918 | 599 967 | 952 951 | 1 040 694 | 19 533 | 147 |
| 2006 | 2 244 861 | 598 921 | 952 708 | 1 025 432 | 19 989 | 162 |
| 2007 | 2 271 168 | 605 454 | 957 036 | 1 107 172 | 20 444 | 169 |
| 2008 | 2 239 632 | 621 396 | 952 386 | 1 143 315 | 20 899 | 176 |
| 2009 | 2 195 635 | 611 966 | 947 539 | 1 115 583 | 21 355 | 190 |
| 2010 | 2 171 534 | 610 703 | 941 272 | 1 022 677 | 19 070 | 203 |
| 2011 | 2 138 282 | 607 887 | 918 212 | 1 010 731 | 19 940 | 222 |
| 2012 | 2 154 800 | 600 603 | 908 291 | 1 093 450 | 18 786 | 240 |
| 2013 | 2 108 297 | 600 919 | 912 497 | 1 063 471 | 16 586 | 256 |
| 2014 | 2 176 410 | 608 099 | 920 030 | 1 187 230 | 18 959 | 272 |
| 2015 | 2 208 997 | 609 285 | 924 571 | 1 071 308 | 18 959 | 287 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/N_sources

La figure ci-dessous illustre la méthodologie globale mise en place pour estimer les émissions de N_2O des sols agricoles.

Figure 8 : Schéma de la méthodologie d'estimation des émissions pour le N_2O des sols



[Pour le NIR, tableaux sur les quantités d'azote apportées par source en France]

Emissions de CH_4

Aucune émission de CH₄ n'est prise en compte pour ce secteur conformément aux méthodologies des lignes directrices du GIEC, les émissions de CH₄ des rizières sont traitées dans la section 3C.

Emissions de gaz fluorés

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Emissions de NOx

Des émissions de NO sont estimées au niveau des sols agricoles. Elles sont associées à la présence d'azote réactif du fait de la fertilisation et de la présence des animaux mais sont actuellement rapportées hors total dans les inventaires d'émissions. Ces émissions sont par ailleurs utilisées pour le calcul des émissions indirectes de N₂O.

Les émissions de NOx sont déterminées de la façon suivante :

$$N-NO = \sum_i (F_{SN_i} \times FE_i) + (F_{ON} + F_{PPP}) \times FE_{org}$$

Avec : F_{SN_i} = quantité annuelle de N d'engrais synthétique i appliquée aux sols (kgN/an) ; FE_i = facteur d'émission de NO associé à l'engrais i (kg N-NO/kg N) ; F_{ON} : quantité annuelle de fumier animal, compost, boues et autres ajouts organiques appliquée aux sols (kgN/an) ; FE_{org} = facteur d'émission de NO associé aux apports organiques (kg N-NO/kg N).

Les paramètres F_{ON} et F_{PPP} sont décrits dans la section « Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées ». Le paramètre F_{ON} couvre à la fois les imports d'azote, l'épandage des déjections (produites et importées), des boues et des composts.

Le paramètre F_{SN_i} désigne les quantités d'azote apportées par type d'engrais synthétique. Les livraisons UNIFA [90] permettent de distinguer différentes catégories d'engrais : ammonitrates, sulfate d'ammoniaque, cyanamide calcique et nitrate de chaux, urée, solutions azotées, ammoniac anhydre, divers avec magnésium, autres.

Les facteurs d'émissions utilisés proviennent d'une publication de l'IFA-FAO [706], qui distingue des facteurs spécifiques, exprimé en % N épandu volatilisé en N-NO :

- pour les ammonitrates et l'ammoniac anhydre : 0,5% du N épandu ;
- pour les autres engrais synthétiques : 0,6% du N épandu ;
- pour les apports organiques : 0,4% du N épandu

Les émissions sont converties en équivalent NO₂ de la façon suivante :

$$NO_2 = N-NO \times 46/14$$

Emissions de COVNM

Aucune émission des sols n'est estimée. Les émissions de COVNM issues de la végétation sont traitées dans la section mémo NFR 6B.

Emissions de CO

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Emissions de NH₃

L'agriculture prise dans son ensemble est la principale source d'émission d'ammoniac en France, l'épandage des fertilisants minéraux contribuant à environ un tiers des émissions nationales.

Les émissions de NH₃ sont calculées de la façon suivante :

$$NH_3 = \sum_i (F_{SN_i} \times FE_i) + F_{boues} \times FE_{boues} + F_{compost} \times FE_{compost} + F_{import_déjections} \times FE_{déjections}$$

Avec: $F_{SN,i}$ = quantité annuelle de N d'engrais synthétique i appliquée aux sols (kgN/an) ; FE_i = facteur d'émission de NH_3 associé à l'engrais i (kg NH_3 /kg N) ; F_{boues} = quantité annuelle de N des boues appliquée aux sols (kgN/an) ; FE_{boues} = facteur d'émission de NH_3 associé aux boues (kg NH_3 /kg N) ; $F_{compost}$ = quantité annuelle de N des composts appliquée aux sols (kgN/an) ; $FE_{compost}$ = facteur d'émission de NH_3 associé au compost (kg NH_3 /kg N) ; $F_{import_déjections}$ = quantité annuelle de N des déjections importées appliquée aux sols (kgN/an) ; $FE_{déjections}$ = facteur d'émission de NH_3 associé aux déjections (kg NH_3 /kg N).

Les émissions de NH_3 des animaux à la pâture et celles liées aux déjections produites épandues sont comptabilisés en poste 3B. En revanche, les émissions liées aux déjections importées épandues sont bien comptabilisées en poste 3D.

Nous allons détailler ci-dessous les différents termes de l'équation pour le cas de la Métropole.

Dans le cas de l'Outre-mer, à l'heure actuelle, le facteur d'émission global induit, hors boues (car l'hypothèse est faite qu'il n'y a pas de boues épandues en Outre-Mer) exprimé par rapport à la surface des sols cultivés pour la Métropole est utilisé.

Engrais synthétiques

Les quantités d'azote apportées fournies par l'UNIFA [90] distinguent différentes catégories d'engrais : ammonitrates, sulphate d'ammoniaque, cyanamide calcique et nitrate de chaux, urée, solutions azotées, ammoniac anhydre, divers avec magnésium, autres.

[Le guide méthodologique EMEP / EEA 2013 \[664\] propose des facteurs d'émission par défaut pour chacun des types de fertilisants minéraux, facteurs utilisés dans l'inventaire national et répertoriés dans le tableau ci-dessous. Tableau 36 : Facteurs d'émission de \$NH_3\$ pour les engrais minéraux](#)

| Type de fertilisant | kg NH_3 / kg de N épandu |
|--|----------------------------|
| Ammoniaque anhydre | 0,011 |
| Nitrate d'ammonium (<i>Ammonitrates</i>) | 0,037 |
| Nitrate d'ammonium et de calcium (<i>Cyanamide calcique + nitrate de chaux</i>) | 0,009 |
| Sulfate d'ammonium | 0,195 |
| Solutions | 0,125 |
| Urée | 0,243 |
| Autres | 0,037 |

Depuis 2014, un nouveau type d'engrais est considéré pour le calcul des émissions de NH_3 : l'urée avec inhibiteur d'uréase. Pour ces quantités d'engrais, le facteur d'émission par défaut EMEP est adapté avec le facteur de réduction proposé par la guidance UNECE [809], qui indique une réduction de 70% des émissions d'ammoniac.

Par ailleurs, les enquêtes pratiques culturales 2011 menées par le MAAF [485] ont permis d'estimer les quantités d'urée enfouies directement. Pour ces quantités enfouies, le facteur d'émission par défaut EMEP est adapté avec le facteur de réduction proposé par la guidance UNECE [809], qui indique une réduction de 65% des émissions d'ammoniac.

Boues

Une faible part (5%) de l'azote des boues épandues est volatilisée sous forme de NH_3 , d'après EMEP 2006. Le facteur d'émission est constant et vaut 2732 g/Mg de boues épandues.

Compost

Pour les composts, le facteur d'émission utilisé est celui proposé par défaut par EMEP 2016 [900], pour les « other organic wastes ». Ce facteur d'émission est égal à 0,008 kg NH_3 /kg N.

Déjections importées épandues

Le calcul des quantités d'azote importées épandues est présenté dans la section « **Données d'activité - Origines et quantités d'azote apportées** », et la répartition des déjections entre porcins et volailles est connue.

Les facteurs d'émission proposés par EMEP 2013 sont exprimés à partir de l'azote ammoniacal (TAN). Faute de données précises sur ces déjections, leurs teneurs en TAN ont été recalculées à partir de données françaises. Pour les déjections d'origines porcines, un document de l'Institut du Porcs a été utilisé [901]. Pour les volailles, des recalculs et hypothèses ont été faits à partir de données bibliographiques [800] et d'informations fournies par l'Institut Technique Aviculture (ITAVI).

Emissions de particules (TSP, PM₁₀, PM_{2,5})

Les facteurs d'émissions de niveau 1 des particules primaires sont fournis dans les lignes directrices EMEP/EEA 2013 [664, table 3-1 p 11]. EMEP/EEA 2013 ne fournissant pas de facteur pour les TSP, ce dernier est calculé grâce à la granulométrie utilisée dans GAINS pour les sols agricoles [484], table 3.74 page 81]. Ces facteurs d'émission sont appliqués à l'ensemble des terres arables.

Tableau 37 : facteurs d'émission de particules pour les sols agricoles

| | TSP | PM ₁₀ | PM _{2,5} |
|-----------------------------|--------|------------------|-------------------|
| Facteur d'émission en kg/ha | 28,364 | 1,56 | 0,06 |

Métaux lourds (ML)

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Polluants organiques persistants (POP)

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Cas des résidus de culture (Annexe du NIR)

Estimation des quantités de matière sèche des résidus de culture

Les quantités de matière sèche des résidus par culture sont nécessaires pour l'estimation de 2 sources d'émissions distinctes :

- Emissions de N₂O liées à la décomposition des résidus de culture, après conversion de la matière sèche en azote,
- Emissions liées au brûlage des résidus de culture.

Les quantités de matière sèche et d'azote des résidus de cultures aériens et racinaires sont estimées à partir de l'équation du GIEC 2006 [799] équation 11.7.A :

$$FCR = \sum_i \left(\text{Frac}_{\text{RENEW}(i)} \times ((\text{Area}_{(i)} - \text{Area}_{\text{BURNT}(i)} \times CF) \times \text{AG}_{\text{DM}(i)} \times 1000 \times \text{N}_{\text{AG}(i)} \times (1 - \text{Frac}_{\text{REMOVE}(i)}) + \text{Area}_{(i)} \times (\text{AG}_{\text{DM}(i)} \times 1000 + \text{CROP}_{(i)}) \times \text{R}_{\text{BG-BIO}(i)} \times \text{N}_{\text{BG}(i)}) \right)$$

Avec :

- Frac_{RENEW(i)} : Fraction totale de la surface renouvelée annuellement
- AG_{DM(i)} : Résidus aériens (tMS/ha)
- CROP_(i) : Rendement de la culture i (kgMS/ha)
- Area_(i) : Surface de la culture i
- Area_{BURNT(i)} : Surface de la culture i brûlée
- Frac_{REMOVE(i)} : Part de des résidus aériens ôtés annuellement du champ (élevage ou construction) (kgN/kgMS)
- CF : Facteur de combustion
- N_{AG(i)} : Part d'azote dans les résidus aériens (kgN/kgMS)
- R_{BG-BIO(i)} : Ratio résidus de cultures racinaires / biomasse aérienne
- N_{BG(i)} : Part d'azote dans les résidus racinaires (kgN/kgMS)

La méthode développée ci-dessus s'applique aux cultures desquelles sont récoltées les parties aériennes.

Dans le cas des betteraves et des pommes de terre, on utilise une quantité de matière sèche et d'azote de résidus aériens par ha, récapitulées dans le tableau à la fin de cette section [486], pour estimer les quantités d'azote et de matière sèche de résidus aériens (premier membre de l'équation). Le second membre de l'équation, quantifiant les quantités d'azote des résidus racinaires, est conservé aussi pour ces cultures.

FracRENEW(i)

Le paramètre prend la valeur de 1 pour les cultures et 1/x avec x le nombre d'années pendant lesquelles les pâtures ne sont pas renouvelées :

- Dans le cas des prairies artificielles et temporaires, le paramètre prend pour valeur 1/3, car les prairies temporaires et artificielles sont censées être implantées pour moins de 6 ans ce qui donne en moyenne des prairies retournées tous les 3 ans, et qui est cohérent avec la fréquence d'implantation de culture de luzernes qui tous les 3 ou 4 ans en général,
- Dans le cas des prairies permanentes (naturelles semées depuis plus de 6 ans et surfaces toujours en herbe peu productive), le paramètre prend la valeur de 1/8. Ce résultat est issu des enquêtes TERUTI [662] et correspond à la durée moyenne de « vie » des prairies permanentes en métropole sur la période 1992-2003.

AGDM(i)

Le paramètre « AG_{DM} » (tMS) est estimé à partir de l'indice de récolte IR (fraction des parties aériennes constituée par le grain : MS récoltée / MS biomasse aérienne), de la surface de cultures et des productions (tMS).

| | |
|------------------|--|
| AG _{DM} | = MS résidus aériens (tMS/ha) |
| | = (MS de biomasse aérienne (tMS/ha) - MS récoltée (tMS/ha)) |
| | = MS de biomasse aérienne (tMS/ha) * (1 - MS récoltée (tMS/ha) / MS de biomasse aérienne (tMS/ha)) |
| | = MS de biomasse aérienne (tMS/ha) * (1 - IR) |
| | = MS récoltée (tMS/ha) x (1 - IR) / IR |
| | = Productions / Area x (1 - IR) / IR |

AG_{DM(i)} x 1000 + CROP_(i)

De même, on estime « AG_{DM} x 1000 + CROP » à partir de l'indice de récolte IR, de la surface de cultures et des productions (avec AG_{DM} x 1000 en kg de MS et CROP en kg de MS).

| | |
|--------------------------------|---|
| AG _{DM} x 1000 + CROP | = MS résidus aériens (kgMS/ha) + MS récoltée (kgMS/ha) |
| (kgMS/ha) | = (MS de biomasse aérienne (kgMS/ha) - MS récoltée (kgMS/ha)) + MS récoltée |
| | = MS de biomasse aérienne (kgMS/ha) x (MS récoltée (kgMS/ha) / MS récoltée |
| (kgMS/ha)) | = MS récoltée (kgMS/ha) / IR |
| | = Productions / Area x 1 / IR |

Productions

Les données de productions sont issues de la SAA [410]. Il s'agit des tables SAA_2 (anciennes et nouvelles séries). Le tableau suivant représente l'évolution des productions pour 9 catégories de cultures, regroupant les 40 cultures étudiées dans l'inventaire, en kilo tonnes (kt).

Tableau 38 : Evolutions de productions en kt - Métropole

| | Céréales | Oléagineux | Protéagineux | Jachères industrielles et cultures énergétiques | Choux, racines et tubercules fourragers | Fourrages annuels | Prairies non permanentes et surfaces toujours en herbe | Betteraves industrielles et canne à sucre | Pommes de terre |
|------|----------|------------|--------------|--|--|----------------------|---|---|--------------------|
| 1990 | 55 057 | 6 534 | 3 693 | 0 | 4 375 | 14 726 | 57 792 | 31 675 | 4 723 |
| 1991 | 60 232 | 7 362 | 3 269 | 0 | 5 058 | 18 419 | 60 621 | 29 410 | 5 407 |
| 1992 | 60 448 | 5 939 | 3 322 | 0 | 5 064 | 20 396 | 74 921 | 31 534 | 6 568 |
| 1993 | 55 391 | 5 070 | 3 793 | 0 | 4 619 | 18 925 | 74 824 | 31 620 | 5 731 |
| 1994 | 53 159 | 6 113 | 3 457 | 0 | 4 224 | 18 610 | 72 862 | 28 898 | 5 377 |
| 1995 | 53 268 | 7 711 | 2 826 | 622 | 3 562 | 18 168 | 63 552 | 30 342 | 5 752 |
| 1996 | 62 238 | 8 046 | 2 652 | 711 | 3 266 | 17 233 | 58 831 | 30 921 | 6 104 |
| 1997 | 63 012 | 9 208 | 3 206 | 580 | 3 264 | 20 423 | 62 051 | 34 005 | 6 513 |
| 1998 | 67 922 | 9 433 | 3 421 | 518 | 2 993 | 18 652 | 67 183 | 30 790 | 5 908 |
| 1999 | 64 239 | 11 015 | 2 797 | 1 061 | 2 807 | 19 175 | 73 164 | 32 474 | 6 534 |
| 2000 | 65 646 | 9 021 | 2 071 | 895 | 2 610 | 19 138 | 75 964 | 31 121 | 6 462 |
| 2001 | 60 130 | 7 665 | 1 844 | 791 | 2 233 | 20 111 | 68 671 | 26 839 | 6 033 |
| 2002 | 69 402 | 8 357 | 2 000 | 915 | 2 017 | 19 570 | 69 008 | 33 452 | 6 834 |
| 2003 | 54 855 | 8 404 | 1 907 | 952 | 1 490 | 17 867 | 45 987 | 29 310 | 6 302 |
| 2004 | 70 325 | 9 612 | 2 060 | 1 117 | 1 386 | 19 097 | 71 399 | 30 763 | 7 185 |
| 2005 | 64 088 | 10 733 | 1 712 | 1 965 | 1 132 | 17 142 | 58 429 | 31 118 | 6 517 |
| 2006 | 61 649 | 9 893 | 1 311 | 3 544 | 1 025 | 16 810 | 63 580 | 29 845 | 6 280 |
| 2007 | 59 190 | 10 811 | 842 | 5 643 | 886 | 18 092 | 80 541 | 33 197 | 7 100 |
| 2008 | 70 123 | 11 107 | 762 | 4 941 | 829 | 18 402 | 76 130 | 30 294 | 6 713 |
| 2009 | 70 098 | 13 025 | 981 | 6 673 | 753 | 19 193 | 64 615 | 35 126 | 7 027 |
| 2010 | 65 500 | 11 446 | 1 568 | 4 820 | 706 | 17 223 | 59 781 | 31 875 | 6 620 |
| 2011 | 63 822 | 12 788 | 1 016 | 5 289 | 443 | 19 899 | 53 908 | 37 945 | 7 437 |
| 2012 | 68 195 | 12 644 | 832 | 5 564 | 402 | 18 829 | 69 889 | 33 077 | 6 373 |
| 2013 | 67 341 | 10 458 | 741 | 6 410 | 419 | 19 202 | 68 182 | 33 631 | 6 955 |
| 2014 | 72 429 | 12 902 | 822 | 7 256 | 375 | 21 166 | 76 034 | 37 845 | 8 083 |
| 2015 | 72 632 | 12 198 | 930 | 7 256 | 312 | 18 030 | 59 119 | 33 503 | 7 112 |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph_OMINEA_3.xls/Cultures_Productions

Les statistiques nationales [410] fournissent des productions de grains normalisées, c'est à dire ramenées aux teneurs en humidité commerciales. Ces productions annuelles en kt sont converties en ktMS grâce au facteur $\text{FRAC}_{\text{MH_grain}}$ (taux d'humidité du grain). Les normes commerciales considérées sont de 15 % M.H. pour le maïs, le blé tendre et l'orge, 14,5 % M.H. pour le sorgho, 14 % M.H. pour le blé dur, le pois et le soja, 9% M.H. pour le tournesol et le colza.

IR

Les indice de Récolte (IR) sont fournis par divers organismes techniques ou de recherche nationaux, à partir de nombreuses mesures réalisées *in-situ*. Lorsque plusieurs données de teneur matière sèche des résidus étaient disponibles pour une même culture et produites par plusieurs organismes, la référence la plus pertinente été retenue (la pertinence a été évaluée en fonction de nombreux paramètres dont le nombre de mesures et a été validée par le groupe de travail sur les inventaires réunissant l'ensemble des experts nationaux issus des différents Instituts Techniques Agricoles). Ces résultats ont été compilés par le CITEPA et publiés dans un document de synthèse [486].

Area_{BURNT} et Frac_{REMOVE}

Les paramètres Area_{BURNT} et Frac_{REMOVE} sont estimés à partir des données de devenir des résidus de cultures des enquêtes sur les pratiques culturales [485]. Ces enquêtes fournissent des informations par culture sur les surfaces sur lesquels les résidus de cultures sont brûlés et pour lesquelles les résidus de cultures sont exportés.

$$(\text{Area} - \text{Area}_{\text{BURNT}} \times \text{CF}) \times (1 - \text{Frac}_{\text{REMOVE}}) = \text{Area} \times (1 - \text{Frac}_{\text{BURNT}} \times \text{CF}) \times (1 - \text{Frac}_{\text{REMOVE}})$$

Avec :

Frac_{BURNT} : part des surfaces pour lesquelles les résidus ont été brûlés,

Si l'on développe l'équation, on obtient :

$$= \text{Area} \times (1 - \text{Frac}_{\text{BURNT}} \times \text{CF} - \text{Frac}_{\text{REMOVE}} + \text{Frac}_{\text{REMOVE}} \times \text{Frac}_{\text{BURNT}} \times \text{CF})$$

On estime ensuite Frac_{REMOVE} en l'approximant par Frac_{REMOVE_surf}, part des surfaces sur lesquelles les résidus sont ôtés annuellement issues de [485].

Cf

Les facteurs de combustion Cf proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [902], chapitre 2, table 2.6.

N_{AG}

Le pourcentage d'azote dans la biomasse sèche des résidus aériens (N_{AG}) est estimé à partir de teneurs en azote des résidus fournies par divers organismes techniques ou de recherche nationaux, à partir de nombreuses mesures réalisées *in-situ*. Lorsque plusieurs données de teneur en azote des résidus étaient disponibles pour une même culture et produites par plusieurs organismes, la référence la plus pertinente été retenue (la pertinence a été évaluée en fonction de nombreux paramètres dont le nombre de mesures et a été validée par le groupe de travail sur les inventaires réunissant l'ensemble des experts nationaux issus des différents Instituts Techniques Agricoles). Ces résultats ont été compilés par le CITEPA et publiés dans un document de synthèse [486].

R_{BG-BIO}

Les valeurs prises correspondent aux valeurs par défaut des lignes directrices 2006 [799].

N_{BG}

Le pourcentage d'azote dans la biomasse sèche des résidus racinaires (N_{BG}) correspond aux valeurs par défaut des lignes directrices 2006 [799]

Les différents paramètres retenus pour les résidus de culture sont synthétisés dans le tableau suivant. Les données étant spécifiques à 40 cultures différentes, ce tableau fournit des fourchettes par famille de cultures.

Tableau 39 : Synthèse des paramètres retenus pour les résidus de culture

| | Céréales (hors riz) | Riz | Oléagineux | Soja (*) | Protéagineux (*) | Maïs ensilage | Tubercules, racines | Cultures fourragères | Prairies artificielles et temporaires | Prairies permanentes |
|--|------------------------|-----------------|---------------|--------------|------------------|------------------|------------------------|--|---|-------------------------|
| FracRENEW | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0,33333333 | 0,125 |
| FRAC _{MH_grain} : teneur en humidité du grain (normes commerciales) | 14% - 15% | 15,00% | 9,00% | 14% | 14% | NA | 75,0% - 80,0% | 0%-78% | 0% | 0% |
| IR (MS récoltée /MS biomasse aérienne) | 41,7% - 53,0% | 41,67% | 13,9% - 41,2% | 32% | 53,0% - 58,0% | 90,00% | 73,0% - 80,0% | Aboveground residues =0,1*RTMS+1,06 [799] | Aboveground residues =0,3*RTMS+0 [799] | |
| NAG | 0,46% - 1,19% | 0,79% | 0,70% - 1,30% | 2,69% | 1,35% | 0,60% | 1,45%-2,1% | 1,5%-1,9% [799] | 2,5% [799] | 2,5% [799] |
| MS (t/ha) | NA | NA | NA | NA | NA | NA | 2,75-6,7 | NA | NA | NA |
| C _r : combustion factor | 80% - 90% | 80,00% | 80,00% | 80,00% | 80,00% | 80,00% | NA | 80% - 90% | 90,00% | 90,00% |
| % résidus exportés | 1990 | 1,4% - 93% | 0,00% | 0,0% - 3,6% | 0,00% | 0,0% - 15,3% | NA | NA | NA | NA |
| | 2000 | 1,4% - 93% | 0,00% | 0,0% - 3,6% | 0,00% | 0,0% - 15,3% | NA | NA | NA | NA |
| | 2005 | 0,0% - 74,5% | 0,00% | 1,8% - 63,7% | 1,38% | 0,9% - 8,8% | NA | NA | NA | NA |
| | 2010... | 0,8%-82,9% | 0,00% | 1,4% - 63,7% | 1,38% | 24,30% | NA | NA | NA | NA |
| % résidus brûlés | 1990 | 0,0% - 0,55% | 100% | 0,2% - 59,8% | 0,00% | 0,0% - 0,3% | NA | NA | 0,00% | NA |
| | 2000 | 0,0% - 7,6% | 100% | 0,2% - 59,8% | 0,00% | 0,0% - 0,3% | NA | NA | 0,00% | NA |
| | 2005 | 0,0% - 1,1% | 96,51% | 0,1% - 5,3% | 0,00% | 0,0% - 0,4% | NA | NA | 0,00% | NA |
| | 2010... | 0,0% - 1,3% | 96,51% | 0% - 5,3% | 0,00% | 0% | NA | NA | 0-1,08% | NA |
| NBG [799] | 0,008- 0,014 | 0,009 | 0,009 | 0,008 | 0,008 | 0,007 | 0,014 | 0,007-0,014 | 0,016 | 0,012 |
| RBG BIO [799] | 0,22-0,28 | 0,16 | 0,22 | 0,19 | 0,19 | 0,22 | 0,2 | 0,2-0,54 | 0,8 | 0,8 |

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 01/03/2016 | EM | 02/03/2016 | JPC |

BRULAGE DES RESIDUS DE CULTURES

Cette section concerne les émissions liées au brûlage des résidus de culture. Le brûlage des résidus peut-être employé pour nettoyer une parcelle, faciliter la préparation du lit de semence, lutter contre les adventices ou contre la prolifération de certaines maladies des cultures.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 3F |
| CEE-NU / NFR | 3F |
| CORINAIR / SNAP 97 | 10.03.01 à 10.03.05 |
| CITEPA / SNAPc | 10.03.01 à 10.03.05 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.1A, 01.1C, 01.1D, 01.1F, 01.1G (ancienne) ; 0111 à 0116Z, 0119Zp, 0121Z à 0130Z, 0163Z, 0164Z, 0210Zp, 0230Zp, 1041Ap, 1102Ap et Bp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Biomasse sèche et azote des résidus brûlés | FE des guides GIEC 2006 et EMEP EEA 2013 |

Niveau de méthode :

La méthodologie utilisée correspond à une méthode GIEC de rang 2 du fait d'une estimation fine des quantités de résidus (biomasse et matière sèche).

La méthodologie utilisée correspond à une méthode EMEP de rang 2 du fait d'une estimation fine des quantités de résidus (biomasse et matière sèche) et de l'utilisation de facteurs d'émission spécifiques aux espèces cultivées.

Références utilisées :

- [656] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 10
- [665] EMEP / EEA emission inventory guidebook, 2013, 3F Field burning of agricultural residues
- [707] MAAPRAT / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2006 (viticulture)
- [708] AMADEPA - Le brûlage de la canne à sucre en Martinique : évolution, motivations, impacts. De la nécessité d'un engagement collectif, 2007
- [709] CIRAD - LA canne à sucre et l'environnement à la Réunion, 2005

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le brûlage de résidus de culture est une pratique interdite en France, sauf dans le cas de dérogations préfectorales pour des raisons agronomiques ou sanitaires. Certaines surfaces sont donc encore brûlées mais cette pratique demeure peu répandue. Les principales cultures brûlées sont le lin et le riz (pailles riches en silice qui usent le matériel et possèdent un potentiel de dégradation faible). Une part significative des émissions rapportée provient du brûlage des sarments de vigne dont l'activité est tolérée et des surfaces de canne à sucre en Outre-mer pour lesquelles le brûlage fait encore partie des pratiques agronomiques.

Méthode générale d'estimation des émissions de GES (NIR et IIR) :

Les émissions sont calculées à partir de l'estimation des superficies brûlées par culture, des quantités de résidus présentes après récolte pour ces cultures et des quantités de matière sèche contenue dans ces résidus. La description complète de la méthode d'estimation des résidus est présentée en annexe de la section 3D sur les sols agricoles. Pour les vignes, l'estimation des quantités de sarments brûlés est basée sur le taux de restitution des sarments à la parcelle qui est fournie dans les enquêtes pratiques culturelles du SSP [707]. Pour la canne à sucre, l'estimation des surfaces brûlées est basée sur des publications de l'AMADEPA [708] et du CIRAD [709].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Conformément aux règles de la Convention Climat, les émissions de CO₂ de la biomasse non ligneuse ne sont pas rapportées dans les inventaires nationaux car considérés inclus dans un cycle court du carbone.

Emissions de CH₄, N₂O

La méthodologie utilisée est celle des lignes directrices GIEC 2006 [656]. L'équation utilisée est l'équation 2.27, chapitre 2 [656], et peut être réécrite de la manière suivante :

| |
|--|
| $\text{Emissions} = \text{MS}_{\text{brûlée}} * \text{FE}$ |
|--|

Avec :

MS_{brûlée} : Matière sèche des résidus brûlés en kg,

FE : facteur d'émission (0,0027 kg CH₄ / kg MS brûlée et 0,00007 kg N₂O / kg MS brûlée, tableau 2.5 des lignes directrices du GIEC [656])

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances lors de la combustion.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO, NH₃, TSP, PM₁₀, PM_{2,5}

La méthodologie utilisée est celle proposée dans EMEP / EEA 2013 [665], elle correspond à un tier 2 pour les cultures de blé, de maïs, d'orge et de riz et à un tier 1 pour les autres cultures. Les facteurs d'émissions sont basés sur la quantité de matière sèche des résidus des cultures brûlées. Les facteurs d'émission utilisés sont détaillés dans les tableaux suivants :

Tableau 40 : Facteurs d'émissions pour les polluants possédant un tier 2

| Polluant | Unité | FE tier 2 blé | FE tier 2 maïs | FE tier 2 orge | FE tier 2 riz | FE tier 1 (autres cultures) |
|-----------------|---|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-----------------------------------|
| NO _x | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0023 | 0,0018 | 0,0027 | 0,0024 | 0,0024 |
| CO | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0667 | 0,0388 | 0,0987 | 0,0589 | 0,0589 |
| COVNM | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,005 | 0,0045 | 0,0117 | 0,0063 | 0,0063 |

| | | | | | | |
|-------------------|---|--------|--------|--------|--------|--------|
| SOx | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0005 | 0,0002 | 0,0001 | 0,0003 | 0,0003 |
| NH ₃ | kg.kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0024 | 0,0024 | 0,0024 | 0,0024 | 0,0024 |
| TSP | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0058 | 0,0063 | 0,0078 | 0,0058 | 0,0058 |
| PM ₁₀ | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0057 | 0,0062 | 0,0077 | 0,0058 | 0,0058 |
| PM _{2,5} | kg kg ⁻¹ matière sèche résidus | 0,0054 | 0,006 | 0,0074 | 0,0055 | 0,0055 |

Métaux lourds (ML)

La méthodologie utilisée pour les métaux lourds est la méthodologie Tier 1 proposée dans EMEP / EEA 2013 [665], qui fournit des facteurs d'émissions basés sur la quantité de matière sèche des résidus des cultures brûlées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

La méthodologie utilisée pour les dioxines est la méthodologie Tier 1 proposée dans EMEP / EEA 2013 [665], qui fournit des facteurs d'émission basés sur la quantité de matière sèche des résidus des cultures brûlées.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

La méthodologie utilisée pour les HAP est la méthodologie Tier 1 proposée dans EMEP / EEA 2013 [665]. En revanche les facteurs d'émission fournis par EMEP présentent une unité erronée (l'unité mg.kg⁻¹ a été comprise comme kg de fuel alors qu'il s'agit des kg de particules). Cette erreur a donc été corrigée pour calculer correctement les émissions sur la base des quantités de matière sèche des résidus des cultures brûlées.

Polychlorobiphényles (PCB)

Ces émissions ne sont pas estimées actuellement.

Hexachlorobenzène (HCB)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

EPANDAGE D'AMENDEMENTS BASIQUES

Cette section concerne les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'amendements basiques en agriculture.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 3G |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 100601 |
| CITEPA / SNAPc | 100601 / Chaulage |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.1A, 01.1C, 01.1D, 01.1F, 01.1G (ancienne) ; 0111 à 0116Z, 0119Zp, 0121Z à 0130Z, 0163Z, 0164Z, 0210Zp, 0230Zp, 1041Ap, 1102Ap et Bp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| | |
|---------------------------------------|--|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Quantité d'amendement basique épandue | Facteurs d'émission par défaut GIEC 2006 |

Niveau de méthode (GIEC) :

La méthode appliquée est de rang GIEC 1.

Références utilisées :

[332] ANPEA (Association nationale professionnelle pour les engrais et amendements) - Résultats enquête amendements basiques - <http://www.anpea.com/>

[799] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Le chaulage, c'est-à-dire l'apport au sol d'amendements basiques (roche calcaire broyée, chaux vive, scorie) est pratiqué depuis très longtemps en agriculture. Il permet de lutter contre l'acidification, phénomène qui diminue la fertilité du sol. Les apports sont de plusieurs types : calcaire broyé, dolomie, chaux vive chaux, magnésienne ou chaux éteinte. Les apports sous forme de calcaire et de dolomie entraînent des émissions de CO₂ lors de la décarbonatation des carbonates.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Les livraisons d'amendements basiques sont fournies par l'ANPEA (Association nationale professionnelle pour les engrais et amendements) [332]. Sont considérés les amendements crus (calcaire + dolomie + Maërl), les amendements mixtes, les amendements engrais, les écumes de sucreries et les autres amendements.

Suite à la revue CCNUCC de septembre 2012, la méthodologie de comptabilisation des émissions de CO₂ liées aux écumes de sucreries a été ajustée. Les écumes de sucreries constituent un co-produit lié au procédé de raffinage du sucre utilisé en tant qu'amendement basique en agriculture. Des

recherches sur ces produits ont montré que les écumes de sucreries contiennent une part importante d'eau qu'il est donc nécessaire de prendre en compte pour estimer la quantité réelle de carbonate de calcium contenue dans les écumes épandues. Après une recherche bibliographique, il a été considéré que les écumes de sucreries sont en moyenne composées de 24% de CaO ce qui correspond à 43% de CaCO₃ [535] (et non 100% comme cela était supposé antérieurement). Les émissions de CO₂ associées à l'épandage d'écumes de sucrerie ont donc été modifiées en conséquence. Il est également intéressant de noter que, suite à cette revue, des émissions de CO₂ ont été prises en compte au niveau des sites de production de sucre (auto-producteur de chaux). Ces émissions ne constituent pas un double-compte dans les inventaires, les émissions au niveau des sites de production et les émissions au niveau des terres agricoles constituant des émissions distinctes.

Les formats de rapportage exigent d'effectuer une séparation entre les amendements calcaires et dolomitiques. Cependant, certains amendements épandus en France sont mixtes : mélange de calcaire et de dolomie, ou mélange d'amendement cuits et crus.

Les quantités d'amendements sont réparties de la façon suivante :

Tableau 41 : Répartition des amendements carbonés

| | Calcaire | Dolomie |
|---|----------|---------|
| Amendement calcaire pulvérisé, broyé ou concassé | 100% | |
| Amendement calco-magnésien pulvérisé, broyé ou concassé | 50% | 50% |
| Maërl pulvérisé, broyé ou concassé | 100% | |
| Amendement calcique mixte | 50% | |
| Amendement magnésien mixte | | 50% |
| Amendements engrais | 25% | 25% |
| Carbonate de calcium issu de la production de pâte à papier | 100% | |
| Dolomie pulvérisée, broyée ou concassée | | 100% |
| Ecumes de sucreries | 100% | |

Source CITEPA / format OMINEA - février 2017

Graph OMINEA 3.xls/Amendements

Le total de l'allocation n'est pas de 100% pour les amendements engrais car ils sont constitués pour moitié d'amendements cuits. Pour les écumes de sucreries, ce sont bien les quantités de CaCO₃ recalculées comme expliqué précédemment qui sont rapportées dans la catégorie calcaire.

Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'amendements carbonés sont estimées grâce au GIEC 2006 [799].

$$\Delta C_{\text{Lime}} = M_{\text{Limestone}} \times EF_{\text{Limestone}} + M_{\text{Dolomite}} \times EF_{\text{Dolomite}}$$

Avec :

ΔC_{Lime} = Emission annuelle de carbone due à l'application d'amendements carbonés, t C/an
M = Quantité d'amendements calcaires (CaCO₃) ou dolomitique (CaMg(CO₃)₂), t C/an
EF = Facteur d'émission, t C/t amendement (12% pour CaCO₃, 13% pour CaMg(CO₃)₂)

Emissions de CH₄

Aucune émission n'est attendue pour cette catégorie.

Emissions de N₂O

Aucune émission n'est attendue pour cette catégorie.

Emissions de Gaz fluorés

Aucune émission n'est attendue pour cette catégorie.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/03/2017 | AnD | 09/03/2017 | EM/JPC |

APPLICATION D'UREE

Cette section concerne les émissions de CO₂ liées à l'épandage d'urée en agriculture. Les émissions de N₂O et NH₃ sont rapportées et décrites dans la section 3D sols agricoles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 3H |
| CEE-NU / NFR | - |
| CORINAIR / SNAP 97 | 100601 |
| CITEPA / SNAPc | 100601 / Urée |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 01 |
| NAF 700 | 01.1A, 01.1C, 01.1D, 01.1F, 01.1G (ancienne) ; 0111 à 0116Z, 0119Zp, 0121Z à 0130Z, 0163Z, 0164Z, 0210Zp, 0230Zp, 1041Ap, 1102Ap et Bp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--------------------------------------|
| Quantité d'urée épandue (sous forme d'urée pure et de solutions azotées) | FE des lignes directrices 2006 [799] |

Niveau de méthode (GIEC) :

La méthodologie utilisée correspond à une méthode de rang 1 du GIEC.

Références utilisées :

[90] UNIFA - Les livraisons de fertilisants minéraux en France - Publication annuelle

[799] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Cette catégorie concerne les émissions de CO₂ liées à l'hydrolyse de l'urée consécutive à l'épandage d'engrais sous forme uréique en agriculture. La forme uréique est contenue dans les engrais granulés de type urée et dans les engrais nommés solutions azotées qui contiennent 50% de leur azote sous forme uréique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Afin d'estimer les quantités d'urée épandues, on utilise les données de livraisons de l'UNIFA [90] d'urée (tN) et de solutions azotées (tN) moyennées sur 3 ans. On suppose une répartition 50-50 entre l'urée et l'ammonitrate au sein de la solution azotée. On convertit ensuite ces livraisons (tN) en tonnes, à l'aide des masses molaires de l'urée et de l'azote, pour pouvoir appliquer des facteurs d'émissions du GIEC. L'équation 11.13 des lignes directrices GIEC 2006 [799] est utilisée avec un facteur d'émission de 0,2 kgC-CO₂/kg [799].

| |
|---------------------------------------|
| $E_{CO_2} = M \times EF \times 44/12$ |
|---------------------------------------|

Avec :

E_{CO_2} : Emissions annuelles de CO₂ liées à l'épandage d'urée (t CO₂/an)
 M : Masse d'urée (t/an)
 EF : Facteur d'émission (tC-CO₂/t)
 $44/12$: Conversion des tC-CO₂ en tCO₂.

Emissions de CH₄

Aucune émission n'est attendue pour cette catégorie.

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont rapportées et décrites dans la section 3D sols agricoles.

Emissions de Gaz fluorés

Aucune émission n'est attendue pour cette catégorie.

UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D'AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE (UTCATF)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 28/02/2017 | EM, JPC |

UTILISATION DES TERRES, CHANGEMENT D’AFFECTATION DES TERRES ET FORESTERIE (UTCATF)

Cette section introductive concerne les activités générales liées à l’utilisation des terres, aux changements d’affectation des terres ainsi que les émissions/absorptions liées à la forêt. Dans les lignes directrices 2006 du GIEC, ce secteur est inclus dans une grande catégorie nommée AFOLU (Agriculture, forêt et autres utilisations des terres) mais la Convention Climat a préféré scinder le rapportage en deux secteurs pour des raisons historiques et de comptabilité différenciée. Les inventaires d’émission rapportent donc toujours deux secteurs distincts : le secteur UTCATF et le secteur Agriculture. Les règles spécifiques liées à chaque type de terre sont présentées dans des parties séparées.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4 |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.11.04 à 11.12.15, 11.21.01 à 11.25.00, 11.03.01 et 11.03.02 |
| CITEPA / SNAPc | 11.11.04 à 11.12.15, 11.31.01 à 11.31.16, 11.03.01 et 11.03.02 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d’émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [1] MEDDTL / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l’Energie – Les bilans de l’Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [197] MAP/SCEES - Publications Agreste. "L'utilisation du territoire".
- [199] GIEC – Guide sur les Bonnes Pratiques pour l’UTCATF, 2003
- [202] IGN/IFN – Données spéciales d’après l’inventaire terrain

- [206] Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France – Vol. 85, n°6, 1999
- [327] IFN- Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol en Guyane par télédétection satellitaire – Rapport final, janvier 2008
- [328] ONF/CIRAD/CNRS- Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour la forêt guyanaise – Rapport final, juin 2006
- [382] IFN – Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol en Guyane par télédétection satellitaire – Premiers résultats transmis le 16/11/2009
- [383] IFN – Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 1 – Guadeloupe – Rapport final août 2009
- [384] IFN – Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 2 – Martinique – Rapport final août 2009
- [385] IFN – Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 3 – Réunion – Rapport final août 2009
- [386] ONF – Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour les forêts de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion – Rapport final novembre 2008
- [424] INRA INFOSOL – Données issues du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), 2009
- [493] IFN/FCBA/SOLAGRO - Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, Novembre 2009
- [672] GIEC 2006 – Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.
- [673] IGN – ONF Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol entre 1990 et 2012, Novembre 2014.
- [719] INRA, Unité Infosol, Base de données géographique des sols de France, 1999.
- [721] Robert C. 2016, Comprendre les changements d'utilisation des terres en France pour mieux estimer leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre. De l'observation à la modélisation. Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris-Diderot, ADEME-CITEPA-LADYSS, 530p.
- [722] JRC, Cartes des zones climatiques, d'après le GIEC.
- [789] Agreste, L'essentiel du recensement agricole 2010 – Mayotte.
- [790] Schéma directeur de l'aménagement agricole et rural de Mayotte, 2009.
- [791] FAO, Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 – Mayotte.

Plan de la section :
Suivi des terres en France

Approche utilisée

Sources de données utilisées selon le territoire couvert

Suivi des terres en France métropolitaine

Description des enquêtes d'utilisation du territoire TERUTI

Nomenclature et correspondances avec les enquêtes d'utilisation du territoire TERUTI

Construction des matrices annuelles de changements de 1970 à la dernière année d'inventaire

Elaboration des matrices complètes à partir de l'année de référence 2007

Suivi des terres en Outre-mer

Suivi des terres en Guyane

Suivi des terres en Guadeloupe

Suivi des terres en Martinique

Suivi des terres à la Réunion

Suivi des terres à Mayotte

Suivi des terres dans les territoires français hors périmètre Kyoto

Méthodes et définitions des réservoirs de carbone

La biomasse vivante aérienne

La biomasse vivante souterraine

Le bois mort

La litière

Le carbone du sol

Méthodes et données associées au carbone du sol

Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)

Calcul de la variation de stock de carbone organique du sol

Stocks de carbone de référence (COSREF)

Facteur de variation de stock lié à l'utilisation des terres (FUT)

Facteurs de variation liés à la gestion (FRG) et aux apports (FA)

Emissions de CO₂, de CH₄ et de N₂O

Emissions de NO_x et CO

Emissions d'autres substances

Caractéristiques de la catégorie (uniquement pour le NIR) :

L'UTCATF traite toutes les questions relatives au carbone, depuis la biomasse vivante jusqu'à la matière organique des sols, et quelques émissions associées (émissions du brûlage sur site non agricole, etc.). Ce secteur intègre aussi désormais une catégorie à part : les produits ligneux récoltés (produits bois), pour lesquels des flux de carbone et donc de CO₂ sont rapportés.

De son côté, le secteur Agriculture conserve les émissions des sols liées à la fertilisation et à l'élevage ainsi que les émissions de particules liées au travail du sol. Avec l'application des lignes directrices du GIEC 2006, le secteur agricole intègre aussi les émissions de CO₂ liées à la décarbonatation des amendements agricoles autrefois rapportés en UTCATF.

Ces deux secteurs excluent les émissions liées à l'utilisation énergétique aussi bien en sylviculture qu'en agriculture, ces dernières étant prises en compte dans la catégorie CRF 1A4c du secteur Énergie.

Le secteur UTCATF a la grande particularité de pouvoir constituer des puits de carbone, et de compenser ainsi une partie des émissions de CO₂. Il se distingue également des autres secteurs de l'inventaire par le fait qu'il n'est pas centré sur des processus d'émission bien matérialisés comme des usines, des bâtiments, des véhicules, etc.¹⁵ mais sur des unités géographiques telles que les forêts, les cultures, les prairies, les zones humides, etc. En pratique, ces unités géographiques conduisent à considérer de nombreux paramètres comme l'occupation, l'utilisation, l'historique des terres ou encore le climat.

Les substances visées sont les gaz à effet de serre direct (CO₂, CH₄, N₂O) et les polluants ayant un effet indirect (NO_x, CO en particulier) car cette section est essentiellement concernée par l'impact de ces activités sur les changements climatiques. Toutefois, les émissions de COVNM biotiques sont également considérées.

¹⁵ Il est à noter que ce mode de comptabilisation date du guide des bonnes pratiques UTCF 2003, il existait un autre mode de comptabilisation auparavant qui s'appuyait sur des processus (gestion forestière, conversion des terres, abandon de terres cultivées, etc.).

Tableau 42 : Catégories du secteur UTCATF estimées (O = Oui / N = Non) dans l'inventaire français

| | Forêt | Cultures | Prairies | Zones humides | Artificiel | autres terres | Produits ligneux récoltés | Autres |
|---|-------|----------|----------|---------------|------------|---------------|---------------------------|--------|
| | 4A | 4B | 4C | 4D | 4E | 4F | 4G | 4H |
| (I) Variation des stocks de différents réservoirs de carbone | O | O | O | O | O | N | | |
| (II) Emissions directes de N ₂ O liées à la fertilisation | N | O* | O* | N | N | N | | |
| (III) Emissions de CH ₄ et N ₂ O liées au drainage ou à la remise en eau | N | N | N | N | N | N | | |
| (IV) Emissions de N ₂ O liées à la minéralisation des sols | N | O** | O** | N | N | N | | |
| (V) Emissions indirectes de N ₂ O liées à la fertilisation | N | O* | O* | N | N | N | | |
| (VI) Emissions de CO ₂ , CH ₄ et N ₂ O liées au brûlage sur site | O | O** | O** | O | O | N | | |
| Produits ligneux récoltés | | | | | | | O | |
| Autres | | | | | | | | O |

O* : Emissions intégralement rapportées dans le secteur agriculture

O** : Emissions partiellement rapportées dans le secteur agriculture

Pour un maximum de clarté, ce document méthodologique présente une section commune détaillée sur la représentation des terres, les réservoirs de carbone et les méthodes communes à l'ensemble des terres. Les méthodes spécifiques aux types de terres sont présentées dans les autres parties à la suite.

Sections spécifiques basées sur les catégories CRF :

- Forêts (section 4A),
- Terres cultivées (section 4B),
- Prairies (section 4C),
- Terres humides (section 4D),
- Zones urbanisées (section 4E),
- Autres terres (section 4F),
- Produits ligneux récoltés (section 4G),
- Autres (section 4H).

Méthode générale d'estimation des émissions (uniquement pour le NIR) :

Suivi des terres en France

Approche utilisée

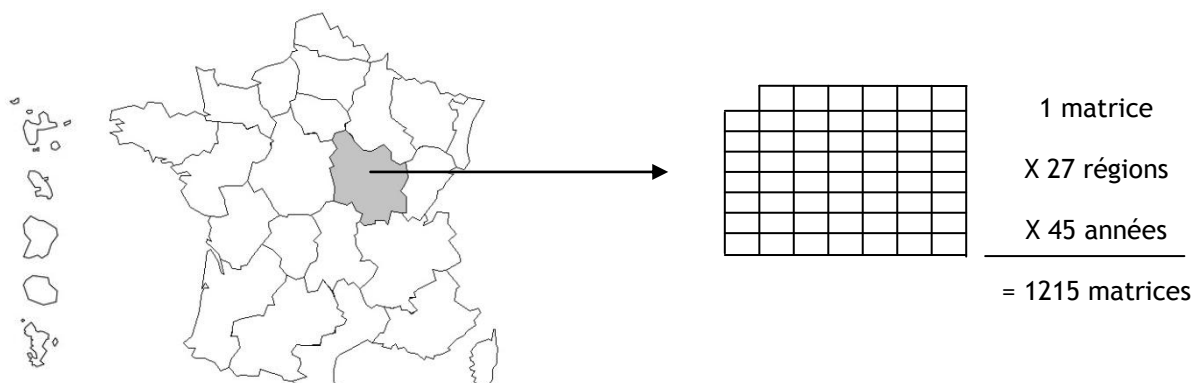
Dans le cadre de la CCNUCC, le guide UTCATF du GIEC [672] propose 3 approches de précision et de difficulté croissantes pour évaluer les changements d'utilisation des terres :

- Approche 1 : représentation basique des terres sans suivi de l'évolution de chaque catégorie de terre,
- Approche 2 : utilisation de matrices de changement d'utilisation des terres établies sur la base d'un échantillon statistique extrapolé à l'ensemble du territoire,
- Approche 3 : utilisation de matrices de changement d'utilisation des terres avec une couverture exhaustive et la possibilité de représenter spatialement une carte des changements d'utilisation des terres. L'approche 3 est le plus souvent issue de travaux à partir d'images satellites mais peut aussi en théorie être mise en œuvre à partir d'un échantillonnage statistique.

La méthodologie de suivi des terres mise en œuvre en France, présentée dans la suite du document, correspond à une approche 2 du GIEC. Elle couvre de manière exhaustive le territoire et permet de

suivre l'évolution des terres par échantillonnage statistique sans pour autant autoriser une représentation géographique fine des changements d'utilisation des terres.

Figure 9 : Représentation schématique de l'approche 2 pour les 27 régions françaises (sur 45 ans)



Pour l'inventaire français, le suivi du territoire est réalisé au niveau régional (22 anciennes régions administratives métropolitaines et 5 territoires d'Outre-Mer). Des matrices annuelles de changement d'utilisation des terres sont réalisées pour chacune de ces 27 régions, et à compter de l'année 1970 (afin de réaliser des matrices de changement sur 20 ans dès l'année 1990) jusqu'à l'année d'inventaire.

Sources de données utilisées selon le territoire couvert

Selon la région considérée, ces matrices n'ont pas les mêmes sources d'information.

Tableau 43 : Sources d'information utilisée pour le suivi des terres en fonction de la région

| Périmètre | Région | Source de données |
|--|-------------------|------------------------------------|
| France métropolitaine (22 régions) | Alsace | Île-de-France |
| | Aquitaine | Languedoc-Roussillon |
| | Auvergne | Limousin |
| | Basse-Normandie | Lorraine |
| | Bourgogne | Midi-Pyrénées |
| | Bretagne | Nord-Pas-de-Calais |
| | Centre | Pays de la Loire |
| | Champagne-Ardenne | Picardie |
| | Corse | Poitou-Charentes |
| | Franche-Comté | Provence-Alpes-Côte d'Azur |
| | Haute-Normandie | Rhône-Alpes |
| | | Enquêtes TERUTI [197] |
| Outre-mer incluse dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guyane | Etudes ONF-IGN [327, 382, 673] |
| | Guadeloupe | Etude ONF-IGN [383] |
| | Martinique | Etude ONF-IGN [384] |
| | Réunion | Etude ONF-IGN [385] |
| | Mayotte | RGA [389], SDGAGE [390], FRA [391] |
| Autres territoires | | Non suivis |

Suivi des terres en France métropolitaine

En France métropolitaine, le calcul des émissions/absorptions du secteur UTCATF fait intervenir des matrices d'occupation des terres basées sur une enquête nationale, présentée ci-dessous.

Description des enquêtes d'utilisation du territoire TERUTI

Le service statistique du ministère de l'agriculture (SSP) réalise annuellement une enquête, dite « TERUTI » sur l'occupation physique et l'utilisation fonctionnelle du territoire, à l'échelle de la

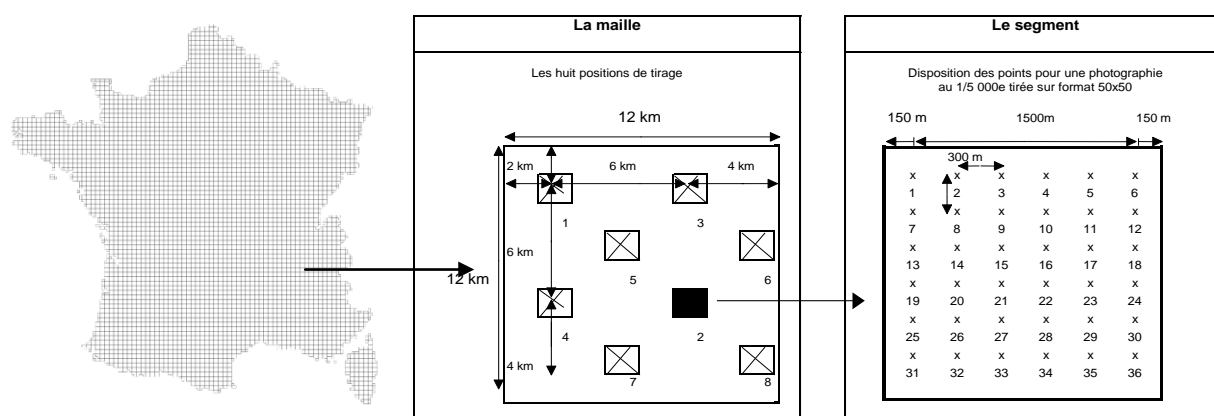
France métropolitaine¹⁶ [197]. Cette enquête est utilisée pour établir les matrices de changements d'utilisation des terres requises pour le calcul des émissions et absorptions du secteur UTCATF. Trois séries statistiques TERUTI distinctes sont disponibles au cours du temps, elles comportent des différences de nomenclature mais diffèrent principalement du fait du changement de l'échantillon observé.

- Série TERUTI (1982-1989)
- Série TERUTI (1992-2004)
- Série TERUTI-LUCAS (2005 - ... en cours)

Les enquêtes TERUTI suivent une méthode statistique annuelle basée sur la détermination de points d'échantillonnage répartis sur tout le territoire. Selon un protocole établi, chacun des points de l'échantillon choisi est visité sur le terrain par un enquêteur qui détermine, par observation, la nature de l'occupation du sol. Il détermine également son utilisation fonctionnelle (traduisant le rôle socio-économique du territoire observé), ce qui est très utile pour les inventaires UTCATF qui sont plus focalisés sur l'utilisation des terres que sur leur occupation proprement dite. L'observation répétée tous les ans des mêmes points permet d'appréhender l'évolution du territoire [197].

Jusqu'en 2004, cet échantillonnage est réalisé à partir de 15 600 photographies aériennes environ couvrant la France métropolitaine suivant un réseau composé de 4 700 mailles de 12 x 12 km de côté, composées chacune de 8 segments. Ces photographies servent à la détermination de 555 900 points de sondage. En 2004, ce nombre est descendu à 155 000 pour des raisons budgétaires.

Figure 10 : Représentation schématique de l'échantillonnage TERUTI



Ramené à la surface nationale, un point de l'enquête correspond à 50 ha pour Paris, sa couronne et le territoire de Belfort et à 100 ha pour le reste de la métropole (en 2004, la valeur du point est passée à 360 ha).

Depuis 2005 et TERUTI-LUCAS, le principe utilisé reste similaire mais l'échantillonnage est géo référencé et mieux harmonisé avec les autres pays européens. En France, les points d'échantillonnage de TERUTI-LUCAS représentent de manière approximative 94 ha pour Paris, sa couronne et le territoire de Belfort et 178 ha pour les autres départements métropolitains (sauf en 2005 où le nombre de points enquêtés a été réduit de moitié).

En 2011, aucune donnée TERUTI-LUCAS n'a été produite en raison du recensement agricole qui s'est déroulé la même année et depuis 2012, des modifications importantes ont été apportées à l'enquête. En effet, dans l'optique de limiter le travail des enquêteurs de terrain, les données du Registre parcellaire graphique (RPG) qui sont des données déclaratives des agriculteurs ont été exploitées. Ces données concernent des îlots agricoles, elles se sont substituées depuis 2012 aux données issues des enquêtes de terrain pour les points inclus dans des îlots déclarés au RPG. Cette modification entraîne des traitements spécifiques de la part du SSP en charge de l'enquête pour conserver une information cohérente sur la série commencée en 2005.

¹⁶ L'intégralité des départements d'Outre-mer est également couverte depuis 2005, sauf en Guyane où seule la bande littorale est suivie, mais cette enquête n'est actuellement pas utilisée dans les inventaires. Le suivi des territoires d'Outre-mer est réalisé à partir de travaux de télédétection.

Tableau 44 : Source ou méthode utilisée pour le suivi des terres en Métropole en fonction de la période

| Période | Source | Commentaire |
|-----------|--------------------------|---|
| 1970-1982 | | Les taux de changements observés entre 1982 et 1989 ont été extrapolés à la période 1970-1982. |
| 1982-1989 | Série TERUTI (1982-1989) | L'année 1981 est également couverte par l'enquête mais présente des résultats incohérents avec le reste de la série, cette année de suivi a été supprimée de l'analyse. |
| 1989-1992 | | Les taux de changements de la période 1989-1992 sont estimés par interpolation linéaire à partir des changements observés en 1989 et en 1993. |
| 1992-2004 | Série TERUTI (1992-2004) | Série de 12 années consécutives soit la série cohérente la plus longue dans les enquêtes TERUTI. |
| 2004-2006 | | Les taux de changements de la période 2004-2006 sont estimés par interpolation linéaire à partir des changements observés en 2004 et en 2007. |
| 2006-2010 | Série TERUTI-LUCAS 1 | La série TERUTI-LUCAS est basée sur des points d'enquêtes différents de ceux de l'enquête précédente. |
| 2010-2011 | | Année non enquêtée. Les changements sont déduits des résultats obtenus l'année suivante. |
| 2011-2014 | Série TERUTI-LUCAS 2 | Cette série est dans la continuité de la série TERUTI-LUCAS 1 sauf pour les points inclus dans des îlots de déclaration du registre parcellaire graphique (RPG) qui sert de source de remplacement. |
| 2014-2015 | | Année non disponible actuellement |

Nomenclature et correspondances avec les enquêtes d'utilisation du territoire TERUTI

La construction des matrices nécessite d'établir une correspondance entre les catégories d'occupation et d'utilisation des terres utilisées dans l'enquête TERUTI et les 6 catégories d'occupation des terres requises par le GIEC pour le calcul des émissions (forêts, terres cultivées, prairies, zones humides, zones urbanisées et autres terres). À retenir en particulier que, du fait des définitions retenues pour la forêt au sens de la CCNUCC, les dénominations de terres "GIEC" peuvent recouvrir des ensembles plus larges que le sens commun (ou suivant TERUTI). Par exemple, les espaces boisés n'atteignant pas les critères minimum de définition d'une forêt (avec un taux de couvert de 10% par exemple) sont classées dans la catégorie des prairies.

Tableau 45 : Extrait de la correspondance entre les codes TERUTI et la nomenclature GIES

| | Catégorie d'utilisation | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------|---------|---------|-------------------------|------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------------------|-----------------------|------|
| | Productions végétales | Jachère | Elevage | Activités agricoles ... | Sylviculture ... | Pisciculture | Mines, carrières | Production d'énergie | Produits alimentaires... | Produits textiles,... | Etc. |
| | 111 | 112 | 113 | 114 | 120 | 130 | 140 | 210 | 221 | 222 | |
| ☐ - Forêt secondaire, feuillus ouverte | 3114 Forêt de feuillus | | | | | | | | | | |

| | | | |
|--|------|--------------------|----------------------------------|
| Peupleraie en plein (+ de 0,5 Ha) | 3115 | Forêt de peupliers | |
| Forêt de résineux fermée y c. sapin Noël | 3121 | | |
| Forêt résineux ouverte y c. sapin Noël | 3122 | Forêt de résineux | |
| Forêt mixte fermée (>40%) | 3131 | | |
| Forêt mixte ouverte (10 à 40%) | 3132 | Forêt mixte | |
| Bosquet de feuillus hors peupliers | 3211 | | |
| Peupleraie en plein (- de 0,5 Ha) | 3212 | | |
| Bosquet de résineux | 3220 | Prairie arborée | |
| Bosquet mixte | 3230 | | |
| Haie arbustive, feuillus y. c. peuplier | 3311 | Prairie arbustive | |
| Etc. | | | Terres urbanisées Avec arbres |

L'intégralité des correspondances utilisées sont fournies en annexe (cf Annexe sur les correspondances TERUTI-inventaire).

De plus, afin de préciser le calcul des flux de gaz à effet de serre et de mieux comprendre l'évolution des différents types de terre, une nomenclature plus fine que les six catégories proposées par le GIEC a été mise en place au niveau français. Elle est basée sur les niveaux et les types de biomasse et comprend 16 catégories distinctes.

Tableau 46 : Les 16 sous-catégories d'utilisation des terres

| Code niveau 1 | Catégorie Giec | Sous-catégorie Citepa | Code niveau 2 |
|---------------|---------------------|-----------------------|---------------|
| 100 | Forêts | Feuillus | 111 |
| | | Conifères | 112 |
| | | Mixte | 113 |
| | | Peuplier | 114 |
| 200 | Prairies | Prairie en herbe | 212 |
| | | bosquet | 213 |
| | | Haies | 214 |
| | | Végétation arbustive | 215 |
| 300 | Cultures | Cultures | 312 |
| | | Vergers | 313 |
| | | Vignes | 314 |
| 400 | Zones humides | Zones humides | 400 |
| 500 | Zones artificielles | Artificiel nu, bâti | 511 |
| | | Artificiel en herbe | 512 |
| | | Artificiel arboré | 513 |
| 600 | Autres terres | Autres terres | 600 |

Construction des matrices annuelles de changements de 1970 à la dernière année d'inventaire

Le calcul des émissions/absorptions du secteur UTCATF fait intervenir deux types de matrices :

- des matrices annuelles de changements pour évaluer les variations de surfaces mettant en jeu des phénomènes à cinétique rapide (déforestation),
- des matrices couvrant une période de 20 ans pour les phénomènes dont la cinétique est plus lente (par ex : constitution des stocks de carbone du sol, des litières). Cette période de 20 ans correspond à la valeur par défaut du GIEC. Bien qu'elle ne soit pas idéalement adaptée aux cinétiques en milieu tempéré pour lesquelles la période serait plus proche de 50 ans, d'évidentes limites sur la disponibilité des données conduisent à retenir cette valeur.

La construction de ces matrices est complexe en raison des différences de nomenclature et d'échantillonnage entre les séries TERUTI. Plusieurs traitements de données sont mis en place pour concilier les séries de données, conserver des superficies cohérentes au cours du temps et estimer les surfaces de changements avec le maximum de précision. Les difficultés majeures qui

apparaissent lors de la réalisation de matrices sur de longues périodes comme les matrices 20 ans sont :

- Les **discontinuités** des superficies de chaque catégorie de terre entre les séries statistiques. Pour diminuer cet impact, les correspondances entre les nomenclatures TERUTI et la classification avec 16 catégories ont été adaptées et certaines terres reclassées. La principale discontinuité corrigée concerne une partie des prairies temporaires qui apparaissaient dans un code prairie dans la série TERUTI 1982-1989. Les surfaces en question ont été corrigées pour apparaître de manière correcte en cultures.
- Les **effets d'oscillation**. Les terres peuvent changer régulièrement d'utilisation et apparaître comme des changements d'utilisation alors qu'il s'agit en vérité de rotations. L'exemple type concerne les changements entre cultures et prairies. Il n'est pas évident de différencier les prairies temporaires classées en culture des prairies permanentes classées en prairie. Pour diminuer cet impact les surfaces de changement estimées annuellement sont calées et ajustées sur les périodes de suivi les plus longues disponibles.
- Les **effets de récolte**. L'une des principales difficultés observées concerne les surfaces forestières qui ont subi une coupe rase, car il est difficile de déterminer s'il s'agit d'un défrichement (changement d'utilisation) ou de gestion forestière (terre qui reste en forêt). C'est notamment dans ces cas que l'information sur l'utilisation de la terre, disponible dans la base TERUTI, est très utile, la seule information sur l'occupation de la terre ne suffisant pas. Ainsi les terres forestières qui perdent leur couverture forestière mais qui demeurent en utilisation sylvicole ou sans usage sont reclassées en forêt et n'apparaissent logiquement pas dans les défrichements.
- Les **effets de seuil**. Beaucoup de terres sont à la limite de deux classes, c'est par exemple le cas des petites surfaces boisées qui peuvent être déclarées comme forêt une année (>0,5 ha) puis comme prairie l'année suivante (<0,5 ha) sans subir de changement réel. Elles peuvent donc apparaître successivement dans les deux catégories et être comptabilisées comme des changements d'utilisation. C'est pour diminuer l'impact de ces effets de seuil, que les catégories GIEC ont été subdivisées en 17 catégories en prenant en compte les quantités de biomasse.
- Les **années manquantes**. Les données relatives aux années manquantes avant 1982 et entre les séries statistiques sont reportées ou interpolées sur la base des années les plus proches de manière avoir une série complète depuis 1970 jusqu'à l'année d'inventaire.

Elaboration des matrices complètes à partir de l'année de référence 2007

Les matrices 20 ans nécessaires au calcul des émissions/absorptions du secteur UTCATF peuvent ainsi être élaborées en appliquant de manière itérative les taux annuels de changement d'utilisation à une année de référence (l'année 2007 a été choisie). Les matrices complètes de changement d'utilisation des terres sont ainsi conçues à partir des surfaces de l'année 2007 grâce aux équations suivantes illustrées par le schéma ci-après.

Équation 1 (UTCATF)

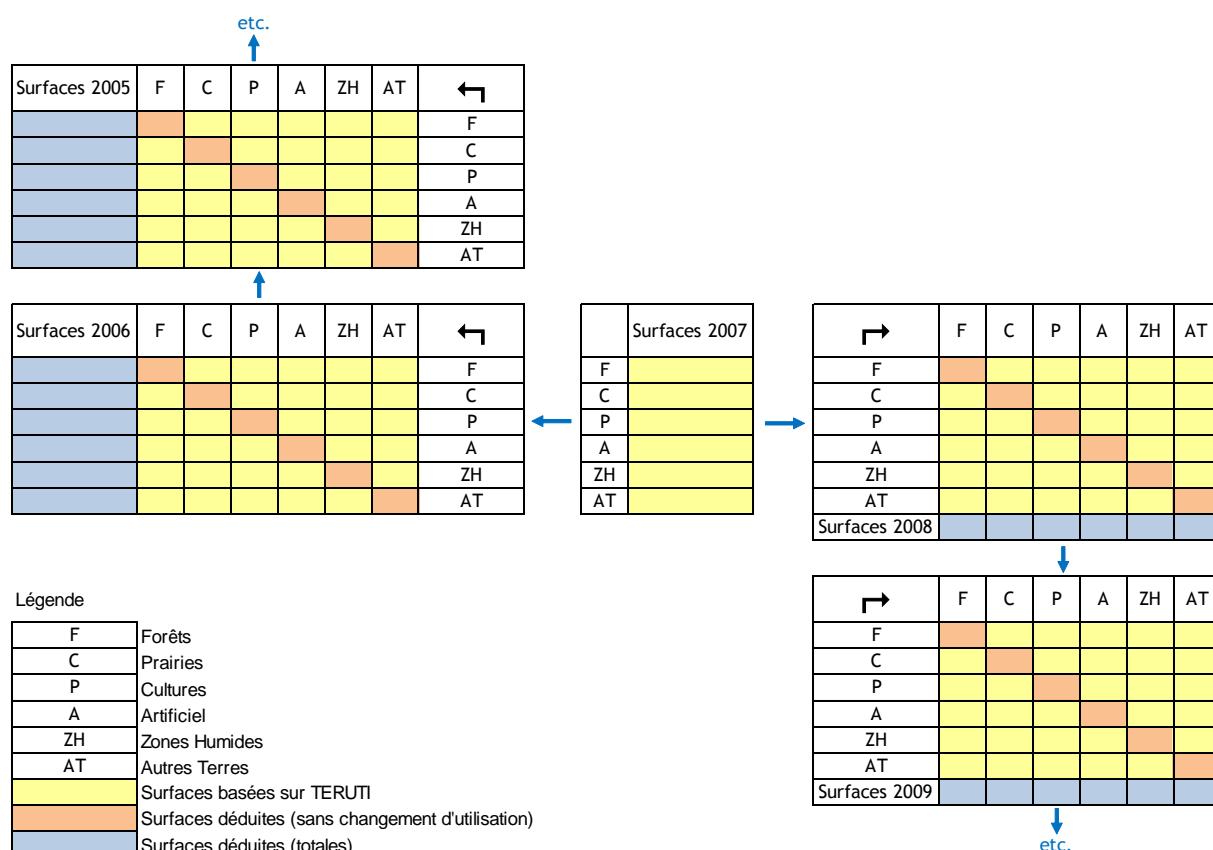
$$\text{Avant 2007 : } A_{i,a} = A_{i,a-1} - \sum_j [A_Gains_{i,j,a}] + \sum_j [A_Pertes_{i,j,a}]$$

$$\text{Après 2007 : } A_{i,a} = A_{i,a-1} + \sum_j [A_Gains_{i,j,a}] - \sum_j [A_Pertes_{i,j,a}]$$

Avec :

| | | |
|---------------------|---|--|
| $A_{i,a}$ | = | Surfaces pour l'occupation i, à la fin de l'année a |
| $A_{i,a-1}$ | = | Surfaces pour l'occupation i, à la fin de l'année a-1 |
| $A_{i,a+1}$ | = | Surfaces pour l'occupation i, à la fin de l'année a+1 |
| $A_Gains_{i,j,a}$ | = | Surfaces gagnée par l'occupation i, au dépend de l'occupation j, durant l'année a |
| $A_Pertes_{i,j,a}$ | = | Surfaces perdues par l'occupation i, au profit de l'occupation j, durant l'année a |

Tableau 47 : Illustration du protocole d'estimation des surfaces à partir des surfaces de l'année 2007



Les matrices annuelles d'occupation des terres pour la France au périmètre Kyoto sont disponibles de 1990 à la dernière année dans les tables CRF (table 4.1) fournies à la CCNUCC.

Suivi des terres en Outre-mer

En Outre-mer, les systèmes de collecte de données diffèrent de la métropole : des travaux spécifiques sont donc réalisés pour chacun des territoires couverts. Une réflexion est également engagée au niveau national pour consolider le système d'information géographique dans les territoires d'Outre-mer notamment en étendant le domaine d'intervention de l'IGN aux forêts ultra-marines ce qui permettra la collecte de nouvelles données sur les zones forestières qui sont les plus importantes pour le secteur.

Suivi des terres en Guyane

Dans le cas de la Guyane, la situation est différente du fait de l'absence d'enquête TERUTI systématique et exhaustive pour le suivi des terres. Néanmoins, les changements d'utilisation des terres correspondent principalement à un phénomène de déforestation lié à la pratique des abattis (culture itinérante sur brûlis) et à l'orpaillage.

En raison de ces spécificités et de l'importance de la déforestation dans le protocole de Kyoto, trois études spécifiques des changements d'affectation des terres réalisées par télédétection et sur le même échantillon sont désormais disponibles et permettent de déterminer les surfaces déforestées annuellement sur ce territoire [327, 382, 673].

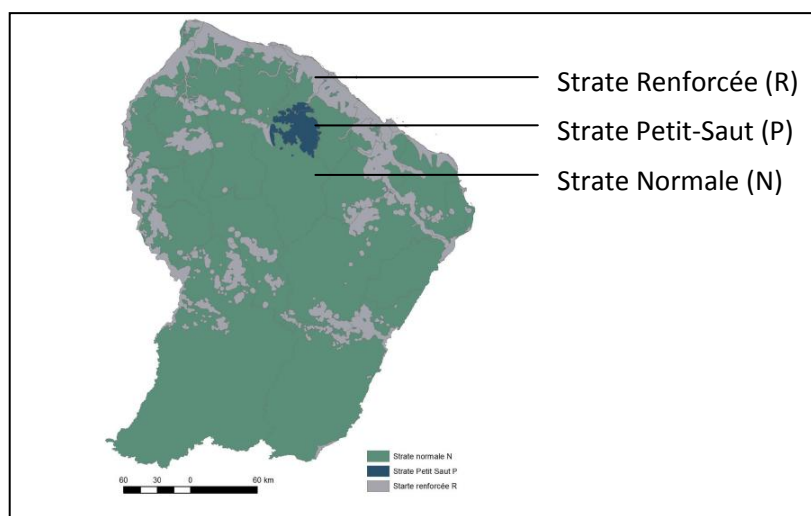
Ces études sont basées sur la photo-interprétation d'images LANDSAT et SPOT qui ont donc préalablement été acquises puis traitées (spatio-triangulation, orthorectification, dénuagement, mosaïquage).

En raison de l'objectif recherché et de la petite taille des surfaces en question (entre 0,5 et 1,5 ha) au vu de la surface forestière guyanaise et de la définition disponible des images satellites, une stratification a également été réalisée.

Trois strates ont ainsi été créées [673] :

- Une strate dite « renforcée » (R) qui réunit l'ensemble des zones où la pression anthropique est forte et où la probabilité d'une modification de l'occupation du sol est la plus élevée. Les mangroves sont incluses dans cette strate qui possède un taux de sondage élevé.
- Une strate dite « normale » (N) dans laquelle les changements d'occupation du sol sont très rares, voire absents. Cette strate possède un taux de sondage faible mais néanmoins suffisant pour détecter avec plus de neuf chances sur dix des changements de surface supérieurs à 10 000 hectares.
- Une strate P dite « de Petit Saut » afin de traiter le cas particulier du barrage de Petit Saut. Ce barrage a été mis en eau en 1995, ce qui a eu pour conséquence une surface déboisée exceptionnelle. Ainsi, afin d'individualiser les changements d'affectation des terres consécutifs à cette mise en eau, une strate spécifique a été constituée. Le taux de sondage de cette strate est équivalent à celui de la strate renforcée.

Figure 11 : Représentation des 3 strates d'échantillonnage pour le suivi des terres en Guyane français



Le tableau suivant fait une synthèse des caractéristiques du plan d'échantillonnage [673].

Tableau 48 : Représentativité d'un point d'enquête dans chaque strate

| Strate | Surface (ha) | Dimension de la maille (m) | Effectif échantillon | Surface d'extension d'un point | |
|--------|--------------|----------------------------|----------------------|--------------------------------|---------|
| | | | | Théorique | Réelle |
| N | 6 794 498 | 8 388 x 4 194 | 1 926 | 3 518 | 3 527,8 |
| P | 125 109 | 932 x 932 | 1 443 | 87 | 86,7 |
| R | 1 486 820 | 932 x 932 | 17 130 | 87 | 86,7 |

Le schéma d'échantillonnage mis en place est ainsi conforme aux recommandations du GIEC sur trois points :

- échantillonnage systématique,
- placettes d'observation permanentes (le même échantillon est observé et interprété en 1990, 2006 et 2008),
- stratification de l'échantillonnage à l'aide de données auxiliaires.

Le suivi d'occupation des sols et de changement d'occupation des sols est réalisé par interprétation visuelle (photo-interprétation) des images satellitaires de 1989, 2008 et 2012 (soit 16 786 points interprétés). Ainsi, pour chaque point du plan d'échantillonnage, une classe d'occupation du sol parmi les 6 classes définies par le GIEC, est attribuée, pour chacune des années (1990 en utilisant l'imagerie Landsat et 2006 et 2008 en utilisant les données SPOT). La surface prise en compte pour

l'appréciation de l'utilisation du sol autour d'un point est une placette circulaire de 0.5 ha centrée autour du point échantillon.

En complément des classes d'occupation des terres classiques définies par les lignes directrices les cas suivants particuliers à la Guyane ont été pris en compte:

- la mangrove a été incluse dans la catégorie « Forêt » puisqu'elle en a les caractéristiques (taux de couvert et dimension des arbres la constituant),
- les zones d'orpillage, ont été affectées à la classe « Infrastructure » qui inclut toutes les terres affectées par des aménagements humains quelles que soient leurs dimensions,
- la ligne de côte de la Guyane est soumise à des fluctuations temporaires très importantes de plusieurs centaines de mètres du fait des dépôts de sédiments et des phénomènes d'érosion. Aussi, une partie du territoire peut passer, dans le temps, des terres émergées à la mer et inversement. Afin de comptabiliser une surface constante du territoire entre 1989 et 2008, l'inventaire a porté sur une entité géographique fixe : limite administrative de la Guyane selon la BD CARTO © IGN. Il en résulte que certains points de l'échantillon ont pu se situer dans la mer à une des deux dates. Les points tombant en mer ont été affectés à la catégorie d'utilisation du sol « Autre terres ».
- Les travaux de photo-interprétation en Guyane ont mené aux résultats présentés dans les tableaux suivants. Ils permettent d'estimer les surfaces de changements de 1989 à 2012 (période de 19 ans) grâce à deux périodes de suivi 1989-2008 et 2008-2012. Les changements sont supposés constants au sein d'une même période de suivi.

Tableau 49 : Matrice 1989-2008 produite par les travaux de photo-interprétation en Guyane (ha)

| | | 2008 | | | | | | TOTAL 1989 |
|------------|-------------|-----------|------------|---------|---------|-------------|--------|------------|
| | ↗ | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | Autre | |
| 1989 | Forêt | 7 989 172 | 25 073 | 28 311 | 3 823 | 37 650 | 10 651 | 8 094 679 |
| | Artificiel | 910 | 16 009 | 637 | 273 | 0 | 0 | 17 829 |
| | Culture | 3 004 | 273 | 18 844 | 364 | 0 | 0 | 22 485 |
| | Prairie | 182 | 182 | 91 | 5 735 | 91 | 0 | 6 281 |
| | Zone humide | 4 734 | 546 | 1 365 | 273 | 234 082 | 3 368 | 244 369 |
| | Autre | 8 830 | 0 | 0 | 0 | 91 | 11 864 | 20 785 |
| TOTAL 2008 | | 8 006 832 | 42 083 | 49 248 | 10 469 | 271 914 | 25 882 | 8 406 427 |

Tableau 50 : Matrice 2008-2012 produite par les travaux de photo-interprétation en Guyane (ha)

| | | 2012 | | | | | | TOTAL 2008 |
|------------|-------------|-----------|------------|---------|---------|-------------|--------|------------|
| | ↗ | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | Autre | |
| 2008 | Forêt | 7 992 006 | 4 630 | 6 918 | 1 092 | 1 001 | 1 183 | 8 006 832 |
| | Artificiel | 1 634 | 40 084 | 91 | 273 | 0 | 0 | 42 083 |
| | Culture | 1 912 | 91 | 45 425 | 1 548 | 0 | 273 | 49 248 |
| | Prairie | 182 | 91 | 273 | 9 922 | 0 | 0 | 10 469 |
| | Zone humide | 2 458 | 273 | 91 | 182 | 268 728 | 182 | 271 914 |
| | Autre | 3 186 | 0 | 0 | 182 | 0 | 22 514 | 25 882 |
| TOTAL 2012 | | 8 001 378 | 45 169 | 52 798 | 13 200 | 269 729 | 24 153 | 8 406 427 |

Les changements d'utilisation entre 1987 et 1989 ont extrapolés en appliquant les taux de changement observés entre 1989 et 2008. Les changements d'utilisation entre 1970 et 1987 ont été négligés. Après 2012, les changements d'utilisation des terres ont également été estimés en reportant les taux de changements observés entre 2008 et 2012. Des matrices d'occupation des terres complètes ont ainsi pu être générées et utilisées pour la réalisation des inventaires d'émissions de la Guyane.

Suivi des terres en Guadeloupe

Pour la Guadeloupe, les matrices sont basées sur une étude par télédétection et photo interprétation [383] suivant le modèle de ce qui a été fait sur la Guyane permettant de déterminer les changements d'utilisation des terres entre 1989 et 2008 (période de 19 ans).

Tableau 51 : Matrice 1989-2008 produite par les travaux de photo-interprétation en Guadeloupe (ha)

| | ↗ | 2008 | | | | | | TOTAL 1989 |
|------------|-------------|--------|------------|---------|---------|-------------|-------|------------|
| | | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | Autre | |
| 1989 | Forêt | 61 453 | 2 007 | 2 389 | 5 161 | 430 | 48 | 71 488 |
| | Artificiel | 0 | 14 001 | 573 | 239 | 0 | 143 | 14 956 |
| | Culture | 96 | 1 673 | 22 412 | 7 025 | 48 | 0 | 31 254 |
| | Prairie | 48 | 3 536 | 3 966 | 41 621 | 96 | 191 | 49 458 |
| | Zone humide | 287 | 0 | 96 | 239 | 1 625 | 0 | 2 247 |
| | Autre | 0 | 0 | 48 | 48 | 96 | 908 | 1 100 |
| TOTAL 2008 | | 61 884 | 21 217 | 29 484 | 54 333 | 2 295 | 1 290 | 170 503 |

Une seule période de suivi est disponible pour la Guadeloupe (1989 - 2008), les taux de changements annuels moyens de cette période sont appliqués à la série temporelle complète depuis 1970.

Suivi des terres en Martinique

Pour la Martinique, les matrices sont basées sur une étude par télédétection et photo interprétation [384] suivant le modèle de ce qui a été fait sur la Guyane permettant de déterminer les changements d'utilisation des terres entre 1989 et 2008 (période de 19 ans).

Tableau 52 : Matrice 1989-2008 produite par les travaux de photo-interprétation en Martinique (ha)

| | ↗ | 2008 | | | | | | TOTAL 1989 |
|------------|-------------|--------|------------|---------|---------|-------------|-------|------------|
| | | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | Autre | |
| 1989 | Forêt | 33 608 | 1 145 | 1 461 | 10 466 | 79 | 592 | 47 351 |
| | Artificiel | 79 | 10 782 | 0 | 237 | 0 | 158 | 11 256 |
| | Culture | 79 | 474 | 9 636 | 2 291 | 39 | 0 | 12 519 |
| | Prairie | 1 619 | 4 621 | 5 687 | 22 629 | 158 | 869 | 35 583 |
| | Zone humide | 553 | 79 | 39 | 79 | 711 | 0 | 1 461 |
| | Autre | 0 | 39 | 0 | 0 | 39 | 750 | 828 |
| TOTAL 2008 | | 35 938 | 17 140 | 16 823 | 35 702 | 1 026 | 2 369 | 108 998 |

Une seule période de suivi est disponible pour la Martinique (1989 - 2008), les taux de changements annuels moyens de cette période sont appliqués à la série temporelle complète depuis 1970.

Suivi des terres à la Réunion

Pour La Réunion, les matrices sont basées sur une étude par télédétection et photo interprétation [385] suivant le modèle de ce qui a été fait sur la Guyane permettant de déterminer les changements d'utilisation des terres entre 1989 et 2008 (période de 19 ans).

Tableau 53 : Matrice 1989-2008 produite par les travaux de photo-interprétation pour La Réunion (ha)

| | ↗ | 2008 | | | | | | TOTAL 1989 |
|------|------------|--------|------------|---------|---------|-------------|-------|------------|
| | | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | Autre | |
| 1989 | Forêt | 95 463 | 1 218 | 1 948 | 5 033 | 0 | 568 | 104 230 |
| | Artificiel | 0 | 16 722 | 325 | 893 | 81 | 122 | 18 143 |
| | Culture | 325 | 4 749 | 32 795 | 2 354 | 81 | 81 | 40 385 |
| | Prairie | 1 502 | 5 520 | 3 085 | 58 569 | 0 | 4 221 | 72 897 |

| | | | | | | | |
|-------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|----------------|
| Zone humide | 0 | 41 | 203 | 81 | 1 664 | 0 | 1 989 |
| Autre | 284 | 325 | 0 | 1 258 | 203 | 11 486 | 13 556 |
| TOTAL 2008 | 97 574 | 28 575 | 38 356 | 68 188 | 2 029 | 16 478 | 251 200 |

Une seule période de suivi est disponible pour La Réunion (1989 - 2008), les taux de changements annuels moyens de cette période sont appliqués à la série temporelle complète depuis 1970.

Suivi des terres à Mayotte

Contrairement aux autres territoires d'Outre-mer hors PTOM (Guyane, Guadeloupe, Martinique et Réunion), il n'existe pas de travaux de suivi d'occupation des terres par télédétection et photo interprétation. Les matrices d'occupation des terres de Mayotte ont donc été construites en combinant plusieurs sources d'information [789, 790 et 791] permettant de reconstituer l'évolution des surfaces depuis 1970. Le taux de changements estimés ne sont donc pas constants au court du temps, La matrice 20 ans 1989-2009 est présentée ci-dessous à titre d'exemple .

Tableau 54 : Matrice 1989-2009 produite en combinant plusieurs sources d'information pour Mayotte (ha)

| | | 2009 | | | | | |
|-------------------|-------------|---------------|--------------|---------------|--------------|-------------|---------------|
| | ↗ | Forêt | Artificiel | Culture | Prairie | Zone humide | TOTAL 1989 |
| | | | | | | | |
| 1989 | Forêt | 14 009 | 0 | 3 878 | 0 | 0 | 17 887 |
| | Artificiel | 0 | 1 650 | 0 | 0 | 0 | 1 650 |
| | Culture | 0 | 1 469 | 12 179 | 94 | 0 | 13 742 |
| | Prairie | 0 | 0 | 384 | 636 | 0 | 1 020 |
| | Zone humide | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 22 |
| | Autre | 0 | 0 | 0 | 514 | 0 | 3 080 |
| TOTAL 2009 | | 14 009 | 3 119 | 16 440 | 1 244 | 22 | 37 400 |

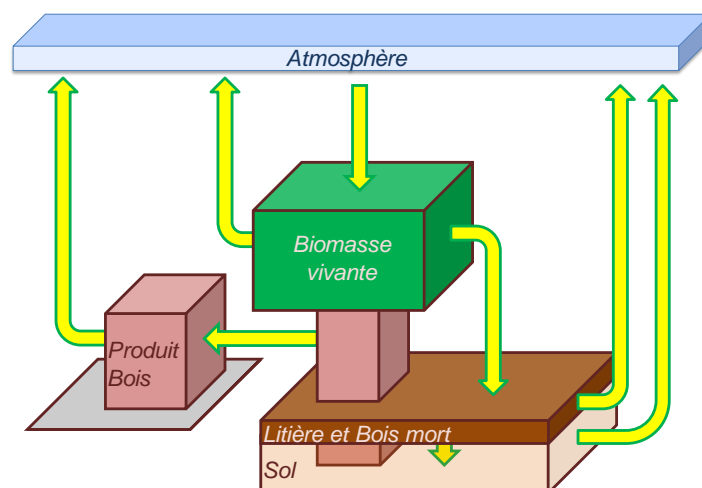
Suivi des terres dans les territoires français hors périmètre Kyoto

Aucun suivi des changements d'utilisation des terres n'existe actuellement dans l'inventaire pour les territoires d'Outre-mer hors du périmètre Kyoto (Saint Martin, Saint-Barthélemy, Saint Pierre et Miquelon, Nouvelle-Calédonie, Polynésie Française, Wallis et Futuna, Clipperton, Terres Australes et Antarctiques).

Méthodes et définitions des réservoirs de carbone

Pour l'inventaire UTCATF il est demandé d'estimer l'ensemble des flux de carbone intervenant entre différents réservoirs de carbone afin d'estimer les flux de CO₂ qui ont lieu entre les terres et l'atmosphère. Le principe de ces flux de carbone entre réservoirs peut être schématisé de la manière suivante :

Figure 12 : Représentation schématique des flux de carbone estimés en UTCATF



Pour appréhender ce système, le GIEC présente deux méthodes :

- **la méthode des flux.** Elle nécessite d'estimer directement les flux bruts entrant et sortant d'un réservoir, ce qui revient par exemple à estimer les accroissements forestiers (flux entrant du réservoir biomasse vivante) et les récoltes (flux sortant du réservoir biomasse vivante). Cette méthode permet de connaître également l'évolution du réservoir en question, la biomasse vivante dans cet exemple.

Équation 2 (UTCATF) (inspirée de l'équation 3.1.1 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.7 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C = \sum_{ijk} [A_{ijk} \bullet (CI - CL)_{ijk}]$$

Avec :

| | | |
|------------|---|---|
| ΔC | = | Variation de stock de carbone du réservoir, t C/an |
| A | = | Surface de la terre, ha |
| ijk | = | Indices correspondant aux climat i , type de forêt j , type de gestion k , etc. |
| CI | = | Gain en carbone, t C/ha/an |
| CL | = | Perte de carbone, t C/ha/an |

- **La méthode des variations de stocks.** A partir de valeurs de stocks connues à deux moments différents pour un réservoir de carbone, il est possible de déterminer le flux net de carbone pour ce réservoir. Cette méthode permet de manière indirecte de connaître les flux bruts mais nécessite de faire des hypothèses complémentaires.

Équation 3 (UTCATF) (inspirée de l'équation 3.1.2 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.8 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C = \sum_{ijk} (Ct_2 - Ct_1) / (t_2 - t_1)_{ijk}$$

Avec :

| | | |
|--------|---|--|
| Ct_1 | = | Stock de carbone à l'instant t_1 , t C |
| Ct_2 | = | Stock de carbone à l'instant t_2 , t C |

Dans l'inventaire français, l'une et l'autre des méthodes sont utilisées en fonction de la disponibilité des données et de l'importance des flux en question.

Le guide UTCATF du GIEC définit 7 réservoirs de carbone :

- la biomasse vivante aérienne,
- la biomasse vivante souterraine,
- le bois mort,
- la litière,
- le carbone organique du sol

➤ les produits ligneux récoltés

La biomasse vivante aérienne

La biomasse vivante aérienne inclut les parties aériennes de tous les organismes vivants, néanmoins, en forêt, seules les essences arborées recensables (diamètre > 7,5 cm à la hauteur de 1,3 m) sont prises en compte dans l'inventaire, cela exclut les essences ligneuses du sous-bois, la flore herbacée et les plantes annuelles.

La biomasse vivante aérienne est évidemment un des réservoirs clé du secteur UTCATF. Elle peut constituer des stocks très importants en particulier dans le bois des arbres forestiers et peut fluctuer de manière rapide en fonction de la gestion associée. Dans l'inventaire français, la majorité des informations relatives à la biomasse vivante aérienne forestière (production, mortalité, stocks, prélèvements) provient de l'inventaire forestier national réalisé par l'IGN. Pour la biomasse hors forêt, les sources sont plus rares et sont élaborées à partir de sources diverses.

Les valeurs de stock de carbone à l'hectare de la biomasse vivante forestière sont uniquement utilisées dans le calcul des émissions liées aux défrichements. En métropole, ces stocks sont estimés à partir de données IGN, ils ne correspondent pas aux stocks moyens en forêt mais aux stocks moyens perdus lors de défrichements. Les données de l'IGN sont utilisées à un niveau de résolution intermédiaire. En culture ou prairie, les stocks de biomasse vivante sont estimés à partir des données GIEC. En Guyane et dans les autres territoires d'Outre-mer, le stock de biomasse vivante est estimé de manière spécifique grâce aux études des données dendrométriques [328, 386]. Les variations de stocks de la biomasse vivante ne sont pas prises en compte sur les terres sans changement d'utilisation à l'exception des terres forestières.

Tableau 55 : Stocks de carbone (tC/ha) dans la biomasse vivante aérienne des terres forestières

| Périmètre | Région | Feuillus | Mixte | Résineux | Peupliers | Source de données |
|---|------------|----------|-------|----------|-----------|---|
| France métropolitaine (5 interrégions) | Centre-est | 66 | 52 | 56 | 44 | Inventaire forestier national (IGN) [202] |
| | Nord-est | 59 | 52 | 56 | 37 | |
| | Nord-ouest | 61 | 52 | 56 | 37 | |
| | Sud-est | 34 | 52 | 56 | 35 | |
| | Sud-ouest | 48 | 52 | 56 | 24 | |
| Outre-mer inclus dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guyane | 166 | n.d | n.d | n.d | ONF-CIRAD [328] |
| | Guadeloupe | 49 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Martinique | 48 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Réunion | 5 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Mayotte | 75 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| Autres territoires | | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

Tableau 56 : Stocks de carbone (tC/ha) dans la biomasse vivante aérienne des terres non forestières

| | Zone arborée | Zone arbustive | Zone herbacée | Zone nue | Source de données |
|-----------------------|--------------|----------------|------------------------|----------|-------------------|
| Prairies | Idem forêt | 5 | 0 | | Estimation |
| Cultures | 12 (vergers) | 4 (vignes) | 0 (cultures annuelles) | | [493] |
| Zones humides | | | | 0 | Estimation |
| Zones artificialisées | Idem forêt | | 0 | 0 | Estimation |
| Autres terres | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

La biomasse vivante souterraine

La biomasse vivante souterraine inclut l'ensemble des racines à l'exception des racines fines prises en compte dans la litière et le carbone organique du sol.

Dans l'inventaire français, les stocks et les variations de stock de carbone de la biomasse racinaire sont directement en lien avec la biomasse vivante aérienne. Ils sont estimés grâce à des facteurs d'expansion racinaire.

Tableau 57 : Stocks de carbone (tC/ha) dans la biomasse vivante racinaire des terres forestières

| Périmètre | Région | Feuillus | Mixte | Résineux | Peupliers | Source de données |
|---|------------|----------|-------|----------|-----------|---|
| France métropolitaine (5 interrégions) | Centre-est | 20 | 16 | 17 | 13 | Inventaire forestier national (IGN) [202] |
| | Nord-est | 18 | 16 | 17 | 11 | |
| | Nord-ouest | 18 | 16 | 17 | 11 | |
| | Sud-est | 10 | 16 | 17 | 11 | |
| | Sud-ouest | 14 | 16 | 17 | 7 | |
| Outre-mer inclus dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guyane | 26 | n.d | n.d | n.d | ONF-CIRAD [328] |
| | Guadeloupe | 11 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Martinique | 10 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Réunion | 1 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| | Mayotte | 17 | n.d | n.d | n.d | ONF [386] |
| Autres territoires | | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

Tableau 58 : Stocks de carbone (tC/ha) dans la biomasse vivante aérienne des terres non forestières

| | Zone arborée | Zone arbustive | Zone herbacée | Zone nue | Source de données |
|-----------------------|--------------|----------------|------------------------|----------|-------------------|
| Prairies | Idem forêt | 2 | 0 | | Estimation |
| Cultures | 4 (vergers) | 1 (vignes) | 0 (cultures annuelles) | | [493] |
| Zones humides | | | | 0 | Estimation |
| Zones artificialisées | Idem forêt | | 0 | 0 | Estimation |
| Autres terres | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

Le bois mort

On considère deux origines au bois mort :

- la mortalité naturelle La mortalité des arbres sur pied est estimée à partir des données de l'IGN [202].
- l'abandon des résidus de récolte lors de l'exploitation des parcelles forestières. Pour les résidus de récolte, 10 % de la partie aérienne récoltée est considérée comme abandonnée sur le site d'exploitation, ce qui correspond à la valeur par défaut du GIEC [199]. Cette valeur est jugée pertinente par les experts forestiers français.

Pour les terres sans changement d'utilisation, aucune variation de stock n'est prise en compte sauf suite aux tempêtes de 1999 et 2009 qui ont modifié fortement les stocks de bois mort en forêt. Pour les terres après changement d'utilisation (boisement et déboisement), le stock de bois mort à l'hectare pris en compte est estimé en métropole entre 1 et 2,5 t C/ha selon les types de peuplement [206]. En Guyane et dans les autres territoires d'Outre-mer hors PTOM, le stock de bois mort est estimé de manière spécifique grâce aux études des données dendrométriques [328, 386].

Tableau 59 : Stocks de carbone (tC/ha) dans le bois mort des terres forestières

| Périmètre | Région | Feuillus | Mixte | Résineux | Peupliers | Source de données |
|---|------------|----------|-------|----------|-----------|-------------------|
| France métropolitaine | | 1,0 | 1,0 | 2,5 | 2,5 | [206] |
| Outre-mer inclus dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guyane | 8,8 | n.d | n.d | n.d | [328] |
| | Guadeloupe | 1,2 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| | Martinique | 1,2 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| | Réunion | 0,1 | n.d | n.d | n.d | [386] |

| | | | | | |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-------|
| Mayotte | 1,9 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| Autres territoires | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

La litière

La litière forestière est constituée :

- des branches mortes au sol de diamètre inférieur au seuil de recensabilité (donc exclues du réservoir bois mort),
- des couches humiques et fumiennes et des feuilles mortes (exclues du réservoir sol),
- des petites racines (exclues du réservoir biomasse vivante souterraine).

Dans l'inventaire français, le stock de carbone à l'hectare constitué par la litière est de 9 t C/ha en métropole [206]. Cette valeur, très difficile à estimer, correspond à la moyenne française des teneurs en carbone des litières forestières pour la métropole. En Guyane et dans les autres territoires d'Outre-mer hors PTOM, le stock de litière est estimé de manière spécifique grâce aux études des données dendrométriques [328, 386]. Aucune variation de stock n'est prise en compte sur les terres sans changement d'utilisation.

Tableau 60 : Stocks de carbone (tC/ha) dans la litière des terres forestières

| Périmètre | Région | Feuillus | Mixte | Résineux | Peupliers | Source de données |
|--|------------|----------|-------|----------|-----------|-------------------|
| France métropolitaine | | 9,0 | 9,0 | 9,0 | 9,0 | [206] |
| | Guyane | 2,0 | n.d | n.d | n.d | [328] |
| Outre-mer inclus dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guadeloupe | 0,6 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| | Martinique | 0,6 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| | Réunion | 0,1 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| | Mayotte | 0,9 | n.d | n.d | n.d | [386] |
| Autres territoires | | n.d | n.d | n.d | n.d | |

n.d : non déterminé

Le carbone du sol

Ce réservoir est constitué du carbone organique dans l'horizon 0-30 cm des sols. Le GIEC [199] subdivise les sols en deux grands types : minéraux et organiques. Les sols minéraux constituent la très grande majorité des sols de France ; les émissions des sols organiques sont actuellement négligées dans l'inventaire.

Les méthodes et données mises en œuvre pour le carbone des sols sont détaillées dans le paragraphe suivant et dans les parties spécifiques à chaque catégorie de terres.

Méthodes et données associées au carbone du sol

Le réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS)

La France bénéficie d'un réseau de mesures de la qualité des sols nommé RMQS, construit à l'initiative du groupement d'intérêt scientifique Sol (GIS Sol), qui regroupe les ministères en charge de l'agriculture et de l'environnement, l'ADEME, le SOeS et l'INRA. D'après la description donnée par le GIS SOL, « Le réseau RMQS repose sur le suivi de 2200 sites répartis uniformément sur le territoire français, selon une maille carrée de 16 km de côté. Des prélèvements d'échantillons de sols, des mesures et des observations sont effectués tous les dix à quinze ans au centre de chaque maille. L'ensemble des opérations réalisées sur un site est détaillé dans le Manuel du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols. La première campagne de prélèvement en métropole s'est déroulée de 2000 à 2009 ». Dans le cadre de l'inventaire des gaz à effet de serre, les données de stock de carbone des sites RMQS ont pu être exploitées à différents niveaux, elles ont été fournies par l'unité Infosol de l'INRA [424]

Calcul de la variation de stock de carbone organique du sol

Les flux de carbone du sol sont estimés par la méthode de variation de stock grâce à l'équation générique du GIEC [199, 672].

Équation 4 (UTCATF) (inspirée de l'équation 3.3.3 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.25 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C_{\text{Minéraux}} = \text{COS}_0 - \text{COS}_{(0-20)} / 20$$

$$\text{COS} = \text{COS}_{\text{REF}} \times F_{\text{UT}} \times F_{\text{RG}} \times F_{\text{A}} \times \text{Surface}$$

Avec :

- ΔC = Variation de stock de carbone du réservoir, tC/an
- $\Delta C_{\text{Minéraux}}$ = Variations annuelles des stocks de carbone des sols minéraux, tC / an
- COS = Stock de carbone organique du sol l'année d'inventaire, tC
- COS_{REF} = Stock de carbone de référence, tC/ha
- F_{UT} = Facteur de variation de stock lié à l'utilisation des terres
- F_{RG} = Facteur de variation de stock lié au régime de gestion (travail du sol principalement)
- F_{A} = Facteur de variation de stock lié aux apports (organiques principalement)
- Surface = Surface de la catégorie de terre concernée, ha

Stocks de carbone de référence (COS_{REF})

Les stocks de carbone du sol de référence (COS_{REF}) correspondent aux stocks de carbone natifs, sous végétation indigène, soit, en France, sous forêt. Les COS_{REF} utilisés correspondent donc aux stocks moyens régionaux observés sous forêt par le RMQS [424] pour la métropole et par l'ONF [328, 386] pour l'Outre-Mer. Tableau 61 : Stocks de carbone de référence pour les sols (sols forestiers)

| Périmètre | Région | tC/ha | Région | tC/ha | Source |
|---|-------------------|------------|----------------------------|-------|---|
| France métropolitaine (22 régions) | Alsace | 53 | Île-de-France | 49 | Réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS) [424] |
| | Aquitaine | 60 | Languedoc-Roussillon | 94 | |
| | Auvergne | 80 | Limousin | 87 | |
| | Basse-Normandie | 97 | Lorraine | 80 | |
| | Bourgogne | 77 | Midi-Pyrénées | 73 | |
| | Bretagne | 70 | Nord-Pas-de-Calais | 79 | |
| | Centre | 57 | Pays de la Loire | 59 | |
| | Champagne-Ardenne | 61 | Picardie | 59 | |
| | Corse | 81 | Poitou-Charentes | 61 | |
| | Franche-Comté | 88 | Provence-Alpes-Côte d'Azur | 84 | |
| | Haute-Normandie | 70 | Rhône-Alpes | 78 | |
| Outre-mer inclus dans le Protocole de Kyoto (5 régions) | Guyane | 100 | | | [328] |
| | Guadeloupe | 15 | | | [386] |
| | Martinique | 14 | | | [386] |
| | Réunion | 2 | | | [386] |
| | Mayotte | 64 | | | [386] |
| Autres territoires | | Non estimé | | | |

Facteur de variation de stock lié à l'utilisation des terres (F_{UT})

Le GIEC propose des valeurs par défaut pour le paramètre F_{UT} pour les cultures ($F_{\text{UT}} = 0.69$) et les prairies ($F_{\text{UT}} = 1$). Ces valeurs par défaut ne sont cependant pas utilisées pour estimer l'impact des changements d'utilisation des terres dans l'inventaire français. En effet le paramètre F_{UT} est estimé

de manière beaucoup plus précise à partir des données du réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) pour les cultures et les prairies. L'approche utilisée pour estimer ce réservoir correspond donc à une approche de niveau 2.

Pour les cultures et les prairies, les F_{UT} sont calculés à partir des stocks de carbone des sols observés par le RMQS en forêts, cultures et prairies sur des zones pédoclimatiques homogènes. Ces zones pédoclimatiques ont été définies selon les principes du GIEC [199], en croisant une cartographie des types de sols avec une cartographie des zones climatiques :

- la carte des zones climatiques a été produite par le JRC [722]. Elle contient 3 grands climats (1 = chaud tempéré humide ; 2 = chaud tempéré sec ; 3 = frais tempéré humide)
- la carte des textures pédologiques a été produite par l'INRA [719]. Elle permet de distinguer cinq niveaux de texture (1 = grossière ; 2 = moyenne ; 3 = moyenne fine ; 4 = fine ; 5 = très fine)

Figure 13 : Cartographie des zones climatiques

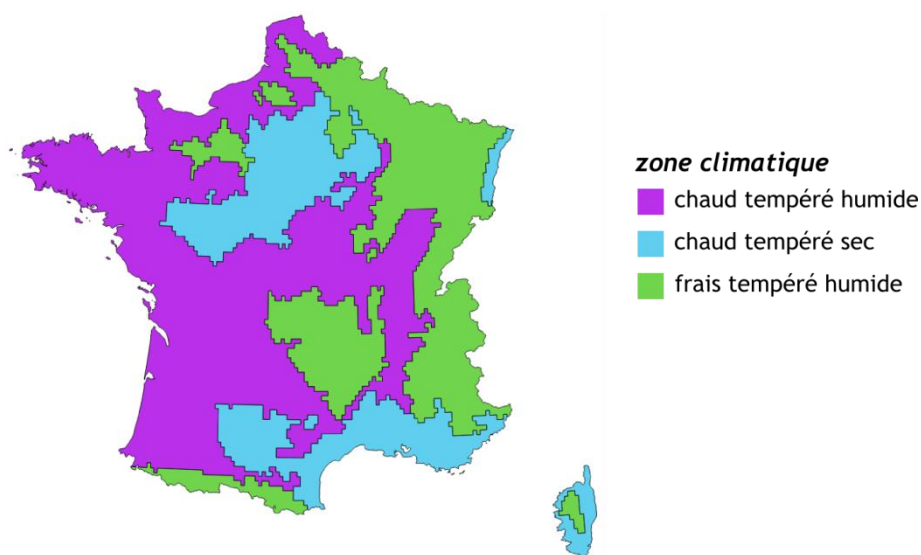
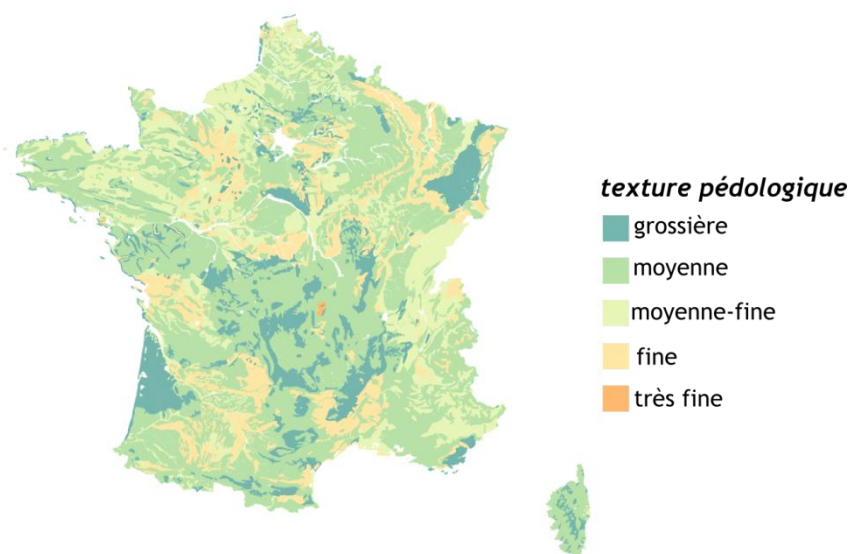
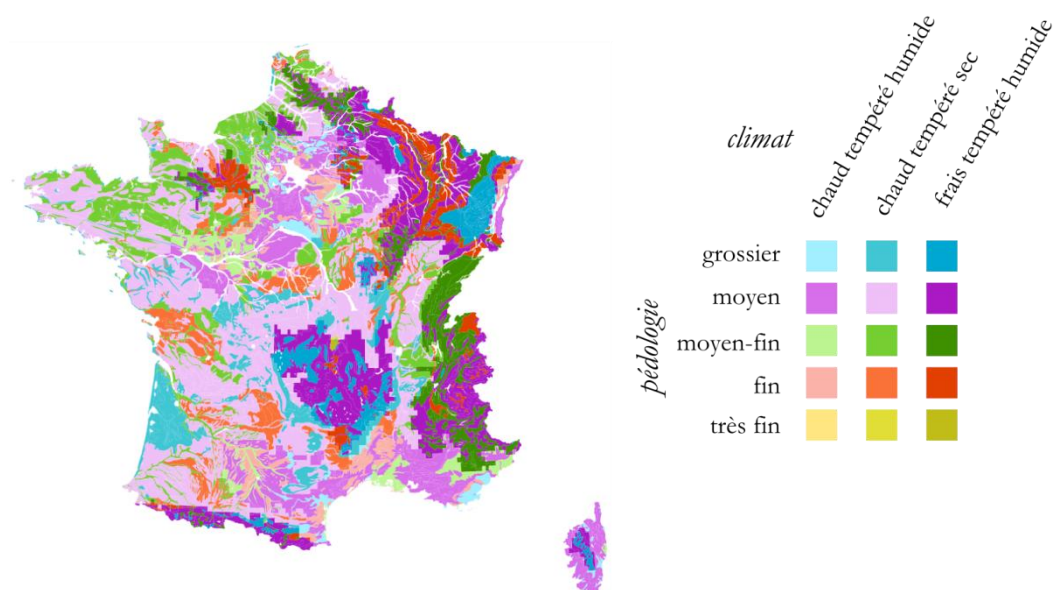


Figure 14 : Cartographie des zones pédologiques (basée sur la texture des sols)



En croisant ces trois cartes, une cartographie avec 15 zones pédoclimatiques, redécoupées par région administrative, a donc été construite :

Figure 15 : Cartographie des zones pédoclimatiques



Pour chacune des 15 zones pédoclimatiques, l'INRA calcule à partir du RMQS [424] le stock moyen pour les occupations suivantes : Cultures, Prairies et Forêt. Au sein de chaque zone pédoclimatique, la différence de stock entre deux occupations différentes est essentiellement liée à cette différence d'occupation et non pas à des critères pédoclimatiques.

Tableau 62 : Stocks de carbone moyens selon les caractéristiques des zones pédoclimatiques (tC/ha)

| Texture | Climat | Occupation | | |
|--------------|----------------------|------------|---------|-------|
| | | Culture | Prairie | Forêt |
| Grossière | chaud tempéré humide | 47 | 74 | 68 |
| | chaud tempéré sec | 36 | 49 | 47 |
| | frais tempéré humide | 71 | 96 | 82 |
| Moyenne | chaud tempéré humide | 50 | 69 | 60 |
| | chaud tempéré sec | 43 | 55 | 83 |
| | frais tempéré humide | 52 | 89 | 79 |
| Moyenne-fine | chaud tempéré humide | 51 | 75 | 66 |
| | chaud tempéré sec | 39 | 63 | 56 |
| | frais tempéré humide | 55 | 97 | 93 |
| Fine | chaud tempéré humide | 48 | 84 | 83 |
| | chaud tempéré sec | 39 | 37 | 68 |
| | frais tempéré humide | 54 | 87 | 81 |

Les différentiels de stock observés dans les zones pédoclimatiques dans chacune des régions sont ensuite combinés pour estimer un paramètre F_{UT} spécifique à chaque région pour les cultures et les prairies à partir de l'équation suivante.

Équation 5 (UTCATF)

$$F_{UT(o,r)} = \sum_z (\text{Surface}_{z,r} \times (\text{COS}_{o,z} / \text{COS}_{\text{forêt},z}) / \text{Surface}_r)$$

Avec :

| | | |
|-----------------|---|---|
| $F_{UT(o,r)}$ | = | Facteur de variation pour l'occupation o (culture / prairie) dans la région r, sans dimension |
| $Surface_{z,r}$ | = | Surface de la zone pédoclimatique z dans la région r, ha |
| $Surface_r$ | = | Surface de la région r, ha |
| $COS_{o,z}$ | = | Stock de carbone pour l'occupation o (culture / prairie) dans la zone pédoclimatique z, tC/ha |
| COS_{foret_z} | = | Stock de carbone pour la forêt dans la zone pédoclimatique z, tC/ha |

Pour les « terres urbanisées », les terres humides et les « autres terres », le RMQS ne dispose pas de mesures représentatives. Le paramètre F_{UT} est donc estimé différemment sur ces catégories de terres. Pour les sols urbains (sols nus et revêtus, enherbés, arborés), des valeurs spécifiques de stock de carbone issues de la littérature scientifique sont utilisés [721]. Aucun stock spécifique n'est pris en compte pour les « zones humides » et les « autres terres » (roches, sable, etc.).

Table 1 : Moyenne des F_{UT} régionaux utilisés (Minimum et Maximum entre parenthèses).

| | Artificiel (nu, revêtu, bâti) | Cultures | Forêt, vergers et artificiel arboré | Prairie et artificiel enherbé | Zones humides | Autres terres |
|--|-------------------------------------|---------------------|---|-------------------------------------|------------------|---------------|
| Artificiel (nu, revêtu, bâti) | 1 | 1.71 (1.36-1.92) | 2.24 (1.82-2.72) | 2.41 (1.60-3.02) | 1 | 1 |
| Cultures | 0.59 (0.52-0.74) | 1 | 1.45 (1.24-1.73) | 1.46 (1.18-1.61) | 1 | 1 |
| Forêt, vergers et artificiel arboré | 0.45 (0.37-0.55) | 0.70 (0.58-0.81) | 1 | 1.03 (0.71-1.15) | 1 | 1 |
| Prairie et artificiel enherbé | 0.42 (0.33-0.62) | 0.69 (0.62-0.84) | 0.98 (0.87-1.41) | 1 | 1 | 1 |
| Zones humides | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Autres terres | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

Facteurs de variation liés à la gestion (F_{RG}) et aux apports (F_A)

Pour les terres sans changement d'utilisation, des variations de stock de carbone du sol sont calculées pour les « terres cultivées restant terres cultivées » et les « prairies restant prairies ». Les méthodes associées et les paramètres F_{RG} et F_A utilisés sont présentés de manière détaillée dans les parties relatives aux terres cultivées et aux prairies. Pour les autres terres sans changement d'utilisation les stocks de carbone du sol sont considérés à l'équilibre et aucune émission n'est calculée.

Pour les terres avec changement d'utilisation des terres, l'équation de base est simplifiée pour ne prendre en compte que les effets liés au changement d'utilisation des terres. Par conséquent $F_{RG} = 1$ et $F_A = 1$.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO_2 , de CH_4 et de N_2O

Voir les différentes sous-parties dédiées aux types de terres.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de NO_x et CO

Voir les différentes sous-parties dédiées aux types de terres.

Emissions d'autres substances

Aucune autre émission n'est estimée pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 02/03/2017 | EM, JPC |

FORETS :

Cette section concerne les émissions/absorptions par les forêts gérées. Deux types de forêt sont distingués : les forêts établies depuis plus de 20 ans (forêts restant forêts) et les forêts issues d'un changement d'usage de la terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée (terres devenant forêts).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4A |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.11.04 à 11.12.15, 11.21.01 à 11.25.00, 11.03.01 et 11.03.02 |
| CITEPA / SNAPc | 11.11.04 à 11.12.15, 11.31.01 à 11.31.16, 11.03.01 et 11.03.02 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [66] EPA - AP42. Janvier 1995
- [92] CITEPA - PAJOT K., GABORIT G. FONTELLE J-P. - Estimation annuelle des émissions de COVNM des sources biotiques dans la basse atmosphère en France (modèle COBRA) - Mai 2003
- [188] AER – Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCB, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour CITEPA, non publié)
- [189] UNFCCC – paragraphe 16 de l'annexe à la Décision 11CP7
- [199] GIEC – Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCATF, 2003

- [200] MAP / SCEES – Publications annuelles Agreste « Récolte de bois et production de sciages »
- [201] INESTENE – Le bois énergie en France
- [202] IGN/IFN – Données spéciales d’après l’inventaire terrain
- [204] GICC 2001 – Gestion des impacts du changement climatique, rapport CARBOFOR, juin 2004
- [294] GUENTHER A-B - Seasonal and spatial variation in natural volatile organic compound emissions. Ecological Application, 1997, vol. 7, pp 34-45
- [297] PROMETHEE - Base de données sur les incendies en zone méditerranéenne sur www.promethee.com
- [298] Ministère de l’Agriculture (MAP), Dossier de presse « Prévention des incendies de forêt », www.agriculture.gouv.fr,
- [493] IFN/FCBA/SOLAGRO - Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, Novembre 2009
- [533] IGN – Communication personnelle, septembre 2012
- [534] ONF – Communication personnelle, septembre 2012
- [594] IGN - <http://inventaire-forestier.ign.fr/>
- [595] VALLET et al – Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France, 2006
- [596] ANDERSEN A. – Biomasse Normandie. Le chauffage domestique au bois – Approvisionnement et marchés. Réalisée pour l'ADEME, 1999
- [598] AFOCEL – CTBA – Communication personnelle
- [602] ONF – Université de Louvain – Analyse du réseau RENECOFOR, 2013
- [672] GIEC 2006 – Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.
- [724] SDIS974, Dispositif de lutte contre les feux de forêts à La Réunion Saison 2015. Présentation du dispositif de lutte contre les feux de forêts. Mercredi 7 octobre 2014
- [725] Feux de végétation - d'après l'etat major de la zone de défense de Guyane
- [726] Orientations Forestières du Département de Mayotte Préfigurant le Programme de la Forêt et du Bois du Département de Mayotte, 2015.
- [795] SIMPSON D. Inventorying emissions from nature in Europe. Journal of Geophysical Research. 1999
- [802] Clement and Tashiro (1991). Forest fires as a source of PCDD and PCDF. 11th International Symposium on Chlorinated dioxins and related compounds, 1991

Plan de la section :

Définitions

Définition de « Forêt »

Définitions de « Gestion forestière » et « Forêt gérée »

Définitions de « forêts restant forêts » et « terres devenant forêts »

Principaux paramètres de calcul pour la forêt

Eléments méthodologiques de l'inventaire forestier produit par l'IGN

Accroissement (ou production brute)

Mortalité

Prélèvements

Bilan forestier

FORÊTS RESTANT FORÊTS

Calcul des variations de stock de carbone des forêts restant forêts (ΔCFF)

Biomasse vivante (Forêts restant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse vivante des forêts restant forêts ($\Delta CFFLB$)

Calcul des pertes pour la biomasse vivante des forêts restant forêts ($\Delta CFFL$)

Calcul des prélèvements de bois des forêts restant forêts (P_{FFij})

Facteurs d'expansion (BEF), tarifs de cubage et facteurs de conversion pour le bois

Prélèvements de bois en Outre-mer

Calcul de la mortalité des forêts restant forêts ($Mortalité_{FFij}$)

Calcul des flux de carbone liés aux tempêtes Lothar, Martin et Klaus

Calcul des émissions liées au brûlage des résidus de récolte

Calcul des émissions liées aux incendies de forêt

Biomasse morte (Forêts restant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse morte des forêts restant forêts ($\Delta CFFDOM$)

Matière organique des sols (Forêts restant forêts)

Calcul de la variation de stock de carbone organique du sol des forêts restant forêts ($\Delta CFFSoils$)

TERRES DEVENANT FORÊTS

Calcul des variations de stock de carbone des terres devenant forêts (ΔCLF)

Biomasse vivante (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse vivante des terres devenant forêts ($\Delta CLFLB$)

Calcul des gains pour la biomasse vivante des terres devenant forêts ($\Delta CLFG$)

Calcul des pertes pour la biomasse vivante des terres devenant forêts ($\Delta CLFL$)

Calcul de la mortalité des terres devenant forêts ($Mortalité_{LFij}$)

Biomasse morte (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone pour la biomasse morte des terres devenant forêts ($\Delta CLFDOM$)

Calcul des variations de stock de carbone pour le bois mort des terres devenant forêts ($\Delta CLFDW$)

Calcul des variations de stock de carbone pour la litière des terres devenant forêts ($\Delta CLFLT$)

Matière organique des sols (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone organique du sol des terres devenant forêts ($\Delta CLFsoil$)

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone 23

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Emissions de N₂O liées au brûlage

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Emissions de NOx*Emissions de NOx liées au brûlage***Emissions de COVNM**

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Emissions de COVNM liées au brûlage

Emissions de CO

Emissions de CO liées au brûlage

Emissions de NH3

Emissions de NH3 liées au brûlage

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**Emissions de PM10, PM2,5, PM1,0****Métaux lourds (ML)****Dioxines et furannes (PCDD-F)****Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)****Polychlorobiphényles (PCB)****Hexachlorobenzène (HCB)****Caractéristiques de la catégorie (uniquement pour le NIR) :**

Définitions

Définition de « Forêt »

En application des accords de Marrakech [189], la France retient, pour sa définition de la forêt, les valeurs minimales suivantes :

- Couverture du sol par les houppiers des essences ligneuses : 10%,
- Superficie : 0,5 ha,
- Hauteur des arbres à maturité : 5 m,
- Largeur : 20 m.

Une forêt peut être constituée soit de formations denses dont les divers étages arborés couvrent une forte proportion du sol, soit de formations claires. Les jeunes peuplements naturels et toutes les plantations composées d'essences ligneuses susceptibles d'atteindre 5 mètres de hauteur à maturité mais dont le houppier ne couvre pas encore 10% de la superficie sont classées dans la catégorie « Forêt », de même que les zones faisant normalement partie des terres forestières, temporairement déboisées par suite d'une intervention humaine ou de phénomènes naturels, mais qui devraient redevenir des forêts dans la limite de 5 ans suivant le déboisement.

Le terme « forêt » inclut les routes qui traversent les forêts, les pare-feux et les autres ouvertures de faible superficie, dont la largeur est inférieure à 20 m. Les haies brise-vent, les rideaux-abris arborés et les couloirs d'arbres ayant une superficie supérieure à 0,5 ha et une largeur de plus de 20 m sont également inclus dans la définition de forêt.

En revanche, les peuplements d'arbres respectant les seuils définis mais dont l'affectation est majoritairement non-forestière (vergers, parcs urbains, jardins etc.) sont exclus de la catégorie « Forêt ».

Cette définition de la forêt est conforme à celle communiquée antérieurement à l'Organisation de l'ONU pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO), dans le cadre notamment de l'enquête GFRA 2005.

Définitions de « Gestion forestière » et « Forêt gérée »

Pour la France, une forêt est **gérée** au sens de la CCNUCC lorsqu'elle fait l'objet d'opérations de gestion forestière visant à administrer ses fonctions écologiques, économiques et sociales. Le terme « opération de gestion forestière » recouvre les actions de coupes ou de travaux forestiers mais également les actions de planification forestière, d'accueil du public en forêt ou de protection des écosystèmes forestiers.

Seules les forêts exclusivement soumises aux processus naturels, en raison notamment d'une accessibilité limitée, sont considérées comme **non gérées**, elles sont estimées à partir des surfaces des « autres forêts » définies par l'IGN qui représentent environ 5% des forêts métropolitaines.

Définitions de « forêts restant forêts » et « terres devenant forêts »

La catégorie des forêts restant forêts correspond à l'ensemble des terres en forêt depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

La catégorie des terres devenant forêts correspond à l'ensemble des terres en forêt depuis moins de 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Principaux paramètres de calcul pour la forêt

Eléments méthodologiques de l'inventaire forestier produit par l'IGN

Les flux de carbone estimés pour la forêt sont en grande partie dérivés des travaux de l'IGN qui produit l'inventaire forestier de la France. Le protocole pour la production des résultats d'inventaire forestier de l'IGN est décrit en détail sur le site internet de l'IGN [594]. L'inventaire forestier repose sur un système d'échantillonnage systématique comportant annuellement environ 80 000 points d'inventaire.

Deux grandes étapes peuvent ensuite être distinguées :

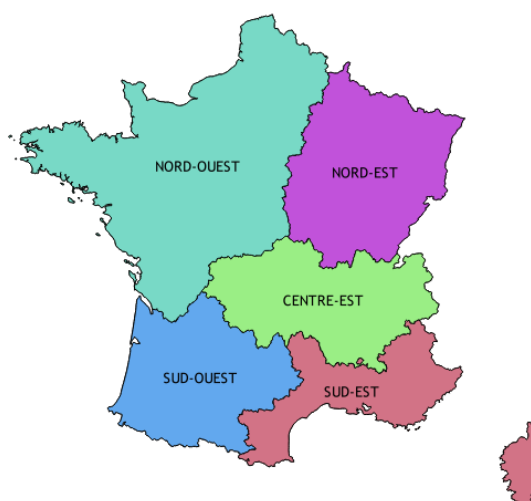
- La photo-interprétation de tous ces points d'inventaire (classification par couverture et usage et estimation des surfaces),
- La visite de terrain sur une partie des points d'inventaire classés en forêt ou landes (estimation de plusieurs dizaines de caractéristiques qualitatives et quantitatives).

L'IGN combine ces différents travaux pour produire annuellement les résultats de l'inventaire forestier.

Accroissement (ou production brute)

En France métropolitaine, l'IGN fournit des estimations de la production brute au sein des forêts de production par type de peuplement et par interrégion (regroupement des 22 anciennes régions en 5 interrégions). Le protocole de terrain de l'inventaire forestier de l'IGN pour estimer ce paramètre de production est décrit sur le site internet de l'IGN [594].

Figure 16 : Carte des interrégions IGN



La production brute annuelle totale de la forêt est estimée en sommant la production des arbres recensables depuis 5 ans (accroissement en volume des 5 dernières années), le recrutement (volume des arbres recensables depuis moins de 5 ans) et la production sur la période précédant leur mort des arbres coupés ou morts durant les 5 dernières années. La production annuelle brute est donc basée sur une estimation de la production sur une période de 5 ans en raison du protocole de collecte des données de terrain. Cette approche se justifie également par la forte variabilité interannuelle de l'accroissement des arbres qui peut ainsi être lissée dans les inventaires d'émission.

La production brute des arbres est estimée à partir des mesures de terrain notamment la circonférence, la hauteur, et l'accroissement radial des arbres présents. Elle est ensuite extrapolée à l'ensemble de la forêt française grâce aux travaux réalisés par photo-interprétation. Pour les arbres recensables depuis 5 ans la production en volume (en m³ de bois fort tige IGN) est estimée par arbre grâce à l'équation suivante :

Équation 6 (Forêts)

$$\text{Production} = V_t - V_{t-5} = V''_t \times (1 - V'_{t-5}/V'_t)$$

Avec :

Production = Volume de production brute sur 5 ans entre l'année t et l'année t-5
 V_t = Volume de l'arbre l'année t
 V_{t-5} = Volume de l'arbre l'année t-5
 V''_t = Volume de l'arbre l'année t estimé par un tarif de cubage à 2 entrées (circonférence, hauteur)
 V'_t = Volume de l'arbre l'année t estimé grâce un tarif de cubage à 1 entrée (circonférence)
 V'_{t-5} = Volume de l'arbre l'année t-5 estimé grâce un tarif de cubage à 1 entrée (circonférence)
 Les volumes V''_t , V'_t , V'_{t-5} (exprimés en bois fort tige IGN) sont estimés à partir de tarifs de cubage spécifiques développés par l'IGN (IGN, 2010) :

- V''_t est fonction de la circonférence à 1,30 m et de la hauteur de l'arbre l'année t.
- V'_t et V'_{t-5} sont estimés par des tarifs de cubage à une seule entrée qui est la circonférence l'année t-5 (déduit de la mesure de l'accroissement radial).

Les tarifs de cubage à une entrée sont moins précis que ceux à deux entrées mais ils permettent de s'affranchir de la hauteur de l'arbre à t-5 qui est inconnue. L'utilisation du ratio V_{1-t-5}/V_{1-t} permet d'atténuer le biais que représente l'usage de tarifs de cubage à une seule entrée.

Explication issue de la méthodologie IGN [594] : « L'accroissement radial des cinq dernières années est mesuré sur tous les arbres vifs inventoriés de la placette. Pour ce faire, les agents de terrain utilisent une tarière de Pressler qui permet d'obtenir une carotte de bois prise à une hauteur de 1,30 m. Cette carotte est ensuite examinée et mesurée à la loupe pour disposer d'un accroissement radial en dixièmes de millimètres sur les cinq dernières années. Le cerne de l'année t n'est marqué qu'à la fin de la saison de végétation, c'est-à-dire vers la fin de l'été ou le début de l'automne. La campagne d'inventaire de l'année t débute en novembre de l'année $t-1$ à un moment où le cerne $t-1$ est pleinement constitué. C'est celui-ci qui est mesuré, ainsi que les quatre précédents, tout au long de la campagne de l'année t . Le cerne mis en place l'année t n'est pas mesuré. Les mesures de l'année n concernent donc bien les années de croissance $t-5$ à $t-1$ exactement.

Il est important de souligner que les méthodes d'inventaire de l'IGN ont changé en 2005 de manière à pouvoir produire des résultats nationaux tous les ans, ce qui n'était pas le cas auparavant. Du fait de ces changements et de la nécessité d'avoir une information fiable et représentative, les résultats d'inventaire forestiers sont actuellement fournis sur des périodes de 5 ans (2005-2009, 2006-2010, 2007-2011, etc).

L'IGN produit des résultats de production brute en volume de bois fort tige IGN ce qui correspond à une unité traditionnellement utilisée dans les inventaires forestiers. Mais il fournit également ces résultats en biomasse totale et en carbone total grâce à l'utilisation de tarifs de cubage et de facteurs de conversion spécifiques. Pour les résultats de production en biomasse totale, l'équation UTCATF3 est également utilisée en revanche le paramètre $V''t$ est exprimé en biomasse totale et est estimé grâce à des tarifs de cubage différents [595] de ceux utilisés pour estimer les volumes en bois fort tige (IGN, 2010). Les données de production fournies par l'IGN sur des périodes de 5 ans (2005-2009, 2006-2010, 2007-2011, etc). Ces données sont traitées par l'IGN pour correspondre aux années médianes 2007, 2008, 2009, etc. dans l'inventaire de GES. Certaines années médianes correspondent donc à des périodes incluant ou non les impacts de la tempête Klaus qui a eu lieu en 2009.

Tableau 2 : Production brute annuelle de biomasse totale aérienne et racinaire (ktC/an) détaillée par interrégion telle qu'elle est fournie par l'IGN (exemple pour l'année 2007)

| | PUREMENT FEUILLU | MIXTE | PUREMENT CONIFERE | PEUPLERAIE | TOTAL |
|---------------|---------------------|--------------|----------------------|------------|---------------|
| CENTRE-EST | 4 120 | 1 370 | 2 707 | 73 | 8 270 |
| NORD-EST | 7 964 | 1 352 | 1 828 | 127 | 11 272 |
| NORD-OUEST | 7 719 | 716 | 1 177 | 383 | 9 996 |
| SUD-EST | 1 882 | 557 | 1 523 | 19 | 3 981 |
| SUD-OUEST | 4 480 | 553 | 2 827 | 133 | 7 993 |
| FRANCE | 26 165 | 4 549 | 10 062 | 736 | 41 512 |

Les données transmises par l'IGN concernent actuellement les années de 2007 à 2012. Ensuite grâce à des données complémentaires, issues de l'IFN, sur la tendance des accroissements depuis 1990 et sur les jeunes peuplements, les accroissements et la mortalité sont estimés sur toute la période depuis 1990 pour les jeunes peuplements et les peuplements matures.

En Outre-mer (zone Kyoto), il n'existe pas de résultats similaires issus d'inventaires forestiers en raison de la faible exploitation forestière et du type de forêt. Des estimations ont donc été produites à partir des données par défaut du GIEC sur les accroissements forestiers. Ces résultats donnent un accroissement supérieur aux pertes dans tous les territoires, il a donc été choisi de manière conservative de conserver une hypothèse de stabilité de la biomasse forestière dans ces territoires

en considérant que l'accroissement permet seulement de compenser les récoltes et ne génère pas de puits supplémentaire.

Mortalité

La mortalité annuelle correspond au volume des arbres qui sont morts durant l'année. En pratique l'IGN estime ce paramètre en mesurant les volumes des arbres morts depuis moins de cinq ans précédant la visite sur le terrain. La mortalité annuelle est estimée à partir des mesures de terrain notamment la circonférence et la hauteur des arbres morts présents. Elle est ensuite extrapolée à l'ensemble de la forêt française grâce aux travaux réalisés par photo-interprétation.

Dans le GIEC 2006, cette grandeur n'est pas clairement présentée elle est supposée incluse dans le paramètre $L_{\text{disturbances}}$ de l'équation 2.11 du GIEC 2006 [672] traitant des pertes de carbone des terres forestières.

L'IGN produit des résultats de mortalité en volume de bois fort tige IGN mais également en biomasse total et en carbone total grâce à l'utilisation de tarifs de cubage (Vallet, 2006) et de facteurs de conversion spécifiques. Les données de mortalité fournies par l'IGN concernent des périodes de 5 ans (2005-2009, 2006-2010, 2007-2011, etc). Ces données sont traitées par l'IGN pour fournir une mortalité « de fond » hors tempête Klaus (la mortalité liée à la tempête Klaus est traitée de manière distincte cf. paragraphe sur les tempêtes). Les résultats obtenus pour ces périodes sont appliqués aux années médianes (2007, 2008, 2009, etc). dans l'inventaire de GES. La mortalité est extrapolée sur toute la période depuis 1990 sur la base de la tendance estimée pour la production.

Tableau 63 : Mortalité annuelle de biomasse totale aérienne et racinaire (ktC/an) détaillée par interrégion telle qu'elle est fournie par l'IGN (exemple pour l'année 2007)

| | PUREMENT FEUILLU | MIXTE | PUREMENT CONIFERE | PEUPLERAIE | TOTAL |
|---------------|---------------------|------------|----------------------|------------|--------------|
| CENTRE-EST | 628 | 152 | 290 | 2 | 1 071 |
| NORD-EST | 372 | 76 | 78 | 5 | 531 |
| NORD-OUEST | 658 | 81 | 61 | 2 | 801 |
| SUD-EST | 360 | 116 | 257 | 0 | 732 |
| SUD-OUEST | 512 | 52 | 51 | 1 | 616 |
| FRANCE | 2 529 | 478 | 735 | 10 | 3 752 |

Prélèvements

Les prélèvements annuels de bois correspondent au volume des arbres qui sont récoltés durant l'année. Ils constituent des pertes de carbone pour les réservoirs de biomasse vivante. Dans le GIEC 2006, cette grandeur correspond aux paramètres L_{fellings} et L_{fuelwood} de l'équation 2.11 traitant des pertes de carbone des terres forestières.

Équation 7 (Forêts) (basée sur l'équation 2.11 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta\text{CFF}_L = L_{\text{wood-removals}} + L_{\text{fuelwood}} + L_{\text{disturbances}}$$

Avec :

| | | |
|----------------------------|---|---|
| ΔCFF_L | = | Perte annuelle de carbone due à la perte de biomasse dans les forêts restant forêts, t C/an |
| $L_{\text{wood-removals}}$ | = | Perte annuelle de carbone due aux récoltes commerciales de bois, t C/an |
| L_{fuelwood} | = | Perte annuelle de carbone due aux récoltes de bois énergie, t C/an |
| $L_{\text{disturbances}}$ | = | Pertes de carbone liées aux perturbations (pertes sans récolte), t C/an |

Les prélèvements de bois sont actuellement déterminés en combinant deux sources :

- D'une part des données de prélèvement de bois sont produites de façon directe par l'IGN lors de son inventaire forestier national (source « directe »)
- D'autre part, le GIEC propose un modèle qui permet d'évaluer indirectement ces prélèvements, à partir des statistiques de ventes de bois d'œuvre et d'industrie (source « modèle »)

Ces deux sources, « directe » et « modèle », sont ensuite combinées pour évaluer le volume des prélèvements (cf. section sur les méthodes d'estimation des émissions pour plus de détails).

Bilan forestier

Tableau 64 : Paramètres et bilan pour la biomasse forestière totale en métropole (ktC/an)

| | Accroissement | Mortalité | Prélèvements | Bilan |
|------|---------------|-----------|--------------|--------|
| 1990 | 35 895 | -3 250 | -21 974 | 10 671 |
| 1991 | 36 196 | -3 275 | -22 937 | 9 984 |
| 1992 | 36 514 | -3 302 | -23 428 | 9 784 |
| 1993 | 36 848 | -3 331 | -21 912 | 11 606 |
| 1994 | 37 175 | -3 361 | -21 811 | 12 003 |
| 1995 | 37 505 | -3 394 | -21 898 | 12 212 |
| 1996 | 37 845 | -3 425 | -21 131 | 13 289 |
| 1997 | 38 180 | -3 455 | -21 437 | 13 288 |
| 1998 | 38 516 | -3 484 | -21 097 | 13 935 |
| 1999 | 38 830 | -3 512 | -38 406 | -3 088 |
| 2000 | 39 166 | -3 544 | -24 815 | 10 808 |
| 2001 | 39 493 | -3 574 | -21 861 | 14 058 |
| 2002 | 39 802 | -3 603 | -19 664 | 16 536 |
| 2003 | 40 128 | -3 631 | -18 966 | 17 531 |
| 2004 | 40 492 | -3 663 | -19 227 | 17 602 |
| 2005 | 40 824 | -3 692 | -18 848 | 18 284 |
| 2006 | 41 160 | -3 722 | -18 370 | 19 068 |
| 2007 | 41 512 | -3 752 | -18 420 | 19 340 |
| 2008 | 41 886 | -4 268 | -17 984 | 19 635 |
| 2009 | 42 797 | -4 185 | -25 541 | 13 070 |
| 2010 | 41 497 | -3 969 | -21 274 | 16 254 |
| 2011 | 40 169 | -4 681 | -20 775 | 14 713 |
| 2012 | 40 659 | -4 604 | -18 734 | 17 320 |
| 2013 | 40 348 | -4 767 | -18 301 | 17 280 |
| 2014 | 40 043 | -4 920 | -19 154 | 15 970 |
| 2015 | 39 741 | -5 073 | -19 550 | 15 118 |

Méthode générale d'estimation des émissions (uniquement pour le NIR) :

FORÊTS RESTANT FORÊTS

Calcul des variations de stock de carbone des forêts restant forêts (ΔCFF)

La catégorie des forêts restant forêts correspond à l'ensemble des terres en forêt depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC). Cette section vise essentiellement l'estimation des variations de stock de carbone pour chacun des réservoirs de carbone identifié par le GIEC. Cette estimation est illustrée par l'équation suivante inspirée du GIEC 2006 [672].

Équation 8 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.3 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF = (\Delta CFF_{LB} + \Delta CFF_{DOM} + \Delta CFF_{Soils})$$

Avec :

ΔCFF = Variation de stock annuelle dans l'ensemble des stocks de carbone des forêts restant forêts, t C/an

| | | |
|----------------------|---|---|
| ΔCFF_{LB} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse vivante (aérienne et souterraine) des forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCFF_{DOM} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse morte (bois mort et litière inclus) des forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCFF_{Soils} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la matière organique du sol des forêts restant forêts, t C/an |

Biomasse vivante (Forêts restant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse vivante des forêts restant forêts (ΔCFF_{LB})

Le stock de carbone de ce réservoir évolue au cours du temps, dans l'inventaire français ses variations sont estimées à partir des accroissements, de la mortalité, des prélèvements forestiers et prennent en compte certains événements exceptionnels comme les tempêtes ou les feux de forêts (cf. la partie qui précède *Caractéristiques de la catégorie*). Les variations de stocks de carbone de la biomasse vivante des forêts restant forêts sont estimées par la méthode des flux.

Équation 9 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.4 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF_{LB} = (\Delta CFF_G - \Delta CFF_L)$$

Avec :

| | | |
|-------------------|---|---|
| ΔCFF_{LB} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse vivante (aérienne et souterraine) des forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCFF_G | = | Gain annuel en carbone de la biomasse vivante, t C/an |
| ΔCFF_L | = | Perte annuelle en carbone de la biomasse vivante, t C/an |

Calcul des gains pour la biomasse vivante des forêts restant forêts (ΔCFF_G)

Pour estimer l'accroissement des arbres ; en forêts restant forêts, le GIEC propose la méthode suivante.

Équation 10 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.9 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF_G = \sum_{ij} (A_{FF_{ij}} \bullet GTOTAL_{FF_{ij}}) \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|--------------------|---|---|
| ΔCFF_G | = | Accroissement annuel en carbone dans les forêts restant forêts, t C/an |
| $A_{FF_{ij}}$ | = | Surfaces de forêts restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m), ha |
| $GTOTAL_{FF_{ij}}$ | = | Accroissement moyen annuel en matière sèche (MS) sur les forêts restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m), t MS/ha/an |
| CF | = | Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS |

Cette équation est appliquée dans l'inventaire français avec n = 4 types de forêt (feuillus, résineux, mixtes et peupliers) et m = 5 régions climatiques (Nord-Ouest, Nord-Est, Centre-Est, Sud-Ouest, Sud-Est). A partir des accroissements sur la forêt totale, sont calculés les accroissements pour les deux sous-catégories de forêt de l'inventaire : les terres devenant forêt et les forêts restant forêt.

Équation 11 (Forêts)

$$GTOTAL_{FF_{ij}} = GTOTAL_{ij} \bullet A_{FF_{ij}} \bullet Acc_{FF_{ij}} / (A_{FF_{ij}} \bullet Acc_{FF_{ij}} + A_{LF_{ij}} \bullet Acc_{LF_{ij}})$$

Avec :

| | | |
|--------------------|---|---|
| $GTOTAL_{FF_{ij}}$ | = | Accroissement normalisé moyen annuel en matière sèche (MS) sur les forêts restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m), t MS/ha/an |
|--------------------|---|---|

| | | |
|----------------------|---|--|
| GTOTAL _{ij} | = | Accroissement moyen annuel en MS sur les forêts, tMS/an |
| A_FF _{ij} | = | Surfaces des forêts restant forêts, ha |
| A_LF _{ij} | = | Surfaces des terres devenant forêts, ha |
| Acc_FF _{ij} | = | Accroissement moyen annuel en MS sur les forêts restant forêt, t MS/ha/an |
| Acc_LF _{ij} | = | Accroissement moyen annuel en MS sur les terres devenant forêt, t MS/ha/an |

Calcul des pertes pour la biomasse vivante des forêts restant forêts (ΔCFF_L)

Pour les pertes de carbone en forêt restant forêt l'équation suivante est utilisée.

Équation 12 (Forêts)

$$\Delta CFF_L = \sum_{ij} (P_FF_{ij} + Mortalité_FF_{ij}) \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|----------------------------|---|---|
| ΔCFF_L | = | Pertes totales |
| P_FF _{ij} | = | Prélèvements de bois (bois matériau et bois énergie) |
| Mortalité_FF _{ij} | = | Mortalité moyenne annuelle en matière sèche (MS) sur les forêts restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m), t MS/ha/an |
| CF | = | Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS |

Calcul des prélèvements de bois des forêts restant forêts (P_FF_{ij})

Dans l'inventaire français, il est considéré que tous les prélèvements ont lieu sur les forêts restant forêt, les prélèvements de bois ne sont donc pas répartis entre forêts restant forêts et terres devenant forêts.

Méthode « directe »

Depuis l'édition 2012, les inventaires UTCATF intègre une nouvelle donnée issue de l'IGN : l'estimation des prélèvements en forêt [202]. En effet avec la mise en place de la nouvelle méthode d'échantillonnage de l'IGN en 2005, une nouvelle donnée est désormais disponible en plus de la production et de la mortalité, il s'agit du « prélèvement direct » en forêt sur des périodes de 5 ans.

Explication issue de la méthodologie IGN [594] : *Pour estimer les prélèvements, l'IGN revient sur toutes les placettes « forêt » et « peupleraie » inventoriées cinq ans auparavant et sur lesquelles des arbres vivants avaient été observés. Le choix du pas de temps de cinq ans correspond à la période d'évaluation des autres flux (croissance des arbres et mortalité). [...] Sur les points où au moins un prélèvement de moins de 5 ans est signalé, chaque arbre qui était vivant et inventorié au passage précédent est noté comme coupé ou non. Un arbre est noté coupé, que la grume soit vidangée ou non et que la souche soit déracinée ou non.*

Cette information est disponible pour des périodes de 5 ans 2005-2009, 2006-2010, 2007-2011, etc. Elle comptabilise les arbres prélevés en forêt entre deux campagnes d'inventaire forestiers et permet d'évaluer, avec une incertitude faible, les volumes de bois récoltés en forêt. Il s'agit d'une information nouvelle qui n'est pour l'instant utilisée dans l'inventaire de GES que pour fixer le niveau moyen¹⁷ de prélèvements sur la période commençant en 2005 pour chacune des 5 régions climatiques (Centre-est, Nord-est, etc.).

¹⁷ A noter qu'il ne s'agit pas d'une moyenne arithmétique des prélèvements sur la période couverte mais d'une moyenne pondérée pour laquelle les années centrales « pèsent » plus que les années extrêmes.

L'IGN produit des résultats de prélèvement en volume de bois fort tige IGN mais également en biomasse total et en carbone total grâce à l'utilisation de tarifs de cubage (Vallet, 2006) et de facteurs de conversion spécifiques. Ces données ne sont donc pas encore utilisées pour estimer la tendance des prélèvements en forêt ni pour estimer le type de forêt dans lequel ont lieu les prélèvements. Les résultats de l'IGN concernent les prélèvements sur les terres forestières y compris celles qui seront finalement défrichées cette donnée est donc modifiée pour correspondre uniquement au prélèvement de bois en forêt au sens de la CCNUCC. Les prélèvements sur les terres défrichées sont estimées par l'IGN à environ 1,5 Mm3 de bois fort tige sur les années couvertes.

Équation 13 (Forêts)

$$P_{\text{Foret_IGN}} = P_{\text{Total_IGN}} - P_{\text{Défrichement_IGN}}$$

Avec :

| | | |
|--------------------------------|---|--|
| $P_{\text{Foret_IGN}}$ | = | Prélèvement dans les forêts, t C/an |
| $P_{\text{Total_IGN}}$ | = | Prélèvement dans les forêts et sur les terres défrichées selon l'IGN, t C/an |
| $P_{\text{Défrichement_IGN}}$ | = | Prélèvement sur les terres défrichées selon l'IGN, t C/an |

Méthode « modèle »

La méthode dite « directe » (présentée ci-dessus) se substitue seulement partiellement à la méthode dite « modèle » préalablement en place qui estime les récoltes à partir des statistiques de vente de bois d'œuvre et de consommation de bois énergie. Car, pour pouvoir estimer les prélèvements depuis 1990 et appréhender le devenir du bois prélevé (savoir s'il est récolté, brûlé sur site, laissé en décomposition), il est nécessaire de conserver la méthode « modèle », la méthode directe servant de valeur de référence pour les années les plus récentes.

Les prélèvements de bois en forêt rapportés dans l'inventaire UTCATF sont donc cohérents avec les résultats de l'IGN obtenus par la méthode « directe », mais il est nécessaire de conserver la méthode « modèle » pour avoir un ensemble cohérent sur l'ensemble de la période inventaire et des données adaptées au rapportage dans les inventaires d'émissions. La méthode « modèle correspond à la méthode GIEC d'estimation des prélèvements.

Équation 14 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.12 du GIEC 2006 [672])

$$L_{\text{wood-removals}} = H \bullet D \bullet BEF_R \bullet (1+R) \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|----------------------------|---|--|
| $L_{\text{wood-removals}}$ | = | Perte annuelle de carbone due aux récoltes de bois commercial, tC/an |
| H | = | Volume de bois commercial récolté annuellement, m ³ /an |
| D | = | Densité du bois, t MS/m ³ |
| BEF_R | = | Facteur d'expansion applicable aux volumes récoltés, sans unité |
| R | = | ratio racine/aérien, sans unité |
| f_{BL} | = | fraction laissée en décomposition |
| CF | = | Fraction en carbone de la matière sèche, t C/t MS |

Équation 15 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.13 du GIEC 2006 [672])

$$L_{\text{fuelwood}} = FG \bullet D \bullet BEF_R \bullet (1+R) \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|-----------------------|---|--|
| L_{fuelwood} | = | Perte annuelle de carbone due aux récoltes de bois énergie, t C/an |
|-----------------------|---|--|

| | | |
|------------------|---|---|
| FG | = | Volume de bois énergie récolté annuellement, m ³ /an |
| D | = | Densité du bois, t MS/m ³ |
| BEF _R | = | Facteur d'expansion applicable aux volumes récoltés, sans unité |
| R | = | ratio racine/aerien, sans unité |
| CF | = | Fraction en carbone de la matière sèche, t C/t MS |

La méthode « modèle » est basée sur l'estimation de deux valeurs :

➤ les **récoltes commerciales**, issues des statistiques de ventes de bois d'œuvre et d'industrie. En métropole, l'enquête annuelle de branche sur « exploitation forestière et scierie » du SSP (EAB) fournit les volumes de récoltes commerciales de bois à l'échelle régionale [200].

les **récoltes non commerciales**. Il s'agit essentiellement de prélèvement pour le **bois de feu**, (soit une partie du prélèvement de bois énergie), qui doit spécifiquement être estimée. Bien que l'évaluation des volumes transitant par cette filière soit difficile de par la nature diffuse de l'activité, l'utilisation de bilans de consommation de biomasse à des fins énergétiques (résidentiel, tertiaire, chauffage urbain, industrie, etc.) permet de disposer d'une estimation réaliste des volumes prélevés. Ainsi, la consommation globale de bois énergie est fournie par le SOeS [1] mais cette donnée doit être adaptée pour estimer la récolte de bois énergie sur les terres forestières. Tout d'abord une partie du bois utilisé comme bois de feu provient d'une seconde vie d'un bois commercial (par exemple, brûlage d'une table en bois), une estimation du taux de recyclage des produits bois est donc prise en compte afin de ne pas effectuer de double comptage. Ce taux est estimé à 5% du bois énergie consommé dans le résidentiel [596]. Cette étude estime également que 70% du bois de feu consommé par les ménages est issu de forêt, les 25% restant représentant un prélèvement sur une autre ressource en bois (agriculture, etc.). Combinées avec des résultats de l'INESTENE [201], il a été possible de ventiler les quantités en fonction de leur provenance (forêts, bosquets ou haies, vergers et vignes) pour chacune des régions [493]. Ensuite une grande partie du bois consommé dans l'industrie correspond en fait à des connexes de scieries, ces consommations de bois dans l'industrie ne sont donc pas prises en compte pour éviter un double compte à l'exception du surplus de consommation observé depuis 2007 en raison de la production croissante de plaquettes supposées prélevées sur la ressource forestière. Enfin il existe un décalage entre la consommation de bois dans le résidentiel et sa récolte en forêt. En moyenne on considère que le bois énergie est conservé entre 2 et 3 ans ce qui signifie que la récolte de bois d'une année *i* peut être estimée de la manière suivante.

Équation 16 (Forêts)

$$\text{Récolte_BE}_{(i)} = (\text{Frac}_1 \bullet \text{Conso_BE}_{(i+2)} + \text{Frac}_2 \bullet \text{Conso_BE}_{(i+3)}) \bullet \text{FCV}$$

Avec :

| | | |
|---------------------------|---|---|
| Récolte_BE _(i) | = | Récolte de bois énergie l'année <i>i</i> , m ³ |
| Frac ₁ | = | Part de la consommation de l'année <i>i</i> +2 correspondant à du bois récolté l'année <i>i</i> |
| Frac ₂ | = | Part de la consommation de l'année <i>i</i> +3 correspondant à du bois récolté l'année <i>i</i> |
| Conso_BE _(i+2) | = | consommation de bois énergie de l'année <i>i</i> +2, tep |
| Conso_BE _(i+3) | = | consommation de bois énergie de l'année <i>i</i> +3, tep |
| FCV | = | Facteur de conversion en volume, m ³ /tep |

Malheureusement, Il n'est pas possible aux exploitants forestiers de prévoir quelle sera la consommation de bois énergie dans les années futures *i*+2 ou *i*+3, cette méthode ne permet donc pas d'estimer la récolte de bois énergie de manière fiable. Par conséquent, une autre approche a été privilégiée. Il a été supposé que les exploitants forestiers constituent des stocks permettant d'assurer deux années successives avec des consommations de bois très fortes. Ces stocks leur permettent donc de satisfaire la demande en bois et de reconstituer ces derniers en fonction de la

consommation de l'année en cours et de l'année précédente. Il a ainsi été estimé que la récolte annuelle de bois énergie pouvait être approchée en moyennant les deux dernières années de consommation de bois énergie.

Équation 17 (Forêts)

$$\text{Récolte_BE}_{(i)} = (\text{Conso_BE}_{(i)} + \text{Conso_BE}_{(i-1)}) / 2 \bullet \text{FCV}$$

Avec :

| | | |
|---------------------------|---|--|
| Récolte_BE _(i) | = | Récolte de bois énergie l'année i |
| Conso_BE _(i) | = | consommation de bois énergie de l'année i |
| Conso_BE _(i-1) | = | consommation de bois énergie de l'année i-1 |
| FCV | = | Facteur de conversion en volume, m ³ /tep |

Dans l'inventaire actuel, le facteur de conversion en volume (FCV) est estimé à 4,5 m³/tep sur la base des estimations suivantes pour le bois énergie : 18GJ/t et 0.147 tep/stère et un facteur de densité moyen de 0.51 t/m³ obtenu à partir de CARBOFOR [204]. Pour l'industrie la consommation de bois est supposée essentiellement composée de sous-produits de l'industrie du bois (déjà pris en compte dans les récoltes de bois (grumes et industrie) sauf sur les années récentes pour lesquelles le développement du bois énergie génère un prélèvement additionnel sur la ressource.

- les récoltes de bois d'œuvre et le bois énergie ne sont pas indépendantes (une partie des arbres coupés pour produire du bois d'œuvre ou d'industrie part en bois énergie)
- les statistiques de récolte de bois ne différencient pas les récoltes de bois issues de terres forestières ou de terres défrichées,
- les statistiques de consommation de bois énergie ne distinguent pas la source du bois énergie consommé.

Tableau 65 : Récoltes de bois matériau et de bois énergie en Métropole depuis 1990.

| ANNEE | BOIS D'OEUVRE (feuillus) (1000 m ³) | BOIS D'OEUVRE (résineux) (1000 m ³) | BOIS D'INDUSTRIE (feuillus) (1000 m ³) | BOIS D'INDUSTRIE (résineux) (1000 m ³) | BOIS ENERGIE (ktep) |
|-------|---|---|--|--|------------------------|
| 1990 | 10 156 | 15 260 | 5 194 | 5 808 | 7 897 |
| 1991 | 9 724 | 14 077 | 5 435 | 6 283 | 8 347 |
| 1992 | 9 043 | 13 340 | 5 459 | 6 513 | 9 085 |
| 1993 | 8 033 | 12 509 | 4 732 | 5 901 | 9 203 |
| 1994 | 8 131 | 13 767 | 5 479 | 6 876 | 8 649 |
| 1995 | 8 290 | 14 374 | 5 523 | 7 271 | 7 992 |
| 1996 | 7 771 | 13 649 | 4 820 | 6 130 | 7 929 |
| 1997 | 7 845 | 14 245 | 5 342 | 6 495 | 8 058 |
| 1998 | 7 863 | 15 107 | 5 228 | 6 342 | 7 715 |
| 1999 | 7 952 | 15 240 | 5 366 | 6 503 | 7 353 |
| 2000 | 9 598 | 22 619 | 5 342 | 8 561 | 7 035 |
| 2001 | 7 642 | 18 952 | 4 788 | 8 477 | 6 747 |
| 2002 | 6 002 | 16 631 | 4 913 | 7 146 | 6 571 |
| 2003 | 5 719 | 15 120 | 5 142 | 6 283 | 6 458 |
| 2004 | 5 671 | 15 240 | 5 355 | 6 826 | 6 604 |
| 2005 | 6 076 | 14 803 | 5 413 | 6 805 | 6 759 |
| 2006 | 5 854 | 15 633 | 5 166 | 6 818 | 6 783 |
| 2007 | 6 343 | 16 427 | 5 344 | 6 840 | 6 604 |
| 2008 | 6 086 | 15 048 | 4 983 | 6 384 | 6 638 |
| 2009 | 5 228 | 17 216 | 4 113 | 8 235 | 6 928 |
| 2010 | 5 164 | 15 922 | 4 411 | 9 819 | 7 443 |
| 2011 | 5 479 | 15 427 | 4 418 | 7 857 | 7 726 |
| 2012 | 4 924 | 13 216 | 4 636 | 6 414 | 7 324 |
| 2013 | 4 809 | 13 624 | 4 089 | 5 716 | 7 372 |

| | | | | | |
|------|-------|--------|-------|-------|-------|
| 2014 | 5 209 | 14 135 | 4 726 | 6 395 | 7 688 |
| 2015 | 5 127 | 13 785 | 4 663 | 6 039 | 7 596 |

Les prélèvements sont estimés par la méthode « modèle » avec l'équation suivante.

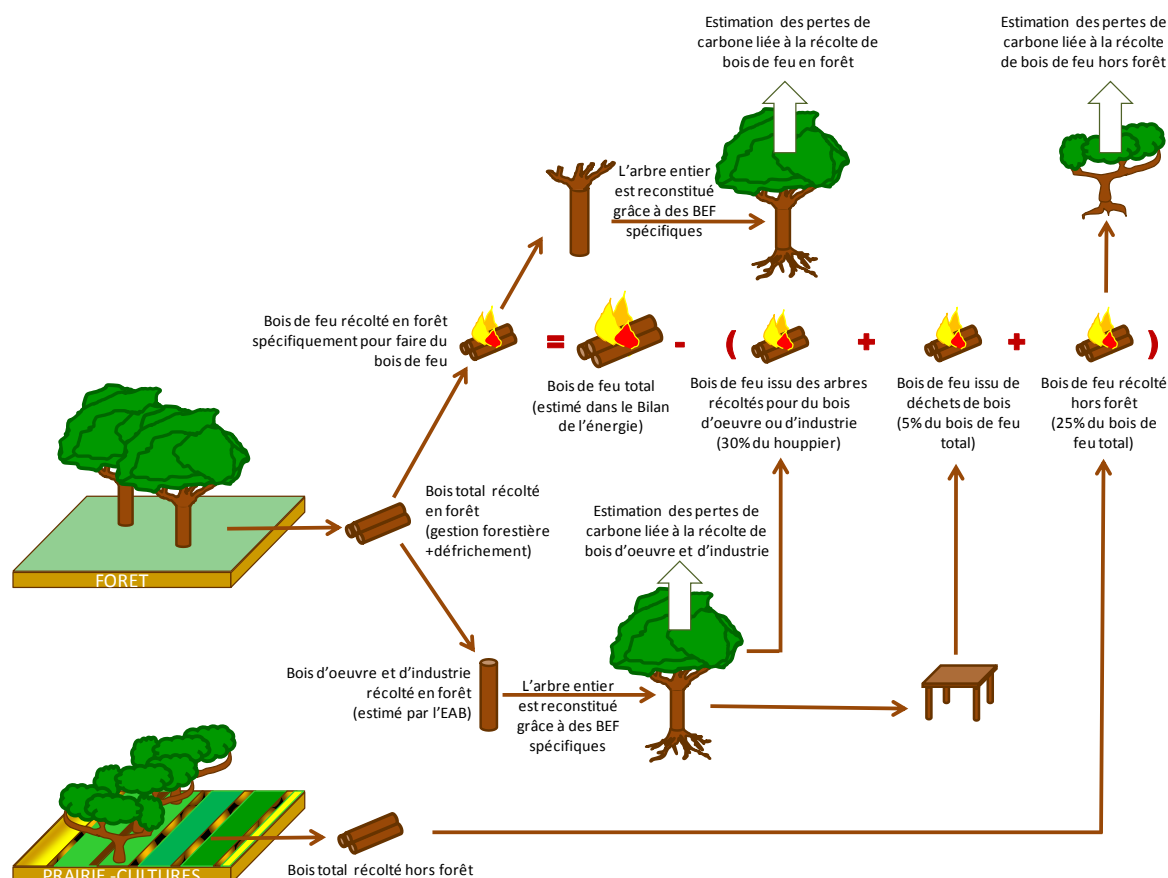
Équation 18 (Forêts)

$$P_{\text{modèle}_i} = \text{Récoltes_SSP}_i \bullet \text{BEF} + \text{Récolte_BE}_{(i)} \bullet (1 - \% \text{hors_forêt} - \% \text{houppiers}) \bullet \text{BEF_BE} - R_{\text{Défrichement_Modele}_i}$$

Avec :

| | | |
|-------------------------------------|---|--|
| $P_{\text{modèle}_i}$ | = | Prélèvement de bois l'année i estimé par la méthode « modèle » |
| Récoltes_SSP_i | = | Récoltes commerciale de bois matériau estimée par le SSP pour l'année i |
| BEF | = | Facteur d'expansion de biomasse applicable aux récoltes de bois matériau |
| $\text{Récolte_BE}_{(i)}$ | = | Récolte de bois énergie estimée pour l'année i |
| $\% \text{hors_forêt}$ | = | Part du bois énergie récolté en forêt |
| $\% \text{houppiers}$ | = | Part des houppiers exploités pour du bois énergie |
| BEF_BE | = | Facteur d'expansion de biomasse applicable aux récoltes de bois énergie |
| $R_{\text{Défrichement_Modele}_i}$ | = | Prélèvement de bois estimé pour l'année i sur les terres défrichées par la méthode basée sur les matrices de changement d'utilisation des terres |

Figure 17 : Représentation schématique de la méthode (dite « modèle ») d'estimation des émissions liées aux récoltes de bois)



Il existe donc deux méthodes pour estimer les prélèvements en forêt, la méthode « modèle » basée sur les lignes directrices du GIEC 2006 et la méthode « directe » de mesure des prélèvements par

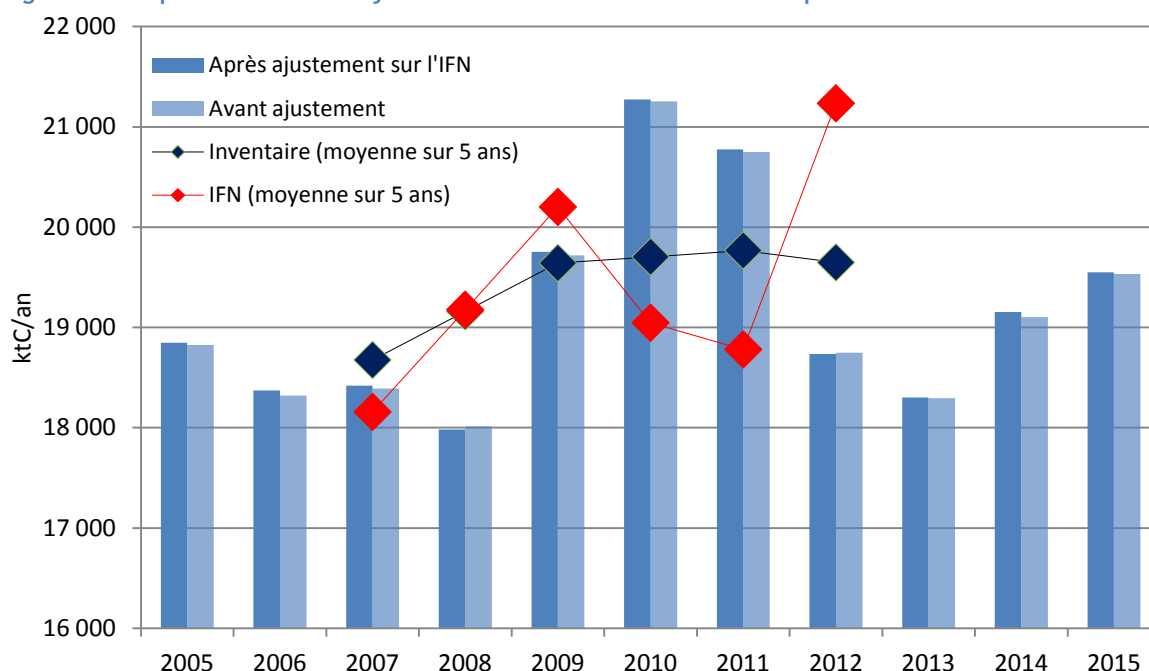
l'IGN. Ces deux méthodes sont combinées dans l'inventaire de GES actuel et les prélèvements sont estimés à partir de l'équation suivante.

$$\text{Prélèvement}_i = P_{\text{modèle}_i} \bullet P_{\text{Foret_IGN}_{2005/20xx}} / P_{\text{modèle}_{2005/20xx}}$$

Avec :

Prélèvement_i = Prélèvement de bois estimé pour l'année i
 P_{modèle_i} = Prélèvement de bois estimé pour l'année i à partir des données commerciales de bois matériau et des consommations de bois énergie
 P_{Foret_IGN_{2005/20xx}} = Prélèvement de bois estimé sur la période 2005-20xx par la méthode directe de l'IGN
 P_{modèle_{2005/20xx}} = Prélèvement de bois estimé sur la période 2005-20xx à partir des données commerciales de bois matériau et des consommations de bois énergie.

Figure 18 : Représentation de l'ajustement sur la base des données de prélèvement direct issues de l'IFN



$$P_{FF_{ij}} = \text{Prélèvement}_{ij}$$

Avec :

P_{FF_{ij}} = Prélèvement de bois estimé en forêt restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m)
 Prélèvement_{ij} = Prélèvement de bois estimé, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m)

Facteurs d'expansion (BEF), tarifs de cubage et facteurs de conversion pour le bois

Pour les résultats produits par l'IGN, les volumes de biomasse totale sont obtenus par des tarifs de cubage [595] à savoir des équations qui peuvent s'appliquer aux caractéristiques de chaque arbre (espèce, circonférence, hauteur). Dans la méthode « modèle » il n'est pas possible d'utiliser ces tarifs de cubage, le GIEC propose donc l'utilisation de facteurs d'expansion de biomasse (BEF).

Malheureusement ces BEF sont très difficiles à appliquer en dehors de leur propre périmètre d'étude. Pour cette raison, dans la méthode « modèle » les BEF utilisés sont des BEF spécifiques à la forêt française calculés à partir de la ressource sur pied et des tarifs de cubage utilisés par l'IGN. Les

facteurs actuellement utilisés dans l'inventaire sont fournis par l'IGN, ils sont très proches des résultats disponibles dans le rapport CARBOFOR [204].

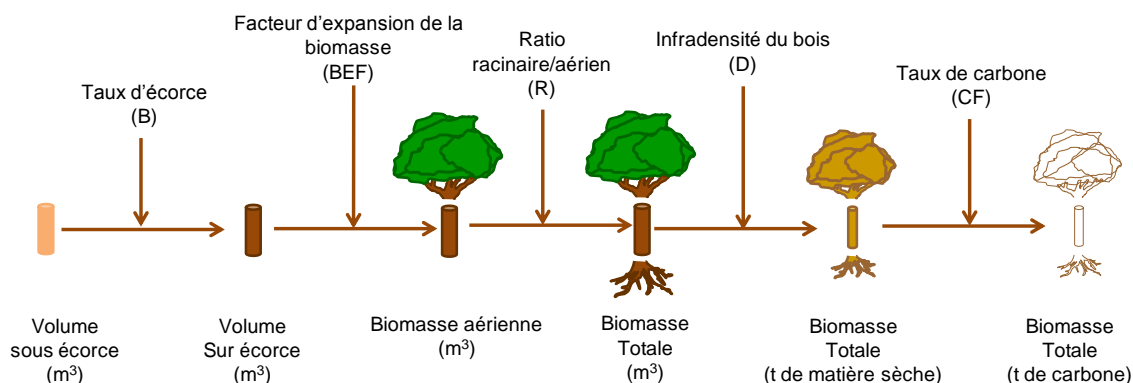
Tableau 66 : Facteurs d'expansion utilisés pour les prélèvements de bois matériau

| | PUREMENT FEUILLU | MIXTE | PUREMENT CONIFERE | PEUPLERAIE |
|---------------|------------------|-------------|-------------------|-------------|
| CENTRE-EST | 1.65 | 1.45 | 1.27 | 1,42 |
| NORD-EST | 1.56 | 1.47 | 1.25 | 1,42 |
| NORD-OUEST | 1.59 | 1.53 | 1.30 | 1,42 |
| SUD-EST | 1.94 | 1.62 | 1.39 | 1,42 |
| SUD-OUEST | 1.66 | 1.52 | 1.31 | 1,42 |
| FRANCE | 1.63 | 1.50 | 1.30 | 1,42 |

Pour les facteurs d'expansion souterraine, plusieurs classes sont également distinguées. Les valeurs de 1,28 et 1,30 ont respectivement été retenues pour les peuplements anciens de feuillus et de conifères et les valeurs de 1,48 et 1,37 pour les jeunes peuplements de feuillus et de conifères [204].

Dans le cas du bois de feu, dans la mesure où la composition des essences récoltées n'est pas connue, les facteurs d'expansion retenus sont une valeur moyenne pondérée des facteurs d'expansion pour les feuillus et les conifères. Ces valeurs sont sensiblement variables suivant les années et valent approximativement 1,5 pour le facteur d'expansion branches et 1,29 pour le facteur d'expansion racine. Il en est de même pour la valeur d'infradensité.

Figure 19 : Conversion de volumes de bois commercialisés en carbone



Les données sur l'infradensité de la biomasse sont spécifiques à chaque essence, aussi bien pour l'estimation de l'accroissement que pour les prélèvements.

Tableau 67 : Infradensité utilisées pour les principales essences [598]

| Essence | Densité en tMS/m ³ | Essence | Densité en tMS/m ³ |
|-------------|-------------------------------|---------------|-------------------------------|
| chêne | 0.56 | sapin, épicéa | 0.38 |
| hêtre | 0.56 | douglas | 0.41 |
| châtaignier | 0.50 | pin maritime | 0.44 |
| peuplier | 0.36 | pin sylvestre | 0.43 |

Les travaux conduits dans le cadre du projet CARBOFOR ont également permis de retenir une valeur de teneur en carbone de la biomasse ligneuse plus adaptée au cas français. La valeur retenue dans les inventaires est de 0,475 au lieu de la valeur par défaut du GIEC fixée à 0,5.

Prélèvements de bois en Outre-mer

En Guadeloupe, Martinique et Réunion, la forêt représente moins de 1% de la superficie forestière française totale et est très peu exploitée, avec environ 13 000 m³ de récolte annuelle pour les années récentes. En Guadeloupe et Martinique il n'y a presque pas d'exploitation forestière et la récolte très faible provient de plantations d'acajou. A la Réunion l'exploitation forestière est également très faible et essentiellement basée dans les plantations de *Cryptomeria*. Selon les experts forestiers de l'Office National des Forêts (ONF) [533] et de l'Inventaire forestier national [534], les flux de carbone liés à la gestion des forêts sont négligeables dans ces îles.

A l'inverse, en Guyane, la forêt occupe une surface très importante avec environ un tiers de la superficie totale de la forêt française. Elle reste néanmoins peu exploitée aussi, avec environ 90 000 m³ de récolte en 1990 et environ 73 000 m³ pour les années récentes. En Guyane française, la situation est un peu différente car la superficie de la forêt est très importante, mais le faible niveau de l'exploitation forestière peut s'expliquer par plusieurs raisons : la faible densité de la population, la faible valeur du bois en Guyane française comparés au bois asiatiques ou africains, la difficulté d'accéder à la forêt, la difficulté pour transporter du bois flottant (la densité des arbres en Guyane française est souvent supérieure à 1).

Tableau 68 : Données forestières pour les départements d'Outre-mer

| | Guadeloupe | Martinique | Guyane | La Réunion | Métropole |
|--------------------------------|------------|------------|-----------|------------|-----------|
| Surface (1000 ha) | 64 | 49 | 8 082 | 88 | 15 500 |
| Stock (1000 m ³) | 26 000 | 15 000 | 2 829 000 | 17 000 | 2 500 000 |
| Récolte (1000 m ³) | <0.5 | 2 | 73 | 11 | 45 000 |

Sources : Mémento Agreste Filière Forêt-Bois édition 2012 [532], IGN/IFN [202]

Cette faible exploitation des forêts ultramarines est illustrée par l'absence d'inventaire forestier et par les quelques données de récolte disponibles. Pour les années les plus récentes, la récolte annuelle sur ces quatre territoires cumulés est estimée à 86 000 m³ de bois. A titre de comparaison la récolte dans la partie métropolitaine est estimée à environ 45 000 000 m³, ce qui signifie que la récolte dans les territoires d'outre-mer correspond à environ 0,2% de la récolte totale. Ramené au stock de biomasse en forêt, le pourcentage de prélèvement est encore plus faible dans la mesure où les stocks de carbone par hectare sont très élevés en Guyane française.

Considérant que le niveau de récolte est très faible et qu'il est difficile actuellement d'estimer précisément les accroissements dans les territoires d'Outre-mer, il a été jugé préférable, par les experts forestiers français [533, 534], d'appliquer un principe de prudence et de considérer que la croissance de la forêt permet seulement de compenser la récolte.

Calcul de la mortalité des forêts restant forêts (Mortalité_{FFij})

La mortalité est répartie entre les forêts restant forêts et les terres devenant forêt grâce à l'équation suivante.

Équation 21 (Forêts)

$$\text{Mortalité_FF}_{ij} = \text{Mortalité}_{ij} \bullet A_FF_{ij} \bullet \text{Mort_FF}_{ij} / (A_FF_{ij} \bullet \text{Mort_FF}_{ij} + A_AF_{ij} \bullet \text{Mort_AF}_{ij})$$

Avec :

| | | |
|----------------------------|---|--|
| Mortalité_FF _{ij} | = | Mortalité normalisée moyenne annuelle en matière sèche (MS) sur les forêts restant forêt, par type de forêt (i = 1 to n) et par zone climatique (j = 1 to m), t MS/ha/an |
| Mortalité _{ij} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les forêts, t MS/an |
| A_FF _{ij} | = | Surfaces des forêts restant forêts, ha |
| A_AF _{ij} | = | Surfaces des terres devenant forêts, ha |
| Mort_FF _{ij} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les forêts restant forêt, t MS/ha/an |
| Mort_AF _{ij} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les terres devenant forêt, t MS/ha/an+ |

Calcul des flux de carbone liés aux tempêtes Lothar, Martin et Klaus

En plus de la mortalité « normale » des forêts, les tempêtes affectent brusquement et souvent durablement les stocks de carbone forestier, depuis 1990, la France a été touchée deux fois par des épisodes de tempêtes importants :

- En décembre 1999, les tempêtes Lothar et Martin ont touché quasi intégralement le territoire métropolitain et ont provoqué d'énormes dégâts notamment en Aquitaine et en Lorraine. Le bilan global s'élève à environ 175 Mm³ de chablis (en bois fort) selon les estimations de l'IFN.
- En janvier 2009, la tempête Klaus a également détruit de nombreuses surfaces forestières ; elle a touché le sud-ouest de la France et en particulier le massif forestier des Landes. Le bilan global s'élève à environ 42,5 Mm³ de bois à terre (en bois fort).

Les perturbations naturelles sont prises en compte par le GIEC.

Équation 22 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.14 du GIEC 2006 [672])

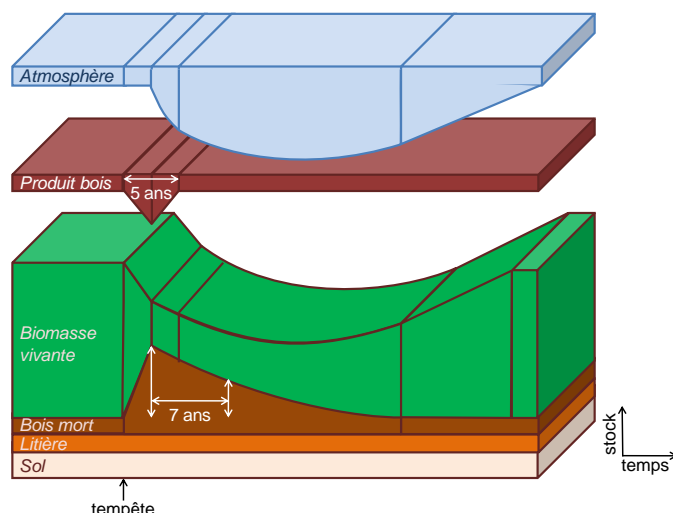
$$L_{\text{disturbances}} = A_{\text{disturbance}} \bullet BW \bullet (1 + R) \bullet f_d \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|---------------------------|---|---|
| L _{disturbances} | = | Pertes de carbone annuelle, t C/an |
| A _{disturbance} | = | Superficie forestière affectée par la perturbation, ha/an |
| BW | = | Stock de biomasse moyen en forêt, t MS/ha |
| R | = | ratio racinaire/aérien, sans unité |
| f _d | = | Fraction de la biomasse touchée par la perturbation |
| CF | = | Fraction en carbone de la biomasse, t C/t MS |

Cette équation n'est pas utilisée pour prendre en compte l'effet des tempêtes car il existe des données statistiques sur les volumes de chablis (IGN) et sur les volumes de chablis prélevés (SSP et IGN). Ces données sont donc incluses dans les prélèvements de bois.

Figure 20 : Représentation de l'évolution des stocks de carbone suite à une tempête



Suite aux tempêtes, l'ensemble des chablis ne peut être mobilisé, ces tempêtes génèrent donc une augmentation brusque du bois mort en forêt. Ce bois mort se dégrade au cours du temps et génère un flux de CO_2 vers l'atmosphère qui tend à rétablir un niveau d'équilibre pour le stock de bois mort en forêt. Dans l'inventaire français cette dégradation du bois mort est supposée suivre une cinétique classique d'ordre 1 à partir d'une durée de dégradation moyenne de 10 ans pour le bois mort. Cela correspond, pour le stock de bois mort excédentaire, à une valeur de demi-vie (temps pour que le stock diminue de moitié) de l'ordre de 7 ans (cf. schéma ci-dessus sur l'évolution des stocks de carbone suite à une tempête). Cette cinétique est néanmoins bornée à une durée de 20 ans ce qui signifie que au bout de 20 ans l'équilibre du réservoir bois mort est retrouvé et l'ensemble du bois mort lié à la tempête a été converti en émission sur la cette période de 20 ans.

Calcul des émissions liées au brûlage des résidus de récolte

Le brûlage sur site réalisé au cours de la récolte de bois est pris en compte et génère différents gaz à effet de serre directs et indirects (N_2O , NO_x , CO et CH_4) en plus du CO_2 . Le volume de bois brûlé sur site est mal connu il est donc estimé à partir des données par défaut du GIEC en supposant que 10% de la biomasse aérienne est laissée en décomposition et que le reste des rémanents est brûlé ce qui correspond à une fourchette de 4% à 15% de la biomasse aérienne totale selon les essences. Ces émissions sont encore estimées à partir des facteurs d'émission du GIEC 2006.

Équations 23 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.27 du GIEC 2006 [672])

$$\text{Emissions} = \text{Quantité_brûlée} \bullet \text{Facteur_oxydation} \bullet \text{Facteur_Emission}$$

Avec :

- Emissions = Emissions de CH_4 , N_2O , CO et NO_x , t
- Quantité_brûlée = Quantité de matière sèche mise à brûler, t MS
- Facteur_oxydation = Part de la matière sèche réellement brûlée (valeur utilisée : 90%)
- Facteur_Emission = Facteur d'émission en kg / t brûlée ($\text{CH}_4 = 4.7$ // $\text{CO} = 107$ // $\text{NO}_x = 3$ // $\text{N}_2\text{O} = 0.26$)

Calcul des émissions liées aux incendies de forêt

Les feux de forêts génèrent des perturbations importantes des stocks de carbone forestier. Ils provoquent des flux très variables et parfois importants de CO_2 de la biomasse vivante vers l'atmosphère ainsi que l'émission de nombreux polluants liés à la combustion. Ces émissions sont rapportées dans la catégorie CRF 5A1 pour le format CCNUCC et sous l'article 3.4 option « gestion forestière » pour le Protocole de Kyoto. En France métropolitaine, pour estimer les émissions des

incendies de forêt, on considère séparément deux grandes zones : , la zone méditerranéenne, qui est plus sujette aux incendies de forêt que le reste du territoire, et qui présente une densité de biomasse inférieure aux autres forêts métropolitaines. Pour cette zone, les surfaces brûlées annuellement proviennent de la base PROMETHEE [297]. Pour le reste de la France, les surfaces brûlées proviennent du Ministère chargé de l'agriculture [298].

En Outre-mer (périmètre Kyoto), différentes sources sont utilisées pour estimer les surfaces brûlées : la BDIFF [723], la DRAAF Réunion [601] pour cette île qui est le seul territoire d'Outre-Mer fréquemment sujette à des incendies ; et divers documents officiels [724, 725, 726] pour tenir compte de la particularité de ces territoires (cultures sur brûlis, feux de brousse).

Tableau 69 : Surfaces incendiées en France depuis 1990

| ANNEE | METROPOLE (Zone Prométhée) | METROPOLE (Zone hors Prométhée) | OUTRE-MER (Zone Kyoto) |
|-------|-------------------------------|------------------------------------|---------------------------|
| 1990 | 53 897 | 18 728 | 1 055 |
| 1991 | 6 549 | 3 581 | 1 036 |
| 1992 | 12 765 | 3 828 | 1 055 |
| 1993 | 11 901 | 4 797 | 1 043 |
| 1994 | 22 605 | 2 390 | 1 033 |
| 1995 | 9 988 | 8 149 | 1 067 |
| 1996 | 3 119 | 8 281 | 1 502 |
| 1997 | 12 250 | 9 331 | 1 015 |
| 1998 | 11 243 | 8 039 | 1 111 |
| 1999 | 12 782 | 3 124 | 1 808 |
| 2000 | 18 860 | 5 218 | 1 021 |
| 2001 | 17 965 | 2 677 | 1 094 |
| 2002 | 6 298 | 23 871 | 1 080 |
| 2003 | 61 424 | 11 576 | 1 013 |
| 2004 | 10 596 | 3 104 | 1 018 |
| 2005 | 17 356 | 5 044 | 1 068 |
| 2006 | 5 483 | 1 917 | 1 082 |
| 2007 | 6 485 | 2 015 | 1 013 |
| 2008 | 3 746 | 2 260 | 1 052 |
| 2009 | 11 113 | 5 887 | 1 065 |
| 2010 | 5 453 | 4 847 | 1 989 |
| 2011 | 4 492 | 4 908 | 3 729 |
| 2012 | 4 392 | 4 208 | 1 826 |
| 2013 | 1 922 | 1 308 | 731 |
| 2014 | 4 113 | 3 327 | 1 574 |
| 2015 | 3 111 | 8 049 | 1 414 |

Les émissions sont estimées au moyen de facteurs d'émission spécifiques à chacune de ces deux zones pour refléter dans la mesure du possible les différences de type de végétation et leur densité. La combustion lors des incendies de forêt n'étant par nature pas maîtrisée, la représentation des émissions reste imprécise. La variabilité des émissions dans l'espace et dans le temps est donc à l'origine d'une incertitude élevée que l'utilisateur de ces données s'efforcera de conserver à l'esprit.

Equation 24 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.14 du GIEC 2006 [672])

$$L_{wild_fires} = \sum_i A_{burnt(i)} \bullet BW_i \bullet Frac_burn_i \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|-------------------|---|---|
| L_{wild_fires} | = | Pertes de carbone annuelle liée aux feux, t C/an |
| $A_{burnt(i)}$ | = | Surface brûlée annuelle dans la zone géographique i, ha |
| BW_i | = | Stock de biomasse sur les surfaces brûlées dans la zone géographique i, t MS/ha |
| $Frac_burn$ | = | Fraction de la biomasse effectivement brûlée dans la zone géographique i |
| CF | = | Fraction en carbone de la biomasse, t C/t MS |

Biomasse morte (Forêts restant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse morte des forêts restant forêts (ΔCFF_{DOM})

Les variations de stock de carbone pour la biomasse morte sont ensuite décomposées entre bois mort et litière.

Bois mort

Équation 25 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.17 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF_{DOM} = \Delta CFF_{DW} + \Delta CFF_{LT}$$

Avec :

| | | |
|--------------------|---|---|
| ΔCFF_{DOM} | = | Variation annuelle de stock dans la biomasse morte dans les forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCFF_{DW} | = | Variation de stock dans le bois mort dans les forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCFF_{LT} | = | Variation de stock dans la litière dans les forêts restant forêts, t C/an |

Pour ce qui est du bois mort, le GIEC propose le choix entre les deux méthodes de base pour ce secteur :

➤ la méthode des flux et la méthode des variations de stock.

Équation 26 (Forêts) (Méthode des flux inspirée de l'équation 2.18 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF_{DW} = [A \bullet (B_{into} - B_{out})] \bullet CF$$

Avec:

| | | |
|-------------------|---|---|
| ΔCFF_{DW} | = | Variation annuelle du stock de carbone dans le bois mort pour les forêts restant forêt, tC/an |
| A | = | Surface de forêt gérée restant forêt, ha |
| B_{into} | = | Flux moyen entrant pour le réservoir bois mort, t MS/ha/an |
| B_{out} | = | Flux moyen sortant pour le réservoir bois mort, t MS/ha/an |
| CF | = | Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS |

Dans les inventaires français, le paramètre B_{into} est estimé, il correspond à la mortalité, mais le paramètre B_{out} n'a pas pu être estimé de manière pertinente, il a donc été considéré équivalent à la mortalité ce qui correspond à une stabilité du stock de carbone dans le bois mort. On considère donc dans l'inventaire actuel que $B_{into} = B_{out}$, que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps. Cette hypothèse de stabilité est appliquée pour toutes les terres en forêt gérée restant forêt sauf après les tempêtes qui génèrent des augmentations brusques et temporaires du stock de bois. Dans ces cas une méthode des flux est appliquée avec une estimation du paramètre B_{into} basée sur les dégâts observés après tempête et B_{out} sur le stock de bois mort supplémentaire associé à une cinétique de décomposition mort.

➤ la méthode des variations de stock.

Équation 27 (Forêts) (Méthode des variations de stock inspirée de l'équation 2.19 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CFF_{DW} = [A \bullet (B_{t2} - B_{t1}) / T] \bullet CF$$

Avec:

| | | |
|-------------------|---|---|
| ΔCFF_{DW} | = | Variation annuelle du stock de carbone dans le bois mort pour les forêts restant forêt, t C/an |
| A | = | Surface de forêt gérée restant forêt, ha |
| B_{t1} | = | Stock de carbone dans le bois mort à l'instant t1 pour les forêts gérées restant forêt, t MS/ha |
| B_{t2} | = | Stock de carbone dans le bois mort à l'instant t2 pour les forêts gérées restant forêt, t MS/ha |
| T | = | Période (t2 - t1), an |

La méthode par variation de stock n'a pu encore être mise en place en raison de l'absence d'une série temporelle cohérente pour le suivi des stocks de carbone du bois mort. Cette information pourra sans doute être estimée à l'avenir grâce aux nouvelles données récoltées par l'inventaire forestier.

Litière

Pour la litière le constat est proche de celui observé sur le bois mort, les équations sont similaires avec tout de même la possibilité d'intégrer l'évolution de l'intensité sylvicole dans l'estimation des stocks de carbone. En pratique aucune donnée n'a été identifiée permettant de traduire un niveau d'intensité sylvicole. Comme pour le bois mort il a donc été considéré que le stock de carbone de la litière n'évolue pas au cours du temps dans les forêts restant forêts. Une étude [602] a également été réalisée par l'ONF et l'université de Louvain sur les placettes du réseau de suivi forestier RENECOR pour connaître l'évolution du stock de carbone dans la litière et dans les sols. Cette étude a été lancée par le ministère de l'Agriculture français en vue de répondre aux exigences de rapportage du Protocole de Kyoto sur le suivi de certains réservoirs de carbone. Pour la litière, cette étude conclut que les stocks de carbone sont significativement à la hausse même si elle ne permet pas de définir quantitativement l'amplitude de cette hausse sur la période d'étude. Cette étude permet de justifier que l'hypothèse de stabilité des litières dans l'inventaire français est une hypothèse conservatrice.

Matière organique des sols (Forêts restant forêts)

Calcul de la variation de stock de carbone organique du sol des forêts restant forêts (ΔCFF_{Soils})

Le GIEC propose une estimation des stocks de carbone sur la base de stocks de référence associé à des facteurs correcteurs liés à la gestion. Aucune information n'a été identifiée permettant de traduire l'évolution de ces modes de gestion en forêt, les stocks de carbone des sols sont donc stables au cours du temps en l'absence de changement d'utilisation des terres. Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps. Le caractère conservateur de cette hypothèse a été renforcée par une étude [602] menée par l'ONF et l'université de Louvain sur les placettes du réseau de suivi forestier RENECOR. Cette étude a été lancée par le ministère de l'Agriculture français en vue de répondre aux exigences de rapportage du Protocole de Kyoto sur le suivi des différents réservoirs de carbone du sol. Cette étude conclut que les sols forestiers français peuvent être considérés de manière significative comme des puits de carbone même si elle ne permet pas d'élaborer des facteurs d'absorption qui auraient pu être exploités dans les inventaires de GES.

TERRES DEVENANT FORÊTS

Calcul des variations de stock de carbone des terres devenant forêts (ΔCLF)

Comme pour les forêts restant forêt, les variations de stocks de carbone de la biomasse vivante des terres devenant forêts sont estimées par la méthode des flux.

Équation 28 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.3 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CLF = (\Delta CLF_{LB} + \Delta CLF_{DOM} + \Delta CLF_{Soils})$$

Avec :

| | | |
|----------------------|---|--|
| ΔCLF | = | Variation de stock annuelle dans l'ensemble des stocks de carbone des terres devenant forêts, t C/an |
| ΔCLF_{LB} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse vivante (aérienne et souterraine) des terres devenant forêts, t C/an |
| ΔCLF_{DOM} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse morte des terres devenant forêts, tC/an ($\Delta CLF_{DOM} = \Delta CLF_{DW} + \Delta CLF_{LT}$ soit bois mort + litière) |
| ΔCLF_{Soils} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la matière organique du sol des terres devenant forêts, t C/an |

Biomasse vivante (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone dans la biomasse vivante des terres devenant forêts (ΔCLF_{LB})

Le stock de carbone de ce réservoir évolue au cours du temps : ses variations sont estimées à partir des accroissements et de la mortalité. Il est considéré que les terres dont l'usage forêt est inférieur à 20 ans ne font pas l'objet de récoltes.

Équation 29 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.4 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CLF_{LB} = (\Delta CLF_G - \Delta CLF_L)$$

Avec :

| | | |
|-------------------|---|---|
| ΔCLF_{LB} | = | Variation de stock annuelle du carbone de la biomasse vivante (aérienne et souterraine) des forêts restant forêts, t C/an |
| ΔCLF_G | = | Gain annuel en carbone de la biomasse vivante, t C/an |
| ΔCLF_L | = | Perte annuelle en carbone de la biomasse vivante, t C/an |

Calcul des gains pour la biomasse vivante des terres devenant forêts (ΔCLF_G)

Pour estimer l'accroissement des arbres sur les terres devenant forêts, le GIEC distingue deux cas :

- les terres gérées de manière intensive incluant les plantations,
- les terres gérées de manière extensive.

Dans l'inventaire français il n'a pas été possible de distinguer ces deux cas. Les gains de carbone sur ces terres sont donc calculés grâce à l'équation suivante.

Équation 30 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.9 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta CLF_G = \sum_{ij} (A_{ij} \bullet GTOTAL_LF_{ij}) \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|---------------|---|--|
| $\Delta CLFG$ | = | Accroissement annuel en carbone dans les terres devenant forêts, t C/an |
| A_{ij} | = | Surfaces de terres devenant forêts, par type de forêt (i = 1 à n) et par zone climatique (j = 1 à m), ha |

GTOTAL_LF_{ij} = Accroissement moyen annuel en matière sèche (MS) sur les terres devenant forêts, par type de forêt (i = 1 à n) et par zone climatique (j = 1 to m), t MS/ha/an
 CF = Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS

Cette équation est appliquée dans l'inventaire français avec $n = 4$ types de forêt (feuillus, résineux, mixtes et peupliers) et $m = 5$ régions climatiques (Nord-Ouest, Nord-Est, Centre-Est, Sud-Ouest, Sud-Est).

Les données d'accroissement disponibles pour les terres devenant forêt sont issues de l'inventaire forestier mais sont plus incertaines que les données les plus récentes fournies par l'IGN relatives à la forêt totale. Ces données sont donc retraitées pour être mises en cohérence avec les données les plus récentes grâce à l'équation suivante.

Équation 31 (Forêts)

$$GTOTAL_LF_{ij} = GTOTAL_{ij} \bullet A_LF_{ij} \bullet Acc_LF_{ij} / (A_FF_{ij} \bullet Acc_FF_{ij} + A_LF_{ij} \bullet Acc_LF_{ij})$$

Avec :

GTOTAL_LF_{ij} = Accroissement normalisé moyen annuel en matière sèche (MS) sur les terres devenant forêt, par type de forêt (i = 1 à n) et par zone climatique (j = 1 à m), t MS/ha/an
 GTOTAL_{ij} = Accroissement moyen annuel en MS sur les forêts, t MS/an
 A_FF_{ij} = Surfaces des forêts restant forêts, ha
 A_LF_{ij} = Surfaces des terres devenant forêts, ha
 Acc_FF_{ij} = Accroissement moyen annuel en MS sur les forêts restant forêt, t MS/ha/an
 Acc_LF_{ij} = Accroissement moyen annuel en MS sur les terres devenant forêt, t MS/ha/an

Calcul des pertes pour la biomasse vivante des terres devenant forêts (ΔCLF_L)

Pour les pertes de carbone sur les terres devenant forêts l'équation suivante est utilisée. Cette équation est appliquée dans l'inventaire français avec $n = 4$ types de forêt (feuillus, résineux, mixtes et peupliers) et $m = 5$ régions climatiques (Nord-Ouest, Nord-Est, Centre-Est, Sud-Ouest, Sud-Est).

Équation 32 (Forêts)

$$\Delta CLF_L = \sum_{ij} (Mortalité_LF_{ij}) \bullet CF$$

Avec :

ΔCFF_L = Pertes totales
 Mortalité_LF_{ij} = Mortalité moyenne annuelle en matière sèche (MS) sur les terres devenant forêts, par type de forêt (i = 1 à n) et par zone climatique (j = 1 à m), t MS/ha/an
 CF = Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS

Calcul de la mortalité des terres devenant forêts (Mortalité_LF_{ij})

Dans l'inventaire français, il est considéré que tous les prélèvements ont lieu sur les forêts restant forêt, aucun prélèvement de bois n'est donc comptabilisé pour les terres devenant forêts. Seule la mortalité naturelle du peuplement est estimée dans les pertes associées à des terres devenant forêt. Les données de mortalité sur les terres devenant forêt sont fournies par l'inventaire forestier mais elles sont plus incertaines que les données de mortalité les plus récentes relatives à la forêt entière. Ces données sont donc retraitées pour être mises en cohérence avec les données les plus récentes grâce à l'équation suivante.

Équation 33 (Forêts)

$$Mortalité_LF_{ij} = Mortalité_{ij} \bullet A_LF_{ij} \bullet Mort_LF_{ij} / (A_FF_{ij} \bullet Mort_FF_{ij} + A_LF_{ij} \bullet Mort_LF_{ij})$$

Avec :

| | | |
|--------------------------------------|---|---|
| Mortalité _{LF_{ij}} | = | Mortalité normalisée moyenne annuelle en matière sèche (MS) sur les forêts devenant forêt, par type de forêt (i = 1 à n) et par zone climatique (j = 1 à m), t MS/ha/an |
| Mortalité _{ij} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les forêts, t MS/an |
| A _{FF_{ij}} | = | Surfaces des forêts restant forêts, ha |
| A _{LF_{ij}} | = | Surfaces des terres devenant forêts, ha |
| Mort _{FF_{ij}} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les forêts restant forêt, t MS/ha/an |
| Mort _{LF_{ij}} | = | Mortalité moyenne annuelle en MS sur les terres devenant forêt, t MS/ha/an |

Biomasse morte (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone pour la biomasse morte des terres devenant forêts ($\Delta\text{CLF}_{\text{DOM}}$)

Les variations de stock de carbone pour la biomasse morte sont ensuite décomposées entre bois mort et litière.

Équation 34 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.17 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta\text{CLF}_{\text{DOM}} = \Delta\text{CLF}_{\text{DW}} + \Delta\text{CLF}_{\text{LT}}$$

Avec :

| | | |
|---------------------------------|---|--|
| $\Delta\text{CLF}_{\text{DOM}}$ | = | Variation annuelle de stock dans la biomasse morte dans les terres devenant forêts, t C/an |
| $\Delta\text{CLF}_{\text{DW}}$ | = | Variation de stock dans le bois mort dans les terres devenant forêts, t C/an |
| $\Delta\text{CLF}_{\text{LT}}$ | = | Variation de stock dans la litière dans les terres devenant forêts, t C/an |

Calcul des variations de stock de carbone pour le bois mort des terres devenant forêts ($\Delta\text{CLF}_{\text{DW}}$)

La conversion d'une terre en forêt s'accompagne de la création du réservoir bois mort et donc d'un stockage de carbone dans ce réservoir. Dans l'inventaire français actuel, ce stockage est estimé par la méthode de la variation de stock.

Équation 35 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.19 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta\text{CLF}_{\text{DW}} = [A \bullet B / T] \bullet CF$$

Avec :

| | | |
|--------------------------------|---|---|
| $\Delta\text{CLF}_{\text{DW}}$ | = | Variation annuelle du stock de carbone dans le bois mort pour les terres devenant forêt, t C/an |
| A | = | Surface de terres devenant forêts, ha |
| B | = | Stock de carbone de référence pour le bois mort des forêts, t MS/ha |
| T | = | Durée pour atteindre le stock de carbone de référence pour le bois mort des forêts, an (T= 20 ans dans l'inventaire français) |
| CF | = | Fraction en carbone en matière sèche t C/t MS |

Calcul des variations de stock de carbone pour la litière des terres devenant forêts ($\Delta\text{CLF}_{\text{LT}}$)

Le passage en usage forêt d'une terre s'accompagne de la création du réservoir litière et donc d'un stockage de carbone dans ce réservoir. Dans l'inventaire français actuel, ce stockage est estimé par la méthode de la variation de stock.

Équation 36 (Forêts) (inspirée de l'équation 2.19 du GIEC 2006 [672])

| |
|-------------------------------------|
| $\Delta CLF_{LT} = A \bullet C / T$ |
|-------------------------------------|

Avec :

ΔCLF_{LT} = Variation annuelle du stock de carbone dans le bois mort pour les terres devenant forêt, t C/an
 A = Surface de terres devenant forêts, ha
 C = Stock de carbone de référence pour la litière des forêts, t C/ha
 T = Durée pour atteindre le stock de carbone de référence pour la litière des forêts, an (T= 20 ans dans l'inventaire français)

Matière organique des sols (terres devenant forêts)

Calcul des variations de stock de carbone organique du sol des terres devenant forêts (ΔCLF_{soil})

Les variations du stock de carbone des sols sont estimées selon la méthode décrite dans la partie générique et commune à toutes les terres avec changement.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Les flux de CO₂ sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Les émissions de CO₂ provenant des feux de forêts sont estimées au moyen de facteurs d'émission de 50 tCO₂/ha (zone tempérée) et de 12 tCO₂/ha (zone méditerranéenne) issus de la littérature scientifique [795]. Ils sont très proches de ceux proposés par le GIEC 2006. Ces facteurs d'émission sont associés aux surfaces incendiées.

Pour l'Outre-mer, les stocks de biomasse spécifique de chaque territoire ont été pris en compte ce qui revient à des émissions de CO₂ de 42 t/ha pour La Réunion et 105 t/ha pour la Martinique.

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de CH₄ issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site (une autre partie non récoltée est abandonnée comme rémanent et comptabilisée dans le réservoir de bois mort), les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672]

Les émissions des feux de forêts sont estimées au moyen des facteurs d'émission de 141 kg/ha (zone tempérée) et de 35 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Les émissions de N₂O liées à la fertilisation des terres forestières sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Les émissions de N₂O liées à la minéralisation des sols sont actuellement négligées dans l'inventaire français pour les terres forestières.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF, la génération de N₂O issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site (une autre partie non récoltée est abandonnée comme rémanent), les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672]

Les émissions des feux de forêts sont estimées au moyen des facteurs d'émission de 7,8 kg/ha (zone tempérée) et de 2 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Les émissions des feux de forêt sont estimées au moyen de facteurs d'émission de 24 kg/ha (zone tempérée) et de 6 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de NO_x

Emissions de NO_x liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF, la génération de NO_x issu de la combustion de biomasse sur site au cours de la récolte de bois est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site (une autre partie non récoltée est abandonnée comme rémanent et considérée dans le réservoir de bois mort), les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Les émissions des feux de forêt sont estimées au moyen de facteurs d'émission de 110 kg/ha (zone tempérée) et de 27 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de COVNM

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Les émissions de COVNM des forêts représentent une part notable des émissions de ces composés (isoprène, monoterpènes et autres COV). Elles sont estimées au moyen d'un modèle d'émission (COBRA) [92] basé sur les équations développées par Guenther et al. [294] (cf. section « 6B Emissions de COV biotiques par la végétation »). Du fait de la structure de certaines données sources, l'ensemble des émissions de COVNM des forêts est actuellement rapporté dans la catégorie des forêts restant forêts pour la CCNUCC et en mémo item NFR pour la CEE-NU.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Les émissions des feux de forêt sont estimées au moyen de facteurs d'émission de 280 kg/ha (zone tempérée) et de 71 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de CO

Emissions de CO liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF, la génération de CO issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois est prise en compte, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Les émissions des feux de forêt sont estimées au moyen de facteurs d'émission de 3100 kg/ha (zone tempérée) et de 780 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de NH₃

Emissions de NH₃ liées au brûlage

Les émissions de NH₃ pour les feux de forêt sont estimées au moyen de facteurs d'émissions de 24 kg/ha (zone tempérée) et de 6 kg/ha (zone méditerranéenne) tirés du Guidebook EMEP / CORINAIR [17].

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le brûlage sur site et les feux de forêt engendrent de grandes quantités d'imbrûlés solides. Ces émissions, qui sont particulièrement aléatoires et présentent une très grande variabilité, sont estimées pour les feux de forêts uniquement. Les facteurs d'émission utilisés sont respectivement de l'ordre de 700 kg/ha et 3400 kg/ha pour les zones Prométhée et hors de cette zone [66].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Des ratios exprimés par rapport aux particules totales (66% et 60% pour estimer respectivement les PM₁₀ et les PM_{2,5}) sont utilisés [66]. Ces ratios présentent une très forte incertitude.

Métaux lourds (ML)

Des émissions de métaux lourds, généralement très faibles, sont susceptibles de survenir lors du brûlage sur site et d'incendies de forêts par suite de la présence de certains d'eux dans la biomasse. Cette présence peut être naturelle (traces parfois liées à la nature des sols) ou anthropique (bois mitraillés par exemple). Les émissions de métaux lourds liées aux feux de forêt sont actuellement négligés dans les inventaires.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Des émissions de dioxines pourraient se produire au cours des incendies de forêts du fait de la présence d'éléments chlorés provenant des aérosols marins [802]. Les éléments disponibles jusqu'à présent n'ont pas été jugé assez probants pour retenir des valeurs permettant de quantifier les émissions dans les inventaires.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions de HAP des feux de forêt sont estimées sur la base de facteurs d'émissions tirés de l'étude AER [188].

Tableau 70 : Facteurs d'émissions de HAP utilisés pour les feux de forêt

| HAP | Facteur d'émission (g/Mg) |
|--------|---------------------------|
| FluorA | 3.4 |
| BaA | 3.1 |
| BbF | 4.3 |
| Bkf | 2.2 |
| BaP | 7.2 |
| IndPy | 2.8 |
| BghiPe | 2.5 |

Polychlorobiphényles (PCB)

Aucune émission n'est estimée pour ce secteur.

Hexachlorobenzène (HCB)

Aucune émission n'est estimée pour ce secteur.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/02/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

CULTURES

Cette section concerne les émissions/absorptions par les terres cultivées liées à l'utilisation ou au changement d'utilisation de ces terres. Les émissions liées aux pratiques agricoles (émissions azotées liées à l'épandage de fertilisants, particules liées au travail du sol, etc.) sont prises en compte dans les sections relatives à l'agriculture et ne sont pas comptabilisées dans cette section. Deux types de terres cultivées sont distingués : les terres cultivées établies depuis plus de 20 ans (terres cultivées restant terres cultivées) et les terres cultivées issues d'un changement d'usage d'une terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée (terres devenant terres cultivées).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4B |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.21.01 à 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.32.01 à 11.32.16 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

- [92] CITEPA - PAJOT K., GABORIT G. FONTELLE J-P. - Estimation annuelle des émissions de COVM des sources biotiques dans la basse atmosphère en France (modèle COBRA) - Mai 2003
- [199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCF, 2003
- [294] GUENTHER A-B - Seasonal and spatial variation in natural volatile organic compound emissions. Ecological Application, 1997, vol. 7, pp 34-45
- [485] MAAF / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 1994, 2001, 2006 et 2011
- [424] INRA INFOSOL - Données issues du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), 2009
- [672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4

Plan de la section :

Définitions

Définition de « terres cultivées »

Définition de « terres cultivées restant terres cultivées » et « terres devenant terres cultivées »

TERRES CULTIVEES RESTANT TERRES CULTIVEES

Biomasse vivante (terres cultivées restant terres cultivées)

Terres avec changements entre sous-catégorie de terres cultivées

Terres sans changement entre sous-catégorie de terres cultivées

Bois mort (terres cultivées restant terres cultivées)

Litière (terres cultivées restant terres cultivées)

Matière organique du sol (terres cultivées restant terres cultivées)

Choix du paramètre de stock de référence ($CO_{S_{REF}}$)

Catégorisation selon le facteur d'utilisation des terres (F_{UT})

Catégorisation selon le facteur lié au travail du sol (F_{RG})

Catégorisation selon le facteur lié aux apports (F_A)

TERRES DEVENANT TERRES CULTIVEES

Biomasse vivante (terres devenant terres cultivées)

Bois mort (terres devenant terres cultivées)

Litière (terres devenant terres cultivées)

Matière organique du sol (terres devenant terres cultivées)

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Emissions de N₂O liées au brûlage

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Emissions de NO_x, CO

Emissions de NO_x, CO liées au brûlage

Emissions de COVNM

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Emissions de COVNM liées au brûlage

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Définitions

Définition de « terres cultivées »

La catégorie des « terres cultivées » comprend les terres cultivées et labourées ainsi que les parcelles en agroforesterie pour lesquelles la définition de forêt ne s'applique pas.

Cette catégorie comprend :

- Les cultures annuelles (céréales, racines et tubercules, cultures industrielles, légumes secs, légumes frais, fleurs),
- Les prairies temporaires (une prairie est dite temporaire lorsque le semis date d'au maximum 5 ans lors de l'enquête ce qui représente un maximum de 6 récoltes),

Les cultures permanentes qui restent en place pendant plus d'une campagne agricole (arbres fruitiers, baies, vignes, oliviers, pépinières, etc.)

Définition de « terres cultivées restant terres cultivées » et « terres devenant terres cultivées »

La catégorie des terres cultivées restant terres cultivées correspond à l'ensemble des terres en cultures depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

La catégorie des terres devenant terres cultivées correspond à l'ensemble des terres en cultures depuis moins de 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR):

TERRES CULTIVEES RESTANT TERRES CULTIVEES

Biomasse vivante (terres cultivées restant terres cultivées)

Conformément aux lignes directrices du GIEC [672], seule la biomasse ligneuse est prise en compte. La biomasse non ligneuse provenant des cultures fait partie d'un cycle court qui présente un bilan neutre vis-à-vis du stockage de carbone : fréquemment stockage et déstockage de carbone ont lieu au cours de la même année. La biomasse considérée concerne en particulier les vignes, vergers et les arbres ou groupement d'arbres situés sur des parcelles agricoles et ne respectant pas les critères de définition de la forêt.

Terres avec changements entre sous-catégorie de terres cultivées

Les flux de biomasse sur les terres cultivées restant terres cultivées sont estimés sur la base des changements d'affectation entre les trois sous-catégories de terres cultivées (cultures annuelles, vignes et vergers) par méthode de variation de stock basée sur les changements sur 20 ans.

Équation 37 (cultures) (inspirée de l'équation 3.1.2 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.8 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C = (C_0 - C_{(0-20)}) / 20$$

Avec :

ΔC = Variation de stock de biomasse, t C / an
 C_0 = Stock de carbone à l'instant 0, t C
 $C_{(0-20)}$ = Stock de carbone à l'instant 0-20, t C

Les stocks de carbone de la biomasse vivante ligneuse sont supposés nuls pour les cultures annuelles, ils sont estimés à 5 tC/ha (aérien et racinaire) pour les vignes et 16 tC/ha pour les vergers.

A titre d'exemple, la conversion d'un verger en culture annuelle génère une émission et inversement la conversion d'une culture annuelle en vigne génère un puits de carbone dans la biomasse vivante ligneuse.

Terres sans changement entre sous-catégorie de terres cultivées

Sur les « vergers restant vergers » ou « vignes restant vignes », la méthode par variation de stock n'est pas mise en place car il n'existe pas de données suffisamment précises pour suivre les stocks de ces surfaces dans le temps.

L'IFN ne couvrant pas ces terres dans son inventaire, il n'existe pas non plus de données précises sur l'accroissement annuel ou les prélèvements de la biomasse ligneuse des terres cultivées qui permettrait d'appliquer une véritable « méthode des flux » (gains - pertes). Il est donc considéré que l'accroissement compense le prélèvement sur la récolte pour les terres de cette catégorie. La biomasse récoltée est supposée être uniquement à destination du bois de feu laquelle est estimée au travers de statistiques de consommation énergétique.

Bois mort (terres cultivées restant terres cultivées)

Le stock de bois mort est négligé sur l'ensemble des terres cultivées restant terres cultivées.

Litière (terres cultivées restant terres cultivées)

Le stock de litière est négligé sur l'ensemble des terres cultivées restant terres cultivées.

Matière organique du sol (terres cultivées restant terres cultivées)

Les variations de stock de carbone du sol sont estimées grâce à la méthode GIEC de niveau 1. Les flux estimés correspondent uniquement aux sols minéraux qui sont largement majoritaires en France, les pertes de carbone éventuelles liées aux sols organiques et les variations du carbone inorganiques sont négligées.

Les flux de carbone des sols sont estimés grâce aux équations suivantes :

Équation 38 (cultures) (inspirée de l'équation 3.3.3 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.25 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C_{\text{Minéraux}} = \text{COS}_0 - \text{COS}_{(0-20)} / 20$$

$$\text{COS} = \text{COS}_{\text{REF}} \times F_{\text{UT}} \times F_{\text{RG}} \times F_{\text{A}} \times \text{Surface}$$

Avec :

| | | |
|------------------------------|---|--|
| ΔC | = | Variation de stock de carbone du réservoir, tC/an |
| $\Delta C_{\text{Minéraux}}$ | = | Variations annuelles des stocks de carbone des sols minéraux, tC / an |
| COS | = | Stock de carbone organique du sol l'année d'inventaire, tC |
| COS_{REF} | = | Stock de carbone de référence, tC/ha |
| F_{UT} | = | Facteur de variation de stock lié à l'utilisation des terres |
| F_{RG} | = | Facteur de variation de stock lié au régime de gestion (travail du sol principalement) |
| F_{A} | = | Facteur de variation de stock lié aux apports (organiques principalement) |
| Surface | = | Surface de la catégorie de terre concernée, ha |

Les lignes directrices du GIEC [672] permettent ainsi d'estimer les flux de carbone des sols à partir de facteurs associés aux pratiques (utilisation du sol, travail du sol, type et quantité d'apport).

Choix du paramètre de stock de référence (COS_{REF})

Pour mettre en œuvre cette méthode il est nécessaire de catégoriser les terres selon ces différents paramètres. Cette catégorisation n'est pas possible à partir des seules matrices de changement d'utilisation des terres qui ne fournissent une information que sur le type d'occupation. D'autres sources de données, notamment les enquêtes pratiques culturelles, sont mobilisées pour répondre à ce besoin. Or ces données ne sont pas utilisables à des niveaux de résolution spatiale fine. Pour cette raison les calculs sont actuellement produits de manière globale au niveau de la France métropolitaine afin de bénéficier de données quantitatives sur l'évolution des pratiques. Le paramètre COS_{REF} choisi correspond à la médiane des stocks forestiers régionaux issus du RMQS [424] et utilisés dans l'inventaire : il est estimé à 73 tC/ha. Cette valeur impacte peu les estimations produites car ce sont les variations de stock qui sont visées dans les calculs.

Catégorisation selon le facteur d'utilisation des terres (F_{UT})

La valeur proposée par le GIEC [672] pour le paramètre F_{UT} est de 0,69 pour les cultures de long terme. Dans l'inventaire français cette valeur du GIEC a été utilisée pour toutes les terres cultivées restant terres cultivées, quelle que soit la sous-catégorie (culture annuelle, vigne ou verger). Combinée avec le paramètre COS_{REF} , un stock de référence pour les cultures a été estimé pour la France métropolitaine à 50 tC/ha (73 tC/ha x 0,69).

Catégorisation selon le facteur lié au travail du sol (F_{RG})

Le travail du sol est un des paramètres les plus importants pour l'estimation des flux de carbone des sols en France. En effet le travail du sol influe fortement les stocks de carbone du sol selon le GIEC et les pratiques associées ont significativement évolué durant la période couverte par l'inventaire avec une forte diminution du labour au profit des techniques culturales simplifiées.

En termes de travail du sol, trois modalités ont été identifiées en lien avec les facteurs correcteurs proposés par le GIEC : le labour, les techniques culturales simplifiées (TCS) et le semis direct (Semis d.). La part des cultures concernée par chaque pratique est estimée à partir des enquêtes Pratiques culturelles disponibles pour les années 1994, 2001, 2006 et 2011 [485]. Ces données concernent les

cultures principales en France. Les données d'enquêtes relatives à l'année 2016 sont en cours de traitement elles n'ont pas encore pu être exploitées dans les inventaires.

Tableau 71 : Répartition des surfaces de culture selon le travail du sol

| | | Blé tendre | Blé dur | Orge d'hiver | Orge de printemps | Autres céréales | Maïs grain | Maïs fourrage | Colza | Tournesol | Autres oléagineux | Pois | Autres protéagineux | Betterave | Pomme de terre | Autres cultures |
|------|----------|------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|------------|---------------|-------|-----------|-------------------|------|---------------------|-----------|----------------|-----------------|
| 1994 | Labour | 88% | 63% | 95% | 95% | 88% | 98% | 98% | 82% | 94% | 82% | 98% | 98% | 85% | 89% | 88% |
| | TCS | 12% | 37% | 5% | 5% | 12% | 2% | 2% | 18% | 6% | 18% | 2% | 2% | 15% | 11% | 12% |
| | Semis d. | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 2001 | Labour | 74% | 51% | 85% | 83% | 74% | 87% | 92% | 78% | 92% | 78% | 91% | 91% | 85% | 89% | 74% |
| | TCS | 26% | 49% | 15% | 17% | 26% | 13% | 8% | 22% | 8% | 22% | 9% | 9% | 15% | 11% | 26% |
| | Semis d. | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% |
| 2006 | Labour | 56% | 42% | 72% | 72% | 56% | 84% | 84% | 53% | 75% | 53% | 87% | 87% | 85% | 92% | 56% |
| | TCS | 44% | 55% | 28% | 28% | 44% | 16% | 16% | 47% | 24% | 47% | 13% | 13% | 15% | 8% | 44% |
| | Semis d. | 1% | 3% | 0% | 0% | 1% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 1% |
| 2011 | Labour | 56% | 42% | 69% | 69% | 56% | 82% | 85% | 49% | 72% | 49% | 70% | 70% | 86% | 86% | 56% |
| | TCS | 40% | 54% | 30% | 30% | 40% | 18% | 15% | 51% | 27% | 51% | 28% | 28% | 14% | 14% | 40% |
| | Semis d. | 4% | 4% | 1% | 1% | 4% | 0% | 0% | 0% | 1% | 0% | 2% | 2% | 0% | 0% | 4% |

Entre les années d'enquêtes les données sont extrapolées linéairement. Avant 1994 elles sont supposées équivalentes à l'année 1994 et après 2011 elles sont supposées équivalentes à 2011.

Les surfaces de cultures annuelles sont issues des statistiques agricoles annuelles, elles sont disponibles sur toute la période d'inventaire.

Les surfaces sont ensuite combinées aux facteurs d'ajustement adaptés. Le tableau ci-dessous récapitule les différents facteurs d'ajustement associés au travail du sol, utilisés dans l'inventaire :

Tableau 72 : Valeurs par défaut du GIEC associées au travail du sol

| | Pratique (GIEC) | Facteur d'ajustement (GIEC) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------|
| Travail du sol (F_{RG}) | Total (Labour) | 1 |
| | Réduit (TCS) | 1.08 |
| | Aucun (semis direct) | 1.15 |

Catégorisation selon le facteur lié aux apports (F_A)

Les apports (intrants) sont un paramètre clé dans l'estimation des variations du carbone du sol. Il s'agit en premier lieu des apports organiques mais les engrais minéraux peuvent également être intégrés car la fertilisation permet d'augmenter la production de biomasse et donc potentiellement les retours de carbone au sol.

Le GIEC propose de caractériser le niveau d'apport selon quatre modalités qualitatives : apports faibles, apports moyens, apports élevés sans fumier, apports élevés avec fumier. Pour caractériser les surfaces de culture selon cet axe, trois paramètres ont pu être exploités au niveau français : le taux de retour des résidus de culture au sol, l'apport de fumure organique et la présence d'une culture intermédiaire durant l'interculture.

Le taux de retour des résidus au sol a pu être pris en compte grâce aux enquêtes 2001, 2006 et 2011. Le devenir des résidus de la culture précédente étant connu (résidus récoltés, brûlés, laissés sur place), des valeurs pour les années 2000, 2005 et 2010 ont pu être estimées.

De même de informations qualitatives sur les surfaces ayant reçu des amendements organiques ou ayant mis en place des cultures intermédiaires ont pu être intégrées dans la catégorisation des terres selon la classification GIEC. Les terres ont été classées selon le protocole d'allocation suivant :

Tableau 73 : Protocole d'allocation entre les catégories GIEC

| Résidus laissés au champ ? | Culture intermédiaire ? | Fumure organique ? | Apports | | | |
|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------|------------|-----------|-----------|-----------------------|
| | | | A. faibles | A. moyens | A. élevés | A. élevés + Fumier |
| OUI | OUI | OUI | | | | X |
| | | NON | | | X | |
| | NON | OUI | | X | | |
| | | NON | | X | | |
| NON | OUI | OUI | | X | | |
| | | NON | X | | | |
| | NON | OUI | X | | | |
| | | NON | X | | | |

Grâce à ce protocole d'allocation les terres ont pu être réparties selon les catégories GIEC de la manière suivante :

Tableau 74 : Répartition des surfaces de culture selon le niveau d'apport

| | | Blé tendre | Blé dur | Orge d'hiver | Orge de printemps | Autres céréales | Mais grain | Mais fourrage | Colza | Tournesol | Autres oléagineux | Pois | Autres protéagineux | Betterave | Pomme de terre | Autres cultures |
|------|------------|------------|---------|--------------|-------------------|-----------------|------------|---------------|-------|-----------|-------------------|------|---------------------|-----------|----------------|-----------------|
| 2000 | A. faibles | 56% | 35% | 76% | 50% | 56% | 1% | 5% | 3% | 1% | 3% | 15% | 15% | 2% | 6% | 56% |
| | A. moyens | 44% | 64% | 24% | 48% | 44% | 81% | 82% | 97% | 96% | 97% | 67% | 67% | 50% | 61% | 44% |
| | A. élevés | 0% | 1% | 0% | 2% | 0% | 12% | 2% | 0% | 3% | 0% | 18% | 18% | 24% | 17% | 0% |
| | A. élevés+ | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 5% | 11% | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 24% | 15% | 0% |
| 2005 | A. faibles | 38% | 23% | 43% | 39% | 38% | 0% | 5% | 3% | 2% | 3% | 9% | 9% | 2% | 9% | 38% |
| | A. moyens | 62% | 76% | 57% | 59% | 62% | 82% | 82% | 97% | 95% | 97% | 72% | 72% | 50% | 60% | 62% |
| | A. élevés | 0% | 1% | 0% | 2% | 0% | 12% | 2% | 0% | 3% | 0% | 19% | 19% | 24% | 16% | 0% |
| | A. élevés+ | 0% | 0% | 0% | 0% | 0% | 6% | 11% | 0% | 0% | 0% | 1% | 1% | 24% | 14% | 0% |
| 2010 | A. faibles | 50% | 34% | 50% | 50% | 50% | 0% | 5% | 3% | 2% | 3% | 8% | 8% | 2% | 11% | 50% |
| | A. moyens | 50% | 66% | 46% | 46% | 50% | 80% | 74% | 97% | 82% | 97% | 58% | 58% | 25% | 37% | 50% |
| | A. élevés | 0% | 0% | 4% | 4% | 0% | 13% | 4% | 0% | 14% | 0% | 31% | 31% | 32% | 33% | 0% |
| | A. élevés+ | 0% | 0% | 1% | 1% | 0% | 7% | 17% | 0% | 3% | 0% | 3% | 3% | 41% | 18% | 0% |

Entre les années d'enquêtes les données sont extrapolées linéairement. Avant 2000 elles sont supposées équivalentes à l'année 2000 et après 2010 elles sont supposées équivalentes à 2010.

Les surfaces de cultures annuelles sont issues des statistiques agricoles annuelles, elles sont disponibles sur toute la période d'inventaire.

Les surfaces sont ensuite combinées aux facteurs d'ajustement adaptés. Le tableau ci-dessous récapitule les différents facteurs d'ajustement associés au travail du sol, utilisés dans l'inventaire.

Tableau 75 : Valeurs par défaut du GIEC associées aux apports

| Apports (F_A) | Pratique (GIEC) | Facteur d'ajustement (GIEC) |
|-------------------|--------------------|-----------------------------|
| | Faibles | 0.92 |
| | Moyens | 1 |
| | Elevés sans fumier | 1.11 |
| | Elevés avec fumier | 1.44 |

TERRES DEVENANT TERRES CULTIVÉES***Biomasse vivante (terres devenant terres cultivées)***

Comme pour les terres cultivées restant terres cultivées les flux de biomasse sont estimés sur la base des surfaces de changement et par méthode de variation de stock. Pour tous les changements, les flux sont estimés sur une période de 20 ans sauf pour les défrichements (forêts devenant terres cultivées) pour lesquels on utilise une période de 1 an.

Les stocks de carbone de la biomasse vivante ligneuse sont supposés nuls pour les cultures annuelles, ils sont estimés à 5 tC/ha (aérien et racinaire) pour les vignes et 16 tC/ha pour les vergers. Les stocks de carbone de la biomasse vivante des autres catégories de terre sont présentés dans la partie introductive sur les réservoirs de carbone.

Bois mort (terres devenant terres cultivées)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir bois mort sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de bois mort.

Litière (terres devenant terres cultivées)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir litière sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de litière.

Matière organique du sol (terres devenant terres cultivées)

Le passage en usage culture d'une terre s'accompagne de flux au niveau du réservoir sol estimé à partir du stock de carbone initial et du stock de carbone final par méthode de variation de stock. Il peut s'agir, selon les cas, d'une émission ou d'une absorption de carbone. La méthode de calcul des flux sur les sols lors des changements d'utilisation des terres est décrite plus en détail dans la partie générique.

S'il s'agit d'une perte de carbone, elle s'accompagne également d'une perte de l'azote contenu dans le sol sous forme de N_2O (Guide UTCF [672]). Cette émission de N_2O n'est pas liée à l'utilisation de fertilisants azotés en agriculture mais à la symbiose des cycles de l'azote et du carbone dans les sols. On notera que dans le cas d'une transition inverse (passage d'une terre cultivée vers un autre usage), le gain en carbone n'est pas associé à un puits de N_2O .

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :***Emissions de CO_2*** ***Emissions de CO_2 liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone***

Les flux de CO_2 sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CO_2 liées au brûlage

Les émissions de CO_2 liées au brûlage sont incluses dans les estimations liées à la variation de stock des différents réservoirs de carbone. Aucune émission supplémentaire n'est calculée.

Emissions de CH_4 ***Emissions de CH_4 liées au drainage ou à la remise en eau***

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Conformément au guide UTCF, la génération de CH₄ issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Les émissions de N₂O liées à la fertilisation des terres agricoles sont intégralement rapportées dans le secteur agriculture.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Conformément au guide UTCF, l'émission de N₂O liée à la perte de carbone lors de la conversion d'une forêt ou d'une prairie en terre cultivée est prise en compte. Les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Pour les terres cultivées sans changement d'utilisation des terres, les flux associés à la minéralisation seraient en théorie rapportés en agriculture. En pratique ils sont négligés car les terres cultivées restant terres cultivées présentent un puits de carbone au niveau des sols.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Conformément au guide UTCF, la génération de N₂O issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672]. Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du rapportage international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de NO_x, CO

Emissions de NO_x, CO liées au brûlage

Conformément au guide UTCF, la génération de NO_x et de CO issus de la combustion de biomasse sur site au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de COVNM

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Les cultures contribuent aux émissions de COVNM (isoprène, mono terpènes et autres COV) dans le total national. Elles sont estimées au moyen d'un modèle d'émission (COBRA) [92] basé sur les équations développées par Günther et al [294] décrit dans la section agriculture.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Quant au brûlage, compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

PRAIRIES

Cette section concerne les émissions / absorptions par les prairies. Deux types de prairies sont distingués : les prairies établies depuis plus de 20 ans (prairies restant prairies) et les prairies issues d'un changement d'usage d'une terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée (terres devenant prairies).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4C |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.21.01 à 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.33.01 à 11.33.16 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCF, 2003
- [294] GUENTHER A-B - Seasonal and spatial variation in natural volatile organic compound emissions. Ecological Application, 1997, vol. 7, pp 34-45
- [424] INRA INFOSOL - Données issues du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), 2009
- [485] MAAF / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2001 et 2006 et 2011
- [672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.

Plan de la section :

Définitions

Définition de « Prairie »

Définition de « prairies restant prairies » et « terres devenant terres cultivées »

PRAIRIES RESTANT PRAIRIES**Biomasse vivante (prairies restant prairies)**

Terres avec changements entre sous-catégorie de prairies

Terres sans changement entre sous-catégorie de prairies

Bois mort (prairies restant prairies)**Litière (prairies restant prairies)****Matière organique du sol (prairies restant prairies)**

Choix du paramètre de stock de référence (COS_{REF})

Catégorisation selon le facteur d'utilisation des terres (F_{UT})

Catégorisation selon le facteur lié à la gestion et aux apports ($F_{RG} \times F_A$)

TERRES DEVENANT PRAIRIES**Biomasse vivante (terres devenant prairies)****Bois mort (terres devenant prairies)****Litière (terres devenant prairies)****Matière organique du sol (terres devenant prairies)****Emissions de CO₂**

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Emissions de N₂O liées au brûlage

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Emissions de NO_x, CO

Emissions de NO_x, CO liées au brûlage

Emissions de COVNM

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Emissions de COVNM liées au brûlage

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :**Définitions****Définition de « Prairie »**

Superficies toujours en herbe, il s'agit des zones couvertes d'herbe d'origine naturelle ou qui ont été semées il y a plus de 5 ans (contrairement aux prairies temporaires comptées en terres cultivées). La catégorie prairie inclut également les surfaces arborées ou recouvertes d'arbustes qui ne sont correspondent pas à la définition de la forêt et ne rentrent pas dans les catégories culture ou zone artificialisée comme la plupart des haies et des bosquets (surface boisée < 0,5 ha).

Définition de « prairies restant prairies » et « terres devenant prairies »

La catégorie des prairies restant prairies correspond à l'ensemble des terres en usage prairie au sens du GIEC depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

La catégorie des terres devenant prairies correspond à l'ensemble des terres en prairie depuis moins de 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

PRAIRIES RESTANT PRAIRIES

Biomasse vivante (prairies restant prairies)

Conformément aux lignes directrices du GIEC [672], seule la biomasse ligneuse est prise en compte. La biomasse non ligneuse provenant des cultures fait partie d'un cycle court qui présente un bilan neutre vis-à-vis du stockage de carbone : fréquemment stockage et déstockage de carbone ont lieu au cours de la même année. La biomasse considérée concerne en particulier les bosquets, haies et la végétation arbustive sur des parcelles ne respectant pas les critères de définition de la forêt.

Terres avec changements entre sous-catégorie de prairies

Les flux de biomasse sur les prairies restant prairies sont estimés sur la base des changements d'affectation entre les quatre sous-catégories de prairies (prairies en herbe, prairies arbustives, haies et bosquets) par méthode de variation de stock basée sur les changements sur 20 ans.

Équation 39 (prairies) (inspirée de l'équation 3.1.2 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.8 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C = (C_0 - C_{(0-20)}) / 20$$

Avec :

ΔC = Variation de stock de biomasse, t C / an
 C_0 = Stock de carbone à l'instant 0, t C
 $C_{(0-20)}$ = Stock de carbone à l'instant 0-20, t C

Les stocks de carbone de la biomasse vivante ligneuse sont supposés nuls pour les prairies en herbe, ils sont estimés à 7 tC/ha (aérien et racinaire) pour les prairies arbustives et identiques à la forêt pour les surfaces de haies et de bosquet.

A titre d'exemple, la conversion d'un bosquet en prairie arbustive génère une émission et inversement la conversion d'une prairie en herbe en haie génère un puits de carbone dans la biomasse vivante ligneuse.

Terres sans changement entre sous-catégorie de prairies

Sur les « bosquets restant bosquets » ou « haies restant haies » ou « prairie arbustive restant prairie arbustive », la méthode par variation de stock n'est pas mise en place car il n'existe pas de données suffisamment précises pour suivre les stocks de ces surfaces dans le temps.

L'IFN ne couvrant pas ces terres dans son inventaire, il n'existe pas non plus de données précises sur l'accroissement annuel ou les prélèvements de la biomasse ligneuse des prairies qui permettrait d'appliquer une véritable « méthode des flux » (gains - pertes). Il est donc considéré que l'accroissement compense le prélèvement sur la récolte pour les terres de cette catégorie. La biomasse récoltée est supposée être uniquement à destination du bois de feu laquelle est estimée au travers de statistiques de consommation énergétique.

Bois mort (prairies restant prairies)

Le stock de bois mort est négligé sur l'ensemble des prairies restant prairies.

Litière (prairies restant prairies)

Le stock de litière est négligé sur l'ensemble des prairies restant prairies.

Matière organique du sol (prairies restant prairies)

Comme pour les terres cultivées, les flux de carbone des sols sont estimés grâce aux équations suivantes :

Équation 40 (prairies) (inspirée de l'équation 3.3.3 du GIEC 2003 [199] et de l'équation 2.25 du GIEC 2006 [672])

$$\Delta C_{\text{Minéraux}} = \text{COS}_0 - \text{COS}_{(0-20)} / 20$$

$$COS = COS_{REF} \times F_{UT} \times (F_{RG} \times F_A) \times Surface$$

Avec :

| | | |
|-----------------------|---|---|
| ΔC | = | Variation de stock de carbone du réservoir, t C/an |
| $\Delta C_{Minéraux}$ | = | Variations annuelles des stocks de carbone des sols minéraux, tC / an |
| COS | = | Stock de carbone organique du sol l'année d'inventaire, tC |
| COS_{REF} | = | Stock de carbone de référence, tC/ha |
| F_{UT} | = | Facteur de variation de stock lié à l'utilisation des terres |
| $(F_{RG} \times F_A)$ | = | Facteur de variation de stock lié au régime de gestion et aux apports |
| Surface | = | Surface de la catégorie de terre concernée, ha |

Les lignes directrices du GIEC [672] permettent ainsi d'estimer les flux de carbone des sols à partir de facteurs associés aux pratiques (utilisation du sol, travail du sol, type et quantité d'apport).

Choix du paramètre de stock de référence (COS_{REF})

Comme pour les terres cultivées, le paramètre COS_{REF} choisi correspond à la médiane des stocks forestiers régionaux issus du RMQS [424] et utilisés dans l'inventaire, il est estimé à 73 tC/ha. Cette valeur impacte peu les estimations produites car ce sont les variations de stock qui sont visées dans les calculs.

Catégorisation selon le facteur d'utilisation des terres (F_{UT})

La valeur proposée par le GIEC [672] pour le paramètre F_{UT} est de 1 pour les prairies. Dans l'inventaire français cette valeur du GIEC a été utilisée pour toutes les prairies restant prairies, quel que soit la sous-catégorie (prairies en herbe, prairies arbustives, haies et bosquets). Combinée avec le paramètre COS_{REF} , un stock de référence pour les prairies a été estimé pour la France métropolitaine à 73 tC/ha (73 tC/ha x 1).

Catégorisation selon le facteur lié à la gestion et aux apports ($F_{RG} \times F_A$)

Pour les prairies, il n'est pas facile de distinguer la gestion et les apports ils sont donc traités conjointement.

En termes de gestion, cinq modalités graduelles ont été définies par le GIEC : prairie fortement dégradées, prairies moyennement dégradées, prairies gérées nominale, prairies améliorées, prairie améliorée avec apports de gestion supplémentaires. Ces catégories ne recoupent pas de classification connue des prairies, il est donc difficile de catégoriser les prairies françaises selon ces définitions.

Les enquêtes pratiques culturales présentes en France proposent des résultats relatifs aux prairies pour les années 2006 et 2011 [485] permettant d'identifier des pratiques ayant changé sur cette période. Les données d'enquêtes relatives à l'année 2016 sont en cours de traitement elles n'ont pu être exploitées dans les inventaires. Dans l'inventaire actuel, seules la fertilisation minérale et la fertilisation organique ont été identifiées comme paramètres permettant de classer les prairies selon la catégorisation GIEC et de témoigner des changements de pratique. Ces données ont donc été exploitées pour répartir les surfaces de prairies françaises dans les différentes catégories grâce au protocole suivant.

Tableau 76 : Protocole d'allocation entre les catégories GIEC

| fertilisation minérale ? | Fumure organique ? | Prairie | | | | |
|--------------------------------|--------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|-----------|--------------|
| | | Fortement dégradée | Moyennement dégradée | Gérée nominale | Améliorée | Améliorée ++ |
| <50 kgN/ha/an | OUI | | | | X | |
| | NON | | X | | | |
| Entre 50 et 100 kgN/ha/an | NON | | | X | | |
| Supérieure à 100 kgN/ha/an | NON | | | | X | |

Grâce à ce protocole d'allocation les terres ont pu être réparties selon les catégories GIEC de la manière suivante.

Tableau 77 : Répartition des surfaces de prairie par catégorie GIEC

| | Prairie | | | | |
|------|--------------------|----------------------|----------------|-----------|--------------|
| | Fortement dégradée | Moyennement dégradée | Gérée nominale | Améliorée | Améliorée ++ |
| 2006 | 0% | 22% | 50% | 29% | 0% |
| 2011 | 0% | 29% | 40% | 31% | 0% |

Entre les années d'enquêtes les données sont extrapolées linéairement. Avant 2006 elles sont supposées équivalentes à l'année 2006 et après 2011 elles sont supposées équivalentes à 2011.

Les surfaces sont ensuite combinées aux facteurs d'ajustement adaptés. Le tableau ci-dessous récapitule les différents facteurs d'ajustement associés aux différents types de prairies, utilisés dans l'inventaire.

Tableau 78 : Valeurs par défaut du GIEC associées aux types de prairie

| Catégorie GIEC | Facteur d'ajustement (GIEC) |
|------------------------------|-----------------------------|
| Prairie fortement dégradée | 0,70 |
| Prairie moyennement dégradée | 0,95 |
| Prairie gérée nominale | 1 |
| Prairie améliorée | 1,14 |
| Prairie améliorée ++ | 1,27 |

TERRES DEVENANT PRAIRIES

Biomasse vivante (terres devenant prairies)

Comme pour les prairies restant prairies les flux de biomasse sont estimés sur la base des surfaces de changement et par méthode de variation de stock. Pour tous les changements, les surfaces sont estimées sur une période de 20 ans sauf pour les défrichements (forêts devenant prairies) pour lesquels on utilise une période de 1 an.

Les stocks de carbone de la biomasse vivante ligneuse sont supposés nuls pour les prairies en herbe, ils sont estimés à 7 tC/ha (aérien et racinaire) pour les prairies arbustives et identiques à la forêt pour les surfaces de haies et de bosquet. Les stocks de carbone de la biomasse vivante des autres catégories de terre sont présentés dans la partie introductive sur les réservoirs de carbone.

Bois mort (terres devenant prairies)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir bois mort sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de bois mort.

Litière (terres devenant prairies)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir litière sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de litière.

Matière organique du sol (terres devenant prairies)

Le passage en usage prairie d'une terre s'accompagne de flux au niveau du réservoir sol estimé à partir du stock de carbone initial et du stock de carbone final par méthode de variation de stock. Il peut s'agir, selon les cas, d'une émission ou d'une absorption de carbone. La méthode de calcul des flux sur les sols lors des changements d'utilisation des terres est décrite plus en détail dans la partie générique.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Les flux de CO₂ sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Les émissions de CO₂ liées au brûlage sont incluses dans les estimations liées à la variation de stock des différents réservoirs de carbone. Aucune émission supplémentaire n'est calculée.

Emissions de CH₄**Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau**

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Conformément au guide UTCF, la génération de CH₄ issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de N₂O**Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)**

Les émissions de N₂O liées à la fertilisation des terres agricoles sont intégralement rapportées dans le secteur agriculture.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Les émissions de N₂O liées à la minéralisation des sols sont actuellement négligées dans l'inventaire français pour les prairies.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Conformément au guide UTCF, la génération de N₂O issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂****Emissions de SO₂ liées au brûlage**

Compte tenu des spécificités actuelles du rapportage international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de NO_x, CO**Emissions de NO_x, CO liées au brûlage**

Conformément au guide UTCF, la génération de NO_x et de CO issus de la combustion de biomasse sur site au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de COVNM**Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)**

Les cultures contribuent aux émissions de COVNM (isoprène, monoterpènes et autres COV) dans le total national. Elles sont estimées au moyen d'un modèle d'émission (COBRA) [92] basé sur les équations développées par Günther et al [294] décrit dans la section agriculture.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Quant au brûlage, compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 28/02/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

TERRES HUMIDES

Cette section concerne les émissions par les changements d'occupation des terres à destination des usages « terres humides ». Deux types de terres peuvent être distingués : les « terres humides » établies depuis plus de 20 ans et les « terres humides » issues d'un changement d'usage d'une terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée.

La catégorie des « terres humides » rassemble l'ensemble des terres immergées ou saturées en eau toute ou une partie de l'année.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4D |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.21.01 à 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.34.01 à 11.34.16 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

[199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCATF, 2003

[672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Définitions

Définition de « terres humides »

Il s'agit des terres recouvertes ou saturées d'eau pendant tout ou une partie de l'année et qui n'entrent pas dans l'une des autres catégories (hormis la catégorie "Autres terres"). Cette catégorie inclut les retenues d'eau, les rivières et les lacs.

Définition de « terres humides restant terres humides » et « terres devenant terres humides »

La catégorie des « terres humides restant terres humides » correspond à l'ensemble des terres en usage « terres humides » au sens du GIEC depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

La catégorie des « terres devenant terres humides » correspond à l'ensemble des terres en usage « terres humides » au sens du GIEC depuis moins de 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

TERRE HUMIDES RESTANT TERRES HUMIDES

Biomasse vivante (terres humides restant terres humides)

Bien que ces surfaces puissent porter de la biomasse ligneuse, les informations disponibles ne permettent pas d'en évaluer l'accroissement, le prélèvement ou la variation de stock. Le bilan est donc supposé neutre pour ces terres.

Bois mort (terres humides restant terres humides)

Le stock de bois mort est négligé sur l'ensemble des terres humides restant terres humides.

Litière (terres humides restant terres humides)

Le stock de litière est négligé sur l'ensemble des terres humides restant terres humides.

Matière organique du sol (terres humides restant terres humides)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

TERRES HUMIDES DEVENANT TERRES HUMIDES

Biomasse vivante (terres devenant terres humides)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte du stock de biomasse vivante.

Bois mort (terres devenant terres humides)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir bois mort sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de bois mort.

Litière (terres devenant terres humides)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir litière sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de litière.

Matière organique du sol (terres devenant terres humides)

En raison de la difficulté à caractériser les sols des terres humides, les flux de carbone des sols sur les terres devenant terres humides sont négligés.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Les flux de CO₂ sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Les émissions de CO₂ liées au brûlage sont incluses dans les estimations liées à la variation de stock des différents réservoirs de carbone. Aucune émission supplémentaire n'est calculée.

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de CH₄ issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Aucune fertilisation n'est supposée sur les terres humides.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Les émissions de N₂O liées à la minéralisation des sols sont actuellement négligées dans l'inventaire français pour les terres humides.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de N₂O issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du rapportage international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de NO_x, CO

Emissions de NO_x, CO liées au brûlage

Conformément au guide UTCF [199], la génération de NO_x et de CO issus de la combustion de biomasse sur site au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de COVNM

Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Compte tenu des spécificités actuelles du rapportage international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du rapportage international, les émissions correspondantes sont négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

ZONES URBANISEES

Cette section concerne les émissions par les changements d'occupation des terres à destination des usages « zones urbanisées ». Deux types de terres peuvent être distingués : les « zones urbanisées » établies depuis plus de 20 ans et « zones urbanisées » issues d'un changement d'usage d'une terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée.

Les zones urbanisées correspondent aux terres artificialisées (habitations, parcs urbains, routes, pelouses, etc.).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4E |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.21.01 à 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.35.01 à 11.35.16 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

[199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCF, 2003

[672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.

[721] Robert C. 2016, Comprendre les changements d'utilisation des terres en France pour mieux estimer leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre. De l'observation à la modélisation. Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris-Diderot, ADEME-CITEPA-LADYSS, 530p.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Définitions

Définition de « zone urbanisée »

Terres bâties incluant les infrastructures de transport et les zones habitées de toutes tailles, sauf si celles-ci sont comptabilisées dans une autre catégorie. Cette catégorie peut donc inclure des terres enherbées ou boisées si leur utilisation principale n'est ni agricole ni forestière, c'est le cas des jardins, des parcs ou des terrains de sport.

Définition des « zones urbanisées restant zones urbanisées » et « terres devenant zones urbanisées »

La catégorie des « zones urbanisées» restant « zones urbanisées» correspond à l'ensemble des terres en usage « zones urbanisées» au sens du GIEC depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

La catégorie des « terres devenant zones urbanisées » correspond à l'ensemble des terres en usage « zones urbanisées » au sens du GIEC depuis moins de 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

ZONES URBANISEES RESTANT ZONES URBANISEES

Biomasse vivante (zones urbanisées restant zones urbanisées)

Bien que ces surfaces puissent porter de la biomasse ligneuse, les informations disponibles ne permettent pas d'en évaluer l'accroissement, le prélèvement ou la variation de stock. Le bilan est donc supposé neutre pour ces terres.

Bois mort (zones urbanisées restant zones urbanisées)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

Litière (zones urbanisées restant zones urbanisées)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

Matière organique du sol (zones urbanisées restant zones urbanisées)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

TERRES DEVENANT TERRES URBANISEES

Biomasse vivante (terres devenant zones urbanisées)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de biomasse vivante.

Bois mort (terres devenant zones urbanisées)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir bois mort sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de bois mort.

Litière (terres devenant zones urbanisées)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir litière sauf s'il s'agit d'un défrichement, ce dernier génère alors une perte brusque du stock de litière.

Matière organique du sol (terres devenant zones urbanisées)

Le passage en zone urbanisée d'une terre s'accompagne de flux au niveau du réservoir sol estimés à partir du stock de carbone initial et du stock de carbone final par la méthode de variation de stock. Les stocks de carbone du sol dans les zones urbanisées sont estimés à partir d'une revue de littérature menée dans le cadre des travaux de thèse de C. Robert [721]. D'après ces travaux, les sols nus, revêtus ou artificialisés ont un stock moyen de 30 tC/ha ; les sols urbanisés en herbe ont un stock similaire, en moyenne, au stock sous prairie et les sols urbanisés arborés ont un stock similaire, en moyenne, au stock sous forêt. Dans ces deux derniers cas, les stocks régionaux des prairies et des forêts sont utilisés.

Il est important de souligner que, en Guyane, il est considéré que l'intégralité du carbone du sol est perdue suite aux défrichements vers zones urbanisées. En effet, une grande partie des défrichements correspond à de l'orpaillage, et dans ces cas le sol est clairement décapé ce qui entraîne une perte importante de carbone pour ce réservoir.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les flux de CO₂ sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CH₄, N₂O

Conformément au guide UTCF, la génération de CH₄ et de N₂O issus de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Les flux de CO₂ sont directement estimés à partir des flux de carbone observés entre les différents réservoirs de carbone des terres définis par le GIEC.

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Les émissions de CO₂ liées au brûlage sont incluses dans les estimations liées à la variation de stock des différents réservoirs de carbone. Aucune émission supplémentaire n'est calculée.

Emissions de CH₄

Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de CH₄ issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de N₂O

Emissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Les émissions de N₂O liées à la fertilisation sont intégralement rapportées dans le secteur agriculture. Les émissions de N₂O liées à l'éventuelle fertilisation des jardins sont négligées.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Les émissions de N₂O liées à la minéralisation des sols sont actuellement négligées dans l'inventaire français pour les zones urbanisées.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de N₂O issu de la combustion sur site de biomasse au cours de la récolte de bois ou d'un défrichement est prise en compte. Lors de l'exploitation, il est estimé que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Emissions de SO₂ liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de NO_x, CO**Emissions de NO_x, CO liées au brûlage**

Conformément au guide UTCATF [199], la génération de NO_x et de CO issus de la combustion de biomasse sur site au cours de la récolte de bois ou d'un défrichage est prise en compte. Lors de l'exploitation, on estime que 13% environ de la biomasse aérienne est brûlée sur site, les facteurs d'émission proviennent des lignes directrices du GIEC 2006 [672].

Emissions de COVNM**Emissions de COVNM de la végétation (biotiques)**

Compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

AUTRES TERRES

Cette section concerne les émissions par les changements d'occupation des terres à destination des « autres terres ». Deux types de terres peuvent être distingués : les « autres terres » établies depuis plus de 20 ans et les « autres terres » issues d'un changement d'usage d'une terre sur la période de 20 ans précédant l'année d'inventaire considérée.

Les autres terres au sens du GIEC regroupent toutes les terres qui ne correspondent pas aux cinq autres définitions de terres (dunes, glaciers, roches affleurantes, etc.)

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 4F |
| CEE-NU / NFR | NFR mémo hors total national |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.21.01 à 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.36.01 à 11.36.16 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | 02.0A, B, D (ancienne) ; 0129Zp, 0210Zp, 0220Zp, 0230Zp, 0240Zp, 1610Ap (nouvelle) |
| NCE | - |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces | Données spécifiques nationales |

Niveau de méthode :

Rang 2.

Références utilisées :

[199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCF, 2003

[672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Définition des Autres terres

Terres pour lesquelles aucune des catégories précédentes ne convient : sol nu, roche, glacier, et autres terres non gérées non comptabilisées ailleurs.

Définition de « autre terres restant autres terres » et « terres devenant autres terres »

La catégorie des « autres terres » restant « autres terres » correspond à l'ensemble des terres en usage « autres terres » au sens du GIEC depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

AUTRES TERRES RESTANT AUTRES TERRES

La catégorie des « autres terres » restant « autres terres » correspond à l'ensemble des terres en usage « autres terres » au sens du GIEC depuis au moins 20 ans (période par défaut définie par le GIEC).

Biomasse vivante (autres terres restant autres terres)

Bien que ces surfaces puissent porter de la biomasse ligneuse, les informations disponibles ne permettent pas d'en évaluer l'accroissement, le prélèvement ou la variation de stock. Le bilan est donc supposé neutre pour ces catégories.

Bois mort (autres terres restant autres terres)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

Litière (autres terres restant autres terres)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

Matière organique du sol (autres terres restant autres terres)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

TERRES DEVENANT AUTRES TERRES

Biomasse vivante (terres devenant autres terres)

Il est considéré que le stock de carbone de ce réservoir n'évolue pas au cours du temps.

Bois mort (terres devenant autres terres)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir bois mort.

Litière (terres devenant autres terres)

Aucun flux de carbone n'est considéré sur le réservoir litière.

Matière organique du sol (terres devenant autres terres)

Il n'existe pas de données suffisamment robustes sur la teneur en carbone organique de cette catégorie de terres, du fait en particulier de la grande variabilité des sous-types pouvant être définis au sein de cette catégorie (liée pour partie à la définition des catégories de terres selon le GIEC). Les émissions/absorptions de transitions à destination de l'usage « autres terres » sont négligées. Cette absence de prise en compte n'apparaît pas déterminante dans le calcul des flux car les transitions à destination des « autres terres » sont du même ordre de grandeur que les transitions depuis un état « autres terres ». Le bilan des deux flux apparaissant proche de l'équilibre (du fait des définitions retenues pour cette catégorie de terres).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Emissions de CO₂ liées à la variation de stocks des différents réservoirs de carbone

Les variations de stock de carbone sont négligées sur les autres terres et par conséquent les éventuels flux de CO₂ également.

Emissions de CO₂ liées au brûlage

Aucun brûlage n'est pris en compte sur les autres terres, les émissions liées aux éventuels brûlages sont donc négligées.

Emissions de CH₄Emissions de CH₄ liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de CH₄ liées au brûlage

Aucun brûlage n'est pris en compte sur les autres terres, les émissions liées aux éventuels brûlages sont donc négligées.

Emissions de N₂OEmissions de N₂O liées à la fertilisation (directes et indirectes)

Aucune fertilisation n'est supposée sur les autres terres.

Emissions de N₂O liées au drainage ou à la remise en eau

Les émissions liées au drainage ou à la remise en eau sont actuellement négligées dans l'inventaire français.

Emissions de N₂O liées à la minéralisation des sols

Les émissions de N₂O liées à la minéralisation des sols sont actuellement négligées dans l'inventaire français pour les autres terres.

Emissions de N₂O liées au brûlage

Aucun brûlage n'est pris en compte sur les autres terres, les émissions liées aux éventuels brûlages sont donc négligées.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :**Emissions de SO₂**Emissions de SO₂ liées au brûlage

Aucun brûlage n'est pris en compte sur les autres terres, les émissions liées aux éventuels brûlages sont donc négligées.

Emissions de NO_x, COEmissions de NO_x, CO liées au brûlage

Aucun brûlage n'est pris en compte sur les autres terres, les émissions liées aux éventuels brûlages sont donc négligées.

Emissions de COVNMEmissions de COVNM de la végétation (biotiques)

Compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

Emissions de COVNM liées au brûlage

Compte tenu des spécificités actuelles du reporting international, les émissions correspondantes sont négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 28/02/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

PRODUITS LIGNEUX RECOLTES

Cette section concerne les absorptions et les émissions de CO₂ par les produits ligneux récoltés (PLR) aussi désignés par l'expression « produits bois ».

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------|
| CCNUCC / CRF | 4G |
| CEE-NU / NFR | (hors champ) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.25.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.25.00 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | (hors champ) |
| NAF 700 | (hors champ) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-------------------------------------|--------------------------------------|
| Quantité de produits bois fabriquée | Densité de carbone des produits bois |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [674] Carbone 4. Méthode opérationnelle de comptabilisation des produits-bois dans l'inventaire national GES, Juin 2014.
- [710] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4, Chap. 12
- [718] Marland, E. S., Stellar, K. & Marland, G. H. A distributed approach to accounting for carbon in wood products. Mitigation Adapt. Strat. Glob. Change 15, 71:91 (2010).
- [804] 2013 Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Définition du guide GIEC 2006 [710] : « Les PLR incluent tous les matériaux ligneux (y compris l'écorce) extraits des sites de récoltes. Les rémanents et autres matériaux laissés sur le site des récoltes doivent être considérés comme de la matière organique morte et non pas des PLR »

Définition de la décision UE n° 529/2013 du 21/05/13 : « produit ligneux récolté », tout produit issu de la récolte du bois, qui a quitté un site où le bois est récolté.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

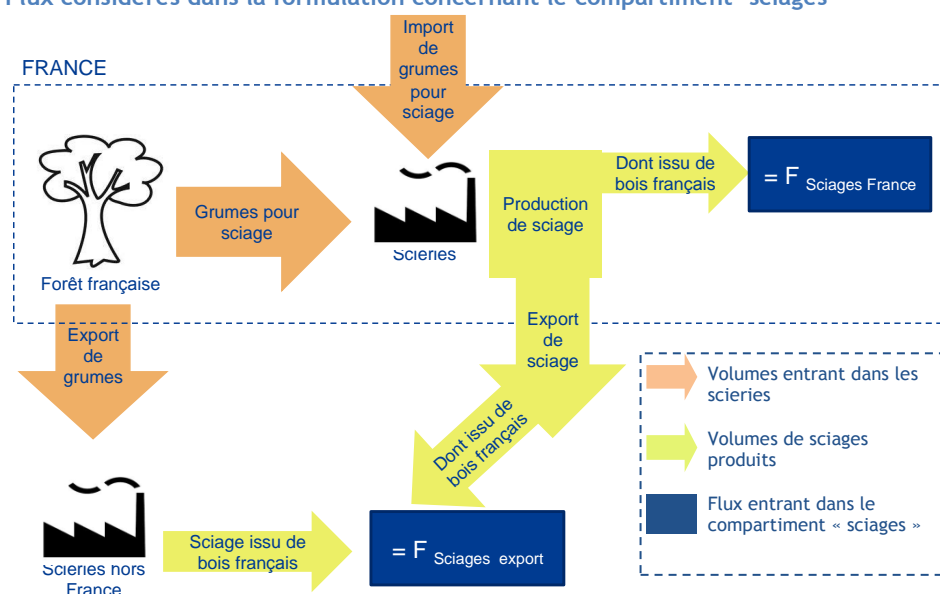
Emissions de CO₂

Les produits bois sont estimés dans l'inventaire sur la base des travaux menés au niveau national spécifiquement pour l'inventaire de GES de la France [674] et avec l'aide des lignes directrices du GIEC 2006 [710] et du guide révisé du GIEC 2013 [804].

Les produits bois sont comptabilisés selon une approche de production, qui prend en compte les produits bois fabriqués avec la récolte française, qu'ils soient destinés au marché français ou exportés. Les importations ne sont pas prises en compte. Les données d'activité (production aux différentes étapes de la chaîne industrielle) proviennent notamment des enquêtes de branche du SSP, du ministère de l'Agriculture. Afin de prendre en compte les produits bois produits avant 2008, mais encore en cours de décomposition pendant les périodes d'engagement du Protocole de Kyoto, la comptabilisation des PLR démarre dès 1900. De plus, lors de la première période d'engagement les flux de carbone provenant des PLR produits entre 2008 et 2012, comptabilisés par la méthode d'oxydation instantanée, sont exclus du stock de produits bois en cours de décomposition.

Le schéma général des flux pour le compartiment sciages est représenté sur la figure ci-dessous. Le flux entrant total correspond à la somme des deux flux représentés par les rectangles bleu marine. A noter que seuls les PLR produits en France sont pris en compte, les PLR importés sont eux retranchés de la production :

Figure 21 : Flux considérés dans la formulation concernant le compartiment "sciages"



Principales données sources utilisées

| Donnée | Source |
|---|-----------------------------------|
| Sciage | |
| Production de sciages de feuillus par les scieries françaises | DISAR Scieries |
| Production de sciages de résineux par les scieries françaises | DISAR Scieries |
| Exportation de sciages de feuillus | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de sciages de résineux | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de sciages de feuillus | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de sciages de résineux | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de sciages de résineux | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Récolte de bois d'œuvre destiné au sciage, feuillus | DISAR Exploitations forestières |
| Récolte de bois d'œuvre destiné au sciage, résineux | DISAR Exploitations forestières |
| Récolte de chablis, bois d'œuvre, feuillus | DISAR Exploitations forestières |

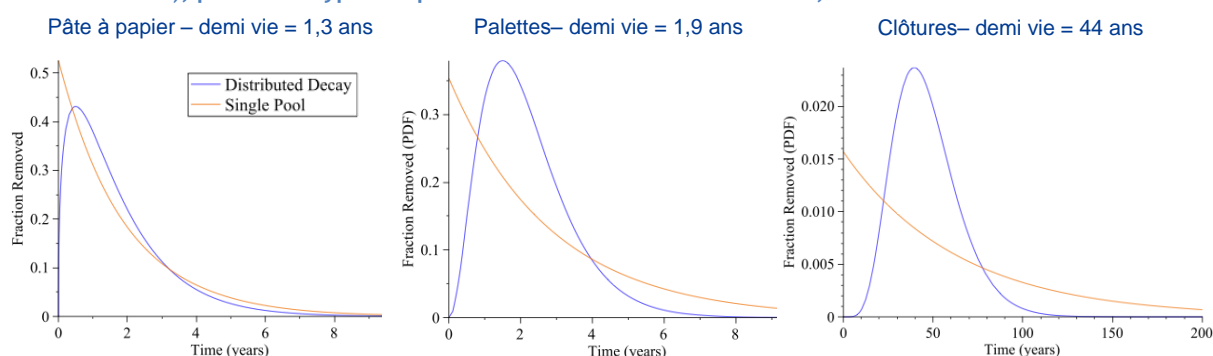
| | |
|--|-----------------------------------|
| Récolte de chablis, bois d'œuvre, résineux | DISAR Exploitations forestières |
| Récolte de bois d'œuvre, feuillus | DISAR Exploitations forestières |
| Récolte de bois d'œuvre, résineux | DISAR Exploitations forestières |
| Exportation de bois d'œuvre, feuillus | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de bois d'œuvre, résineux | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Importation de bois d'œuvre pour sciage, feuillus | DISAR Scieries |
| Importation de bois d'œuvre pour sciage, résineux | DISAR Scieries |
| Panneaux de process | |
| Production annuelle de panneaux | EUROSTAT |
| Exportation annuelle de panneaux | EUROSTAT |
| Exportation de bois rond destiné à la trituration | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de produits connexes de scierie | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Exportation de produits connexes de scierie | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Réception de bois de trituration par les usines de panneaux | Memento FCBA |
| Réception de bois de trituration par les usines de pâte à papier | Memento FCBA |
| Production de trituration comme produits connexes de scierie | DISAR Scieries |
| Production de produits connexes de scierie | DISAR Scieries |
| Importation de bois rond destiné à la trituration | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Importation de produits connexes de scierie | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Récolte de bois de trituration par les exploitations forestières | DISAR Exploitations forestières |
| Récolte de chablis, trituration | DISAR Exploitations forestières |
| Contreplaqués | |
| Récolte de bois d'œuvre destiné au placage | DISAR Exploitations forestières |
| Exportation de bois d'œuvre destiné au placage | Calcul |
| Rendement grumes -> contreplaqués | Memento FCBA |
| Récolte totale de bois d'œuvre | DISAR Exploitations forestières |
| Papiers et cartons | |
| Rendement trituration -> papier 1 | COPACEL |
| Production de trituration comme produits connexes de scierie | DISAR Scieries |
| Exportation de produits connexes de scierie | DISAR Conjoncture bois et dérivés |
| Réception de bois de trituration par les usines de panneaux | Memento FCBA |
| Réception de bois de trituration par les usines de pâte à papier | Memento FCBA |

Fonction de décomposition utilisée, et demi-vie :

Plutôt que la fonction de décomposition au 1er ordre proposée par le GIEC dans ses lignes directrices de 2006, nous recourons à une fonction plus évoluée, à deux paramètres, qui s'appuie sur la fonction de distribution Gamma.

Celle-ci présente notamment l'intérêt de corriger l'erreur intrinsèque portée par la fonction de décomposition de 1er ordre, qui considère que la décomposition maximale d'une catégorie de produits a toujours lieu la première année. C'est en effet incorrect dans les faits pour les produits bois à longue durée de vie, par exemple. La figure ci-dessous illustre parfaitement la différence entre les deux approches, pour trois types de produit-bois aux demi-vies différentes [718].

Figure 22 : Evolution des taux de décomposition pour les deux méthodes (« 1er ordre » en orange et « Gamma » en violet), pour trois types de produit-bois. Source : Marland et al, 2010.



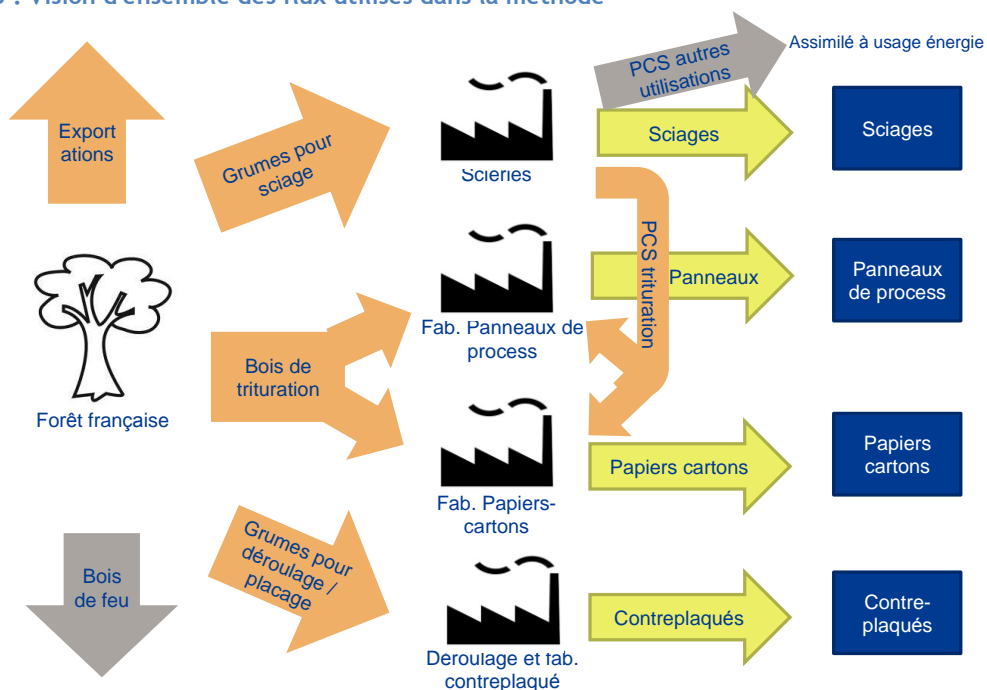
PLR obtenus via l'article 3.3 ou via l'article 3.4 :

Il est normalement prévu que les PLR provenant d'activités de déboisements soient comptabilisés via la méthode d'oxydation instantanée. Au vu des données statistiques disponibles sur l'évolution des prélèvements, qui ne distinguent pas le bois par son origine en termes de gestion forestière (gestion ou déboisement), et sachant que les terres déboisées représentent actuellement moins de 5% du total formé par les terres forestières gérées et les terres déboisées, les PLR provenant de l'activité déboisement sont traités au même titre que les PLR provenant d'une activité de gestion forestière.

Bois énergie et déchets :

Les PLR entrant dans ces deux catégories sont comptabilisés dans des secteurs séparés (respectivement secteur énergie, et secteur traitement des déchets) par la méthode d'oxydation instantanée. La figure ci-dessous procure une vision d'ensemble (simplifiée) des flux principaux qui structurent l'ensemble de la méthode. En gris figurent les flux non pris en compte dans la méthode, ici parce qu'ils concernent une utilisation énergétique :

Figure 23 : Vision d'ensemble des flux utilisés dans la méthode

**Emissions de CH₄**

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances provenant des produits bois.

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances provenant des produits bois.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances provenant des produits bois.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 02/03/2017 | CR | 03/03/2017 | EM, JPC |

BARRAGE DE PETIT-SAUT (GUYANE)

Cette section traite spécifiquement des émissions du barrage de Petit-Saut, seul barrage pris en compte dans l'inventaire français du fait de ses spécificités :

- Une surface importante de 30 000 ha,
- Un climat tropical,
- Une mise en eau sans déforestation préalable.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------|
| CCNUCC / CRF | 4H |
| CEE-NU / NFR | (hors champ) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.34.02 |
| CITEPA / SNAPc | 11.34.02 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | (hors champ) |
| NAF 700 | (hors champ) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| | |
|----------|--------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surface | Modèle développé par EDF |

Niveau de méthode :

Rang 3

Références utilisées :

- [425] GALY LACAUX C. - Modification des échanges de constituants mineurs liés à la création d'une retenue hydroélectrique : Impact des barrages sur le bilan de méthane dans l'atmosphère, 1996
- [599] GUERIN F. - Emission de gaz à effet de serre (CO₂, CH₄) par une retenue de barrage hydroélectrique en zone tropicale (Petit-saut, Guyane française) : expérimentation et modélisation. Thèse soutenue en 2006
- [600] DESCLOUX - EDF - Mise à jours de données de la thèse de F. GUERIN pour le barrage de Petit-Saut, 2013

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

La mise en eau d'un barrage est une source potentielle de CH₄ et CO₂ par dégradation de la biomasse immergée. La mise en eau en 1994 du barrage de Petit Saut en Guyane a conduit à inonder 300 km² de forêt tropicale, ces émissions ont pu être estimées par plusieurs travaux successifs notamment des thèses [425, 599, 600] et ajoutées de manière spécifique à l'inventaire français. Les émissions associées sont rapportées sous la catégorie 4H pour plus de transparence et prises en compte dans le cadre de l'article 3.3 pour le Protocole de Kyoto.

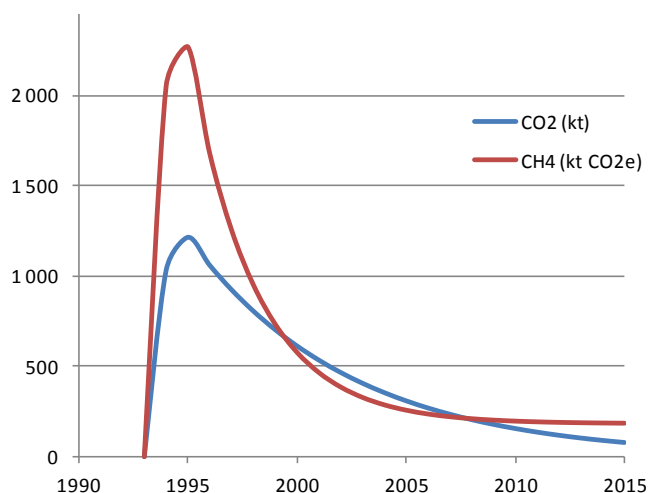
Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂, CH₄

Les émissions de CH₄ et de CO₂ du barrage de Petit-Saut ont récemment été mises à jour sur la base des dernières données disponibles dans la publication de DESCLOUX [600], telles que présentées dans le tableau ci-dessous :

Figure 24 : Emissions de CH₄ et de CO₂ dues au barrage de Petit-Saut en Guyane

| année | CH ₄ (t) | CO ₂ (kt) |
|-------|---------------------|----------------------|
| 1994 | 97 587 | 1 034 |
| 1995 | 107 904 | 1 217 |
| 1996 | 79 807 | 1 062 |
| 1997 | 59 668 | 926 |
| 1998 | 45 233 | 808 |
| 1999 | 34 887 | 704 |
| 2000 | 27 471 | 614 |
| 2001 | 22 155 | 536 |
| 2002 | 18 345 | 467 |
| 2003 | 15 613 | 408 |
| 2004 | 13 656 | 355 |
| 2005 | 12 253 | 310 |
| 2006 | 11 248 | 270 |
| 2007 | 10 527 | 236 |
| 2008 | 10 011 | 206 |
| 2009 | 9 640 | 179 |
| 2010 | 9 375 | 156 |
| 2011 | 9 184 | 136 |
| 2012 | 9 048 | 119 |
| 2013 | 8 951 | 104 |
| 2014 | 8 880 | 90 |
| 2015 | 8 829 | 79 |



Emissions de N₂O

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

Emissions de Gaz fluorés

Aucune émission n'est attendue pour ce secteur.

DECHETS

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | CG | 02/02/2017 | JV |

TRAITEMENT DES DECHETS

Cette section concerne les activités relatives au traitement des déchets solides, à celui des eaux usées, ainsi que la crémation.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Déchets solides

Les différents procédés de traitement des déchets mis en œuvre engendrent des rejets parfois significatifs de polluants comme le CH₄ des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), certains métaux lourds et polluants organiques persistants en ce qui concerne l'incinération.

Les déchets solides de toute nature sont générés par les ménages, les collectivités et les entreprises (commerces, industries, BTP, installations agricoles etc.). Une partie des déchets des collectivités et des entreprises est traitée dans des installations recevant des déchets ménagers et est assimilée à des déchets ménagers.

Les déchets solides sont éliminés au travers des filières de traitement suivantes :

- Le stockage en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND),
- L'incinération (déchets non dangereux, déchets industriels dangereux, déchets de soins, boues, etc.) et le brûlage (déchets agricoles, feux de déchets verts),
- Les procédés biologiques (compostage, méthanisation),
- Le tri en vue de la valorisation.

Les installations de traitement recevant des déchets ménagers et assimilés (DMA) font l'objet d'un recensement spécifique de l'ADEME, au travers des enquêtes bisannuelles « ITOM » (Installations de Traitement des Ordures Ménagères). Les autres déchets (hors DMA) sont traités dans des installations dédiées (incinérateurs de déchets dangereux, incinérateurs de déchets de soins, incinérateurs de boues, décharges de déchets de BTP, etc.).

La part des déchets ménagers traités par filière de traitement a évolué depuis 1990. La part du stockage a diminué et est passée d'environ 65% en 1990 à moins de 40% de nos jours. La part de l'incinération est restée relativement stable autour de 30%, sur la période l'incinération sans récupération d'énergie disparaissant peu à peu au profit de l'incinération avec récupération d'énergie. La part des procédés biologiques, en particulier du compostage, augmente régulièrement et est maintenant de plus de 14%.

Dans l'inventaire national, aucune émission n'est associée au procédé de tri et recyclage des déchets.

Eaux usées

Les eaux domestiques et industrielles sont traitées au moyen de filières de traitement collectives ou individuelles ou, de façon marginale, sont rejetées sans traitement. Les boues issues des filières de traitement des eaux usées sont traitées au travers des filières de traitement des déchets solides (stockage, incinération, procédés biologiques).

Références

[605] ADEME - Déchets / Chiffres clés, édition 2014

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 17/01/2017 | CG | 02/02/2017 | JV |

STOCKAGE DE DECHETS SOLIDES

Cette section se rapporte aux Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), de type géré compacté, géré non compacté et non géré (cas de l'OM hors UE).

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 5.A.1 et 5.A.2 |
| CEE-NU / NFR | 5.A.1 et 5.A.2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.04.01 et 09.04.02 |
| CITEPA / SNAPc | 09.04.01 et 09.04.02 |
| CE / directive IED | 5.4 |
| CE / E-PRTR | 5.d |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 37-39 |
| NAF 700 | 90.0B (ancienne) ; 3811Zp, 3821Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--------------------------------|---------------------------------------|
| Quantités stockées depuis 1950 | Valeurs nationales annuelles déduites |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [368] ADEME - Campagnes MODECOM (1993, 2007)
- [513] INERIS - Caractérisation des biogaz - Bibliographie - mesures sur sites, 2002
- [514] EPA - Background information Document for Updating AP42 section 2.4 for estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills, 2010
- [607] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 3, Table3.2
- [731] GIEC - IPCC Waste Tool (modèle de cinétique de dégradation d'ordre 1 des déchets)
- [732] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 2, Table 2.4
- [734] SESSI/INSEE - Enquête Biological treatment of wastetes (2006, 2008, 2012) sur la production des déchets dans l'industrie
- [735] EMEP/EEA 2013 - 5A Biological treatment - Solid waste disposal on land

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les ISDND sont utilisées pour le stockage des déchets non dangereux (déchets ménagers, déchets industriels banals, boues d'épuration, etc.). Dans la métropole et les territoires d'outre-mer inclus dans l'UE, les ISDND sont de type géré compacté et géré non compacté. Dans les territoires d'outre-mer non inclus dans l'UE, des sites de stockage non gérés sont également considérés.

Au début des années 90, la France (métropole et territoires d'outre-mer inclus dans l'UE) comptait près de 500 ISDND de plus de 3000 tonnes/an en exploitation, dont environ 315 de type compacté (recevant plus de 80% des déchets stockés) [516]. L'ADEME comptabilise actuellement environ 240 installations en exploitation, toutes de type compacté.

Les sites de stockage gérés non-compactés ont peu à peu été fermés au profit des ISDND anaérobies, cependant les sites fermés continuent à émettre du fait de la cinétique de la réaction de dégradation de la matière organique.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

Les données sur les quantités de déchets non dangereux stockés sont disponibles au travers d'enquêtes menées a minima tous les 2 ans par l'ADEME auprès des ISDND [32]. Les données les plus anciennes disponibles auprès de l'ADEME datent de 1960 concernant les déchets ménagers et 1975 concernant les déchets assimilés (déchets d'activité des entreprises).

Les données nécessaires à l'inventaire national (essentiellement les quantités traitées par type de déchets pour chaque installation) sont maintenant obtenues sous forme d'une base de données auprès de l'ADEME.

Les résultats de l'enquête ITOM font, en outre, l'objet d'un rapport public tous les 2 ans.

Quantités de polluants générés

Les déchets mettent plusieurs années à se décomposer, essentiellement en CH₄ et CO₂, et en faible proportion d'autres polluants (COVNM, H₂S...).

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Une loi cinétique d'ordre 1 est utilisée pour calculer les quantités de CH₄ et de CO₂ générées par le massif de déchets sur la base des quantités de chaque type de déchets stockés chacune des années précédentes, de leur composition et du mode d'exploitation des ISDND (niveau d'anaérobiose du massif, récupération du biogaz ou non)).

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ des ISDND dans les formats de rapport CRF (catégorie 5A).

Les émissions de CO₂ biogéniques sont comptabilisées sur la base des quantités générées et des quantités de CH₄ non captées oxydées en CO₂ lors de la traversée de la couverture.

Emissions de CH₄

Méthodologie :

Les émissions nationales de méthane des Installations de Stockage des déchets Non Dangereux (ISDND) proviennent des installations de stockage de type géré compacté, des installations de stockage de type géré non compacté et des sites de stockage non gérés (dans le cas des territoires d'outre-mer inclus dans l'UE uniquement).

$$EM_{CH_4} = EM_{CH_4_compacté} + EM_{CH_4_non_compacté} + EM_{CH_4_non_géré}$$

Les émissions de CH₄ sont estimées selon la méthodologie préconisée dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC.

L'outil mis à disposition par le GIEC (IPCC Waste Tool [731]) est utilisé pour faire les calculs de la cinétique d'ordre 1.

- les quantités totales stockées utilisées en entrée des feuilles de calcul sont issues des données statistiques nationales,
- les feuilles de calcul du GIEC [731] ont été démultipliées afin de répondre au besoin de rapportage de la CCNUCC :
 - chaque territoire dispose de ses propres feuilles de calcul (métropole, territoires d'outre-mer inclus dans l'UE, territoires d'outre-mer non inclus dans l'UE) avec un paramétrage adapté à la zone climatique,
 - chaque type de site dispose de ses propres feuilles de calcul (compacté, non compacté, non géré).

Le calcul des émissions se fait donc au sein d'un « système de calcul » composé :

- De fichiers contenant les données d'entrée par territoire (quantités, composition)
- De 7 feuilles de calculs (copies de l'IPCC Waste Tool [731]) correspondant aux usages suivants :
 - 1 dédié aux ISDND gérées compactées de métropole
 - 1 dédié aux ISDND gérées non compactées de métropole
 - 1 dédié aux ISDND gérées compactées des territoires d'OM inclus dans l'UE
 - 1 dédié aux ISDND gérées non compactées des territoires d'OM inclus dans l'UE
 - 1 dédié aux ISDND gérées compactées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
 - 1 dédié aux ISDND gérées non compactées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
 - 1 dédié aux décharges non gérées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
- D'un fichier de compilation et d'export vers la base de données d'inventaire nationale.

Quantités traitées :

Les données sur les quantités de déchets non dangereux stockés sont essentiellement disponibles au travers d'enquêtes menées par l'ADEME auprès des ISDND [32]. Ces données permettent de remonter à 1960 et de distinguer les quantités stockées en métropole des quantités stockées dans les territoires inclus dans l'UE. Les quantités sont rétropolées jusqu'à 1950 pour un usage dans l'IPCC Waste Tool.

Ces données concernent les déchets stockés quelle que soit leur origine (déchets ménagers ou industriels), leur type et le type d'installation de stockage concerné.

La répartition des quantités stockées annuellement par type d'installation de stockage est issue de données de l'ADEME.

Composition des déchets :

La composition des déchets mis en ISDND selon les catégories nécessaires à l'IPCC Waste Tool est estimée sur la base, d'une part, d'enquêtes de caractérisation des déchets ménagers (dites MODECOM [368]), d'enquêtes de caractérisation des déchets industriels selon l'activité, la nature des déchets et le type de traitement [733] et, d'autre part, d'enquêtes bisannuelles caractérisant les déchets mis en ISDND réalisées par l'ADEME [32] entre 1995 et 2012.

L'IPCC Waste Tool considère les catégories de déchets suivantes des lignes directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2) : déchets alimentaires, déchets verts, papier/carton, bois, textiles et textiles sanitaires.

En outre, deux catégories supplémentaires de déchets peuvent être considérées dans l'IPCC Waste Tool : les boues d'assainissement et les déchets industriels. Les émissions liées au stockage des boues d'assainissement en ISDND, non explicitement considérées dans les lignes directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2), sont donc estimées séparément dans l'inventaire national. La catégorie « déchets industriels » de l'outil IPCC Waste Tool est utilisée pour prendre en compte les déchets de construction et de démolition et les déchets dangereux stockés en ISDND.

Cependant, on note que les catégories de déchets considérées dans l'IPCC Waste Tool ne couvrent pas l'intégralité des catégories des lignes directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2). En particulier, la catégorie « caoutchouc et cuir » n'est pas considérée. Les quantités de « caoutchouc et cuir » ont été attribuées à la catégorie « papier/carton » qui présente une teneur en Carbone Organique Dégradable (COD) similaire.

Les catégories de déchets considérées dans l'inventaire national sont donc les suivantes :

- Déchets alimentaires (via la composition des déchets stockés),
- Déchets verts (via la composition des déchets stockés),
- Papier/carton (via la composition des déchets stockés),
- Bois (via la composition des déchets stockés),
- Textiles (via la composition des déchets stockés),
- Textiles sanitaires (via la composition des déchets stockés),
- Boues d'assainissement (via la catégorie dédiée),
- Déchets de construction et de démolition (via la catégorie « déchets industriels ») et déchets dangereux.

Zone climatique :

Pour la métropole, la zone climatique « tempérée humide » a été retenue.

Pour tous les territoires d'OM, la zone climatique « tropicale humide » a été retenue car elle correspond à la situation des territoires les plus peuplés (St Pierre et Miquelon, seul territoire situé en dehors d'une zone tropicale humide, ne représente que 0.2% de la population d'Outre-Mer).

Constantes de vitesse (k) :

Les constantes de vitesse proposées par défaut par les lignes directrices 2006 du GIEC (et reprises dans l'IPCC Waste Tool) pour les zones climatiques sélectionnées ont été appliquées, excepté pour la catégorie « déchets industriels ».

Pour les « déchets industriels » les constantes proposées par défaut par l'IPCC Waste Tool ont été modifiées pour correspondre à celles proposées dans les lignes directrices 2006 pour les déchets de démolition et de construction.

Carbone Organique dégradable (DOC):

Les valeurs du carbone organique dégradable proposées pour chaque catégorie de déchets dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [732] sont appliquées.

Autres paramètres :

Les facteurs de correction du méthane (MCF) proposés par défaut dans les lignes directrices 2006 [607] par type d'installation de stockage sont retenus.

| | MCF |
|-------------------------|-----|
| ISDND gérées compactées | 1 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| ISDND gérées non compactées | 0,5 |
| Décharges non gérées | 0,4 |

Le facteur d'oxydation (Ox) de 0,1 recommandé par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC est appliqué pour les ISDND anaérobies et semi-aérobies car la réglementation française prévoit la mise en place d'une couverture sur les casiers dès leur comblement. Pour les décharges non gérées présentes dans les territoires d'OM non inclus dans l'UE, un facteur d'oxydation de 0 est retenu.

La fraction de CH₄ dans le biogaz généré (F) de 0,5 recommandée par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC est appliquée.

La fraction de carbone organique dégradable se décomposant (DOCf) de 0,5 recommandée par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC est appliquée.

CH₄ capté :

Le biogaz capté est, soit torché, soit valorisé, soit mis sur le réseau.

A des fins de rapportage des émissions nationales de GES dans le cadre du Protocole de Kyoto, la France a été amenée à définir et mettre en place un système pérenne de collecte de l'information relatif aux quantités de CH₄ torché, d'une part, et valorisé, d'autre part. Des informations sur la méthodologie d'estimation des quantités sont également recensées, notamment la fréquence des mesures des différents paramètres.

Les données relatives à la période 2008- 2011 ont été obtenues au travers d'un questionnaire aux exploitants. Depuis 2013, l'interface du registre déclaratif français [19] a été adaptée et permet aux exploitants d'ISDND de déclarer les quantités de CH₄ torché et/ou valorisé sur leur site, voire mis sur le réseau de gaz naturel après épuration.

Les quantités torchées et valorisées ont été rétropolées sur la période 1990-2008 sur la base de données relatives à la part des déchets stockés dans des installations équipées d'un système de captage et de système de combustion du biogaz [19, 32, 515].

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Les émissions de polluants sur les ISDND sont liées, d'une part, à la dégradation des déchets (COVNM...) et, d'autre part, à la combustion du biogaz capté (NO_x, SO₂...).

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ issues de la combustion du biogaz sont considérées comme proportionnelles à la teneur en soufre du biogaz, aussi bien pour le torchage que pour la valorisation énergétique. La teneur en soufre retenue, de 200 ppmv, est issue d'une campagne de mesures pour la caractérisation du biogaz menée par l'INERIS [513].

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont déterminées sur la base des quantités de CH₄ détruites par combustion (torchage ou valorisation énergétique) et d'un FE moyen qui intègre le type d'équipement de combustion présent sur les sites (torchères, chaudières/TAG, TAC, moteurs). Les facteurs d'émission par type d'équipement sont issus de l'US-EPA [514]. Le facteur d'émission déduit est de 0,82 g/m³ de CH₄.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont considérées comme proportionnelles aux émissions de méthane et sont calculées en considérant qu'elles sont égales à 1% des émissions de CH₄ [42]. Elles sont donc variables au cours du temps et dépendent des caractéristiques du site de stockage.

Emissions de CO

Les émissions issues de la combustion du biogaz ne sont pas estimées.

Emissions de NH₃

Les émissions sont négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions de particules liées à la manipulation des déchets ne sont pas estimées.

Le brûlage des déchets sur site, qui n'est, en principe, plus pratiqué aujourd'hui, est une source de particules, qui, faute d'informations sur la nature de cette ancienne activité, n'est pas comptabilisée. De même, les brûlages accidentels pouvant survenir ne sont pas pris en compte.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Le guide EMEP/EEA [735] propose une méthodologie d'estimation des émissions de particules, issues du stockage des déchets, inspirée de l'agence pour la protection de l'environnement étasunienne (US-EPA). Cependant ces émissions sont considérées comme négligeables en regard des autres sources et ne sont pas estimées dans l'inventaire français. Il est à noter que contrairement à ce que laisse penser le guide EMEP/EEA [735], la compréhension de la méthodologie de l'US-EPA qu'a le CITEPA est que, dans le cas des ISDND, les FE de particules ne sont pas à appliquer aux quantités de déchets totaux stockés mais aux seuls déchets du BTP stockés.

Métaux lourds (ML)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

TRAITEMENTS BIOLOGIQUES DES DECHETS

Cette section se rapporte aux installations de **compostage** de déchets ménagers et aux installations de **méthanisation** de déchets ménagers.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 5.B.1 (compostage) et 5.B.2 (méthanisation) |
| CEE-NU / NFR | 5.B.1 (compostage) et 5.B.2 (méthanisation) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.10.05 et 09.10.06 |
| CITEPA / SNAPc | 09.10.05 et 09.10.06 |
| CE / directive IED | 5.3 pour le compostage et hors champ pour la méthanisation |
| CE / E-PRTR | 5.c pour le compostage et hors champ pour la méthanisation |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 37-39 |
| NAF 700 | 90.0A (ancienne) ; 3700Zp (nouvelle) pour le compostage 40.2A (ancienne) et 3521Z (nouvelle) pour la méthanisation |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| | |
|------------------------------|-------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Quantités de déchets traités | Facteurs d'émission nationaux |

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [237] ADEME / CTBA - Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, 2006
- [359] GIEC 2006 - Biological Treatment of Solid Waste, Vol. 5, p 4.4
- [736] ADEME -Programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage - connaissances acquises et synthèse bibliographique, 2012

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le compostage consiste en un traitement biologique de matières organiques fermentescibles en milieu aérobie. Les principaux déchets traités par compostage sont les **déchets verts** (tontes de pelouses, feuilles...) parfois en mélange avec des **boues d'épuration** urbaines ou industrielles, les **déchets agro-alimentaires**, **déchets de cuisine**, **effluents d'élevage** (fientes, fumiers...), ainsi que la fraction fermentescible des **déchets ménagers**.

Le compostage permet de produire un compost pouvant servir d'amendement organique ou de matière fertilisante.

La méthanisation consiste en un traitement de matières organiques en milieu anaérobie. Tous les déchets organiques peuvent être traités par méthanisation, à l'exception des déchets ligneux (déchets de bois). Les principaux déchets traités sont les **effluents industriels** et les **boues**

d'épuration urbaines ou industrielles, la fraction fermentescible des déchets ménagers, les déchets agricoles.

La méthanisation de matières organiques permet de produire du biogaz (55 à 60% de CH₄) et du digestat (comportant une fraction solide et une fraction liquide) pouvant servir de matière fertilisante.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

Les quantités de déchets traités par compostage et méthanisation en métropole et dans les territoires inclus dans l'UE sont disponibles dans les enquêtes bisannuelles ITOM de l'ADEME [32]. Les valeurs des années non disponibles sont interpolées.

La répartition de ces déchets entre différentes catégories de déchets (déchets verts et organiques, ordures ménagères en mélange, biodéchets, boues et autres), est également disponible dans l'enquête ITOM de l'ADEME [32].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ issues des traitements biologiques dans les formats de rapport CRF (catégorie 5B).

Emissions de CH₄

Concernant le compostage, le facteur d'émission de chaque catégorie de déchets (déchets verts et organiques, ordures ménagères en mélange, biodéchets, boues et autres) est issu d'une étude ADEME/CTBA basée sur des mesures de terrain et des recherches bibliographiques réalisée en 2006 [237] et actualisée en 2012 [736] sur les émissions atmosphériques des installations de traitements biologiques.

Concernant la méthanisation, le facteur de génération est également issu de l'étude ADEME [237] [736]. Un taux de fuite de 5% issu des Lignes Directrices 2006 du GIEC est retenu [359].

Le facteur d'émission moyen (toutes catégories de déchets confondues) du compostage et de la méthanisation évolue du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants dans les installations de traitement.

Emissions de N₂O

La production de compost émet du N₂O. Le facteur d'émission de chaque catégorie de déchets (déchets verts et organiques, ordures ménagères en mélange, biodéchets, boues et autres) est issu d'une étude ADEME/CTBA basée sur des mesures de terrain et des recherches bibliographiques réalisée en 2006 [237] et actualisée en 2012 [736] sur les émissions atmosphériques des installations de traitements biologiques. Le facteur d'émission moyen (toutes catégories de déchets confondues) évolue du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants dans les installations de traitement.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de NH₃

Le facteur d'émission moyen (toutes catégories de déchets confondues) évolue chaque année du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants en centre de compostage [237].

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

INCINERATION DE DECHETS DANGEREUX

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets dangereux.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|---|
| CCNUCC / CRF | 5.C.1 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.1 .b.ii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.02 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.02 |
| CE / directive IED | 5.1 et 5.2 (partiellement) |
| CE / E-PRTR | 5.a (partiellement) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012 ; 20 ; 37-39 |
| NAF 700 | 90.0 (ancienne) ; 3700Zp, 3811Zp, 3812Zp, 3821Zp, 3822Zp, 3900Zp, 8129Bp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) | Le plus souvent spécifiques du secteur voire de chaque installation concernant SO ₂ , NO _x , particules, métaux lourds et PCDD-F. Valeurs nationales pour les autres substances y compris CO ₂ . |

Niveau de méthode :

Rang 2 (selon les substances (c'est-à-dire la spécificité des facteurs d'émission de chaque installation et leur poids dans l'ensemble du secteur)).

Rang 1 pour les GES.

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

- [19] DIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [157] ADEME, données internes communiquées par le département Déchets
- [284] Arrêté du 20 septembre 2002 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- [357] TNO - Technical paper to the OSPARCOM - HELCOM - UNECE emission inventory, report TNO-MEP R93/247, p26, 1995
- [358] EMEP CORINAIR - 3rd emission inventory guidebook, Chapter "Sources of PCB emission", December 2006

[569] EMEP/EEA 2013 - Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 11, table 3-2)

[570] EMEP / EEA 2013 - 6.C Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (table 3-1)

[737] Panorama de la gestion des déchets dangereux (tonnages traités en France en 2014)

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les Déchets Dangereux (DD) correspondent à une catégorie des déchets, d'origine industrielle ou domestique, nécessitant un traitement spécifique en raison de leur potentiel de toxicité. L'incinération de déchets dangereux est caractérisée par une grande diversité qualitative et quantitative des déchets traités, qui peuvent induire des facteurs d'émission évoluant beaucoup d'une année à l'autre.

L'incinération des déchets dangereux s'effectue, d'une part, dans des installations spécifiques (incinération et évapo-incinération) et, d'autre part, sur les sites où ces déchets sont générés (incinération in-situ).

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

Les quantités incinérées dans les centres spécifiques sont connues via l'ADEME [157] pour les données historiques, via les déclarations des exploitants [19] entre 2004 et 2012 et via le panorama de la gestion des déchets dangereux pour les années récentes [737].

Les quantités incinérées in-situ sont connues annuellement via les déclarations des sites concernés [19].

Règle de rapportage

Les émissions liées à l'incinération de déchets dangereux dans des cimenteries sont traitées dans la section « 1A2f_cement ».

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission du CO₂ est calculé sur la base des déclarations des sites spécifiques et in-situ [19]. Pour les années antérieures à 1994, en l'absence de données, le facteur d'émission retenu est celui de 1994.

Emissions de CH₄

A partir de 2004, les données des déclarations annuelles des sites industriels [19] sont utilisées et permettent de calculer un facteur d'émission de CH₄ moyen représentatif des conditions effectives de fonctionnement et de leur variabilité interannuelle. En l'absence d'autres données disponibles, le facteur d'émission moyen de 2004 est appliqué entre 1990 et 2003.

Emissions de N₂O

A partir de 2004, les données des déclarations annuelles des sites industriels [19] sont utilisées et permettent de calculer un facteur d'émission de N₂O moyen représentatif des conditions effectives de fonctionnement et de leur variabilité interannuelle. En l'absence d'autres données disponibles, le facteur d'émission moyen de 2004 est appliqué entre 1990 et 2003.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Le facteur d'émission est calculé à partir des données déclarées par les sites pour les années 1994, et depuis 2003 [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Pour les années antérieures à 1994, la valeur de 1994 est retenue. Pour les années entre 1994 et 2003, les facteurs d'émission sont interpolés linéairement.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission est calculé à partir des données déclarées par les sites pour les années 1994, et depuis 2003 [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Pour les années antérieures à 1994, la valeur de 1994 est retenue. Pour les années entre 1994 et 2003, les facteurs d'émission sont interpolés linéairement.

Emissions de COVNM

Un facteur d'émission moyen est déterminé à partir des déclarations annuelles des émissions de 1994 et depuis 2000 [19]. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Le facteur d'émission de 1994 est appliqué aux années antérieures. Les années intermédiaires sont interpolées.

Emissions de CO

A partir de 2002, un facteur d'émission moyen est calculé sur la base des déclarations des sites spécifiques [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. En l'absence de données disponibles, la valeur de 2002 est appliquée rétrospectivement jusqu'en 1990.

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ ne sont pas estimées dans l'inventaire national.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [68] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions des sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Les facteurs d'émission moyens entre les sites in-situ et spécifiques sont obtenus en pondérant les émissions obtenues par les activités correspondantes. Les facteurs d'émissions pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

La forte baisse des émissions constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm sont déterminées en utilisant la granulométrie issue du guide EMEP/EEA [370].

| tranche granulométrique | % répartition des TSP totales |
|-------------------------|-------------------------------|
| PM ₁₀ | 40 |
| PM _{2,5} | 40 |
| PM ₁ | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 3,5% selon le guide EMEP/EEA [569]. **Métaux lourds (ML)**

Pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [70] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de l'année 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions déclarées par les sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées 2 fois par an sur les cheminées. Les facteurs d'émission moyens des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) sont obtenus en pondérant les émissions obtenues par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

La forte baisse des émissions de ML constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Pour certains métaux (Cd, Pb et Zn), les dispositions réglementaires continuent à produire des effets après cette date, ce qui explique les fortes réductions constatées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [70] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de l'année 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions des sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en semi-continu sur les cheminées. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) est obtenu en pondérant les facteurs d'émission obtenus par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

La forte baisse des émissions de PCDD-F constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Pour les années antérieures à 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de HAP totaux de 150 mg/Mg de déchets incinérés, tiré de l'étude Bouscaren [70]. A partir de 2009, le facteur d'émission de 20 mg/tonne de déchets pour les HAP totaux proposé dans EMEP/EEA 2013 est utilisé [570]. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) est obtenu en pondérant les facteurs d'émission obtenus par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2008 sont interpolés.

Faute d'informations relatives à la distribution selon les différents composés pour ces installations assez particulières et, compte-tenu de la contribution marginale de ce type d'émetteur dans les émissions nationales, la répartition des 4 HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) dans l'inventaire est fixée arbitrairement en proportions équivalentes.

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission relatif à l'incinération de déchets industriels dans des sites spécifiques ou dans des sites industriels autorisés hors incinération des PCB est de 4600 µg / Mg déchets [357]. Quant à l'incinération de PCB, la valeur retenue pour 1990 est de 10 g / Mg [358]. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) et d'incinération des PCB est obtenu en pondérant les facteurs d'émission par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission des années suivantes sont supposés suivre une évolution similaire à celle des PCDD-F à partir de 1990 (dioxine-like).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

CREMATION

Cette section se rapporte à la crémation.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 5.C.1 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.1.b.v |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.09.01 |
| CITEPA / SNAPc | 09.09.01 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 96 |
| NAF 700 | 93.0H (ancienne) ; 9603Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---------------------------|--|
| Nombre de corps incinérés | Facteurs d'émission nationaux (AP, PM, GES) complétés des facteurs d'émission EMEP (ML, POP) |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document Environnement n°136 - juin 2000
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [224] Fédération française de crémation, données statistiques
- [325] CTBA / ADEME - La caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crematorium en vue d'une évaluation globale du risque sanitaire, 2006
- [565] EMEP / EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 5.C.1.b.v Cremation (p9 - table 3-1)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

La crémation est la transformation du corps en cendres dans des incinérateurs conçus spécialement à cet effet. En France, la part de l'incinération est passée de 1 % des obsèques en 1979 à plus de

30% aujourd'hui. Environ 170 000 crémations sont opérées chaque année dans près de 160 crématoriums.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

Le niveau d'activité correspond au nombre de corps incinérés annuellement. Cette information est fournie par la fédération française de la crémation (FFC) [224].

L'activité est interpolée pour les années où la donnée n'est pas disponible.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions sont supposées 100% être d'origine organique (les accessoires qui brûlent contiennent en fait une faible part de carbone d'origine non organique).

Il n'est donc pas pris en compte dans les rapports réalisés dans le cadre de la CCNUCC.

Emissions de CH₄

Les émissions sont supposées négligeables.

Emissions de N₂O

Les émissions sont supposées négligeables.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Faute de données précises sur l'évolution du parc et les techniques de réduction mises en œuvre sur les sites, ces facteurs d'émission sont utilisés sur toute la période d'inventaire.

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO

Le facteur d'émission est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crématorium [325].

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crématorium [325].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont estimées au moyen d'un facteur d'émission fourni respectivement par l'OFEFP [68] et une étude spécifique [183]. La granulométrie PM_{1,0}, n'est pas renseignée.

| tranche granulométrique | % répartition des PM totales |
|-------------------------|------------------------------|
| PM ₁₀ | 90 |
| PM _{2,5} | 80 |

| | |
|-----------------------|------|
| PM ₁ | n.d. |
| n.d. : non disponible | |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 50% selon l'inventaire de BC norvégien [681].

Métaux lourds (ML)

L'activité de crémation est à l'origine d'émissions de métaux lourds. Les facteurs d'émission proviennent du guide EMEP/EEA 2013 [565] hormis celui pour le mercure qui provient d'une étude nationale [325].

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentatif du parc français de crematorium [325].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

Hexachlorobenzène (HCB)

Le facteur d'émission est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

INCINERATION DE DECHETS HOSPITALIERS

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets hospitaliers.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 5.C.1 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.1.b.iii |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.07 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.07 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 37-39 |
| NAF 700 | 90.0E (ancienne) ; 3812Zp, 3822Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---------------------------------|---|
| Quantités de déchets incinérées | Valeurs nationales par défaut, sauf métaux lourds (EMEP) et les GES |

Niveau de méthode :

Rang 1-3 (selon les substances (c'est-à-dire la spécificité des facteurs d'émission de chaque installation et leur poids dans l'ensemble du secteur)).

Rang 1 pour les GES.

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document environnement n°136, juin 2001
- [188] AER - Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCP, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour CITEPA, non publié)
- [261] ADEME - Centre de Valbonne - Données internes 2001 et 2004 relatives aux déchets hospitaliers
- [262] BRUN M.J. et LEFORESTIER C. - Valorisation énergétique des déchets industriels et hospitaliers, Institut français de l'énergie (IFE), ENERGIRAMA, janvier 1991

[283] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activité de soins à risques infectieux

[571] EMEP / EEA 2013 - 6.C Clinical waste incineration (page 10, table 3-2)

[619] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, table 5.3

[620] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 5, table 5.6

[621] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 5, table 5.2

[681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les déchets hospitaliers recouvrent les déchets anatomiques humains, les déchets contaminés par des bactéries ou des virus ainsi que les déchets hospitaliers généraux tels que les instruments en plastiques, le textile etc. Ils sont incinérés pour réduire leur volume et donc pour économiser les coûts de mise en décharge. L'incinération permet également de prévenir toute fuite de substances toxiques ou contaminées dans l'environnement [17].

En France, une partie des déchets est incinérée dans les usines d'incinération de déchets non dangereux ou d'incinération de déchets industriels [32]. Le solde est incinéré, soit in-situ dans les centres hospitaliers (historiquement), soit dans des unités spécifiques qui sont très peu nombreuses [261] :

Incineration in-situ

En 1990, l'incinération in-situ concernait 200 000 à 300 000 Mg de déchets de soins à risque pour environ 1 350 incinérateurs. En 1996, la quantité incinérée in-situ n'est plus que de 40 000 Mg pour 200 incinérateurs. Elle chute à 25 000 Mg en 1997 pour 40 à 50 incinérateurs. La réduction de l'incinération in-situ provient du fait que, suite à l'enquête du Ministère de la santé de 1990, il a été demandé aux hôpitaux de mettre leurs incinérateurs en conformité, ce qui représente un coût trop important pour la plupart d'entre eux [261].

En l'absence de données, la quantité de déchets incinérés in situ est indexée sur la population au carré entre 1960 et 1989 car le taux d'équipement est supposé avoir plus fortement cru que la population.

Il n'y a plus d'incinération in-situ depuis 2004.

Incineration en centre spécifique

L'incinération en centre spécifique n'a débuté qu'en 1988. Auparavant, il n'y avait que de l'incinération in-situ.

Parmi les cinq sites d'incinération spécifiques de déchets hospitaliers qui ont fonctionné [261], deux sont toujours en fonction, dont une ligne dédiée située dans une UIDND.

Incineration en UIDND ou en usine d'incinération de déchets industriels

Ces deux catégories sont traitées respectivement dans les sections « 5C_non hazardous waste incineration » et « 5C_hazardous waste incineration ».

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Données d'activité

Les quantités incinérées par année sont déduites des valeurs des sites d'incinération spécifiques [19, 261, 262] ainsi que des estimations concernant l'incinération in-situ [261].

Rapportage

Les émissions sont rapportées dans la catégorie 5C sur toute la série temporelle.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 880 kg/Mg de déchets calculé à partir du taux de carbone dans les déchets hospitaliers, du ratio de carbone d'origine fossile et du facteur d'oxydation fournis dans les lignes directrices 2006 du GIEC [621]. Cette valeur concerne à la fois l'incinération in-situ et l'incinération en centre spécifique.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont estimées au moyen du même facteur d'émission proposé pour les déchets municipaux dans les lignes directrices du GIEC 2006, en utilisant le facteur d'émission le plus élevé pour les fours à grille de 0,20 g/Mg de déchets [619].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 100 g/Mg de déchets fourni dans les lignes directrices du GIEC 2006 [620]. Cette valeur concerne à la fois l'incinération in situ et l'incinération en centre spécifique.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

La forte baisse des émissions de la plupart des polluants constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [283] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005.

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu de l'OFEFP [42]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées pour les NO_x, SO₂ et CO. Les années intermédiaires (1997 - 2001) sont calculées par interpolation linéaire 1996-2002. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in situ et à l'incinération en centre spécifique.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu de l'OFEFP [42]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Les années intermédiaires (1997 - 2001) sont calculées par interpolation linéaire 1996-2002. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm et à 2,5 µm sont déterminées en utilisant la granulométrie issue de l'OFEFP [68].

| tranche granulométrique | % répartition des TSP totales |
|-------------------------|-------------------------------|
| PM ₁₀ | 95 |
| PM _{2,5} | 78 |
| PM ₁ | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 18% selon l'inventaire de BC norvégien [681].

Métaux lourds (ML)

Jusqu'en 1998, les émissions de ML sont estimées, sauf exception, au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées deux fois par an sur les cheminées. La moyenne des années 2002 et 2003 est appliquée aux années intermédiaires (1997 - 2001). Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

Les émissions de sélénium associées sont supposées nulles.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Jusqu'en 1998, les émissions de PCDD-F sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en semi-continu sur les cheminées. La moyenne des années 2002 et 2003 est appliquée aux années intermédiaires (1997 - 2001). Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

L'évolution de la structure de l'activité, notamment la fermeture des sites in-situ et les dispositifs de réduction des émissions, explique la très forte baisse des émissions.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions des 4 HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) sont estimées sur la base d'un facteur d'émission pour les HAP totaux du guide EMEP / EEA 2013 [571]. Pour des raisons liées au manque d'information et au poids relatif très faible de ce type de source dans le total national, il est supposé, jusqu'à ce que de nouvelles données soient disponibles, que les 4 HAP sont émis en proportions égales. Le facteur d'émission à considérer pour le BaP, le BbF, le BkF et l'IndPy est de 0,01 mg/Mg de déchets.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 20 000 µg/Mg de déchets tiré du Guidebook EMEP / CORINAIR [17] appliqué en 1990 et son évolution est indexée sur celle des PCDD-F.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 46 µg/Mg de déchets tiré du rapport AER [188]. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

INCINERATION DES BOUES D'ASSAINISSEMENT

Cette section se rapporte aux installations d'incinération des boues d'assainissement.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------------------------------|
| CCNUCC / CRF | 5.C.1 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.1.b.iv |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.05 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.05 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 37-39 |
| NAF 700 | 90.0A (ancienne) ; 3700Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-------------------------------|---------------------|
| Quantités de boues incinérées | Valeurs par défaut |

Niveau de méthode :

GES : Rang 1

Polluants : Rang 1

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

[17] EMEP / CORINAIR Guidebook

[70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996.

[283] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activité de soins à risques infectieux

[432] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 5

[511] MEDDE/DEB - Base de Données sur les Eaux Résiduelles Urbaines, 05/03/2012

[569] EMEP/EEA 2013 - Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 11, table 3-2)

[738] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.4.2

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Le traitement des eaux conduit à la production de boues résiduelles en quantité très importante. Les données les plus récentes [511] indiquent une quantité supérieure à un million de tonnes de

matière sèche (MS) générée par les stations d'épuration urbaines. Leurs destinations se répartissent comme suit en 2012 :

- Epandage agricole (41%),
- Compostage (30%),
- Incinération en UIOM, STEP ou site dédié (20%),
- Mise en décharge (4%),
- Autres (4%).

Les émissions présentées pour l'incinération sont les émissions à la sortie de la cheminée.

Les émissions des stocks de boues en attente d'être incinérées ne sont pas comptabilisées.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

L'activité correspond aux masses (en matière brute) de boues incinérées.

Les facteurs d'émission se rapportent à des matières brutes. Quand les facteurs d'émission de la littérature se rapportent à de la matière sèche, ils sont convertis en considérant une siccité des boues incinérées de 40%.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 1650 kg/Mg de boues basé sur la composition des boues (teneur en Carbone de 45%) issu des Lignes Directrices 2006 du GIEC [432].

Ces émissions sont considérées être en totalité d'origine biomasse et ne sont pas rapportées dans le total national pour le rapportage CRF.

Emissions de CH₄

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 9,7 g/ Mg de boues (humide) proposé par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [738].

Emissions de N₂O

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 990 g/ Mg de boues tiré des Lignes Directrices 2006 du GIEC [432].

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

La forte baisse des émissions de la plupart des polluants constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [283] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005.

Emissions de SO₂, de COVNM, de CO

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005 [283]. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

Emissions de NO_x

Pour les NOx, le facteur d'émission du Guidebook EMEP / EEA 2009 [569] a été pris en compte pour toute la période.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission de 350 g TSP / Mg de boues provenant de l'OFEPF pour les années 1990 à 1996. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission. A partir de 2006, le facteur d'émission pris en compte provient du Guidebook EMEP / EEA 2009 [569].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm sont déterminées en utilisant une granulométrie issue de EMEP/EEA [569].

| tranche granulométrique | % répartition des PM totales |
|-------------------------|------------------------------|
| PM ₁₀ | 65 |
| PM _{2,5} | 43 |
| PM ₁ | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 3,5% selon le guide EMEP/EEA [569].

Métaux lourds (ML)

Jusqu'en 1996, les émissions de la plupart des métaux lourds sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu d'une étude nationale [70]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission. A partir de 2006, le facteur d'émission pris en compte est celui du Guidebook EMEP / EEA 2009 [569].

Les émissions de Pb sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 15 000 mg/t issu d'une étude nationale [70].

Les émissions de Zn sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 10 000 mg/Mg de boues issu d'une étude nationale [70].

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission tiré de l'étude Bouscaren [70]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission provient d'un FE en HAP issu d'une étude nationale [70] auquel sont appliquées les spéciations issues des lignes directrices EMEP/EEA 2013 [569].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions sont estimées pour la période 1990-1996 au moyen d'un facteur d'émission de 5 000 µg/Mg de boues issu d'une étude nationale [70]. A partir de 1997, les émissions tiennent compte d'une décroissance progressive calquée sur celle observée pour les dioxines.

Hexachlorobenzène (HCB)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission tiré du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 09/02/2016 | AnD | 15/02/2016 | JPC |

BRULAGE DE PLASTIQUES AGRICOLES

Cette section se rapporte aux feux ouverts de plastiques agricoles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 5.C.2 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.07.00 |
| CITEPA / SNAPc | 09.07.01 / PLA |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 001 |
| NAF 700 | 90.0E (ancienne) ; 3812Zp, 3822Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---|
| Quantité de films plastiques agricoles brûlés | Facteurs d'émission spécifiques au type de plastique utilisé pour les films |

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

[264] ADEME - dossier « Emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) » sur www.ademe.fr, 2003

[434] Comité des Plastiques Agricoles (CPA), communication personnelle de Claude BERGER, 2010.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les films plastiques agricoles sont utilisés comme films de serre, pour le paillage, l'enrubannage et l'ensilage. D'après l'ADEME [264], environ 75 000 tonnes de films sont achetées chaque année. Selon le Comité des Plastiques Agricoles (CPA), la quasi-totalité des plastiques agricoles n'est plus brûlée conformément à la législation en vigueur. Les quantités brûlées (brûlage sauvage) tendent à disparaître, notamment parce que des filières de recyclage se sont mises en place.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Les émissions sont calculées sur la base de la quantité de films agricoles brûlés et d'un facteur d'émission spécifique au type de plastique.

Le Comité des Plastiques Agricoles a fourni des données sur les tonnages de plastiques (en polyéthylène pur) brûlés en 1990, 2000 et 2010 [434]. Les années intermédiaires sont interpolées, et une hypothèse de stabilité a été retenue depuis 2010.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Les films plastiques incinérés étant en polyéthylène, un facteur d'émission de 3 143 kg/Mg de plastiques est retenu correspondant à une combustion totale du carbone contenu dans les films.

Emissions de CH₄

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de CH₄ sont actuellement négligées.

Emissions de N₂O

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de N₂O sont actuellement négligées.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de tous les polluants de cette catégorie sont actuellement négligées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

FEUX DE VEHICULES

Cette section se rapporte aux feux de véhicules.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------|
| CCNUCC / CRF | 5.C.2 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.00 |
| CITEPA / SNAPc | 09.02.03 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012 |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------------------|---------------------|
| Nombre de véhicules brûlés | Valeurs nationales |

Niveau de méthode :

Polluants : Rang 2

Références utilisées :

- [566] DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE - Services d'incendie et de secours, statistiques annuelles
- [567] ADEME - Amélioration de la connaissance des émissions atmosphériques liées aux brûlages de véhicules - contribution de cette source à l'inventaire national d'émissions, 2013
- [739] Jared Downard & al. - Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill Part 1 : characterization of gaseous and particles emissions, 2015

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

L'activité correspond au nombre de véhicules brûlés annuellement. Il existe plusieurs sources de statistiques relatives aux incendies de véhicules dont les causes peuvent être volontaires ou accidentelles. La source retenue est celle des pompiers [566] qui présente l'avantage d'être publique et mise à jour annuellement depuis 2002. **Cependant, elle concerne un nombre d'interventions (et non de le nombre de véhicules brûlés) et ne fournit pas d'indication (dans sa version publique du moins) sur le type de véhicule (la gamme), ni sur la part des matières combustibles du véhicule ayant brûlé.**

Il a donc été posé comme hypothèse que le nombre d'interventions correspond à un nombre de véhicules et que l'intégralité des matières combustibles du véhicule est brûlée comme dans le cas des essais menés par l'INERIS.

En outre, faute de données plus détaillées sur le parc de véhicules brûlés, il est considéré un poids moyen de 1383 kg par véhicule brûlé (moyenne des poids des véhicules brûlés lors des essais) et une perte de poids moyenne de 18,2% (moyenne des essais réalisés) [567].

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Emissions de CH₄

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de N₂O

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Emissions de COVNM

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de CO

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 et 2,5 µm sont déterminées dans l'étude de l'INERIS [488].

| tranche granulométrique | % répartition des PM totales |
|-------------------------|------------------------------|
| PM ₁₀ | 100 |
| PM _{2.5} | 100 |
| PM ₁ | (nd) |

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2.5} est estimé à 45% sur la base d'une étude sur la combustion des pneumatiques [739].

Métaux lourds (ML)

Les émissions ne sont pas estimées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

FEUX OUVERTS DE DECHETS VERTS

Cette section se rapporte aux feux ouverts de déchets verts.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------|
| CCNUCC / CRF | 5.C.2 |
| CEE-NU / NFR | 5.C.2 |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.02.00 |
| CITEPA / SNAPc | 09.07.02 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012 |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|---|---------------------|
| Quantité de déchets verts des particuliers brûlés en feux ouverts(Mg) | Valeurs nationales |

Niveau de méthode :

Polluants/GES : Rang 2

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

[488] INERIS - Facteurs d'émission de polluants de feux simulés de déchets et de produits issus de la biomasse, 2011

[489] ADEME - Enquête nationale sur la gestion des déchets organiques - septembre 2008

[741] EMEP / EEA Emission inventory guidebook 2013 - 5.C.2 Open burning of waste / Table 3-1 : Tier 1 Emissions factors for small scale burning

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les voies de gestion des déchets domestiques appliquées en France (gestion domestique, dépôt en déchetterie, etc.) par type de déchets (déchets de potager, déchets de cuisine, feuilles, tontes, etc.) ont été estimées à l'aide d'une étude réalisée en 2008 par l'ADEME [489]. Cette étude a notamment permis de caractériser les pratiques de gestion domestique (brulage, compostage en tas, épandage, etc.) en termes de quantités de déchets.

En première approche, l'évolution temporelle sur la période d'inventaire est réalisée en indexant les quantités de déchets verts brûlés par les particuliers sur le nombre de maisons principales en France.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Ces émissions sont considérées être en totalité d'origine biomasse et ne sont pas rapportées dans le total national pour le rapportage CRF.

Emissions de CH₄

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et de feuilles.

Emissions de N₂O

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de Gaz fluorés

Il n'y a pas d'émission attendue de ces substances.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de SO₂

Les émissions sont négligées.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et de feuilles.

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission des COVNM est calculé d'après l'étude de l'INERIS [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles et en faisant une hypothèse sur la répartition des COVT (part des COVNM et du CH₄ dans le total).

Emissions de CO

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 et 2,5 µm sont déterminées dans l'étude de l'INERIS [488].

| tranche granulométrique | % répartition des PM totales |
|-------------------------|------------------------------|
| PM ₁₀ | 95 |
| PM _{2,5} | 93 |

| | |
|-----------------------|------|
| PM ₁ | (nd) |
| (nd) : non disponible | |

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 42% selon le guide EMEP/EEA [741].

Métaux lourds (ML)

Les émissions ne sont pas estimées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission de chacun des 4 HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 19/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

INCINERATION DE DECHETS

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets et aux feux ouverts de déchets.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Incinération

Les déchets incinérés peuvent être issus des ménages, de l'activité économique et des collectivités.

Ces déchets peuvent être de diverses natures :

- ordures ménagères résiduelles,
- déchets banals en mélange,
- boues d'assainissement,
- résidus de traitement
- déchets dangereux...

En France, on peut distinguer plusieurs catégories d'incinérateurs en fonction des déchets traités :

- unités d'incinération de déchets non dangereux (UIDND ou UIOM),
- unités d'incinération de déchets non dangereux (UIDD).

Certains incinérateurs vont traiter des déchets de diverses natures, alors que d'autres sont exclusivement dédiés à une catégorie de déchets (par exemple aux boues d'assainissement, aux déchets hospitaliers ou aux déchets dangereux).

Ces incinérateurs peuvent être sur des sites industriels exclusivement dédiés à l'incinération, sur les sites de production des déchets incinérés (dits « in-situ ») ou encore sur des sites mixtes de traitement des déchets.

On distingue des incinérateurs avec récupération d'énergie et des incinérateurs sans récupération d'énergie.

La co-incinération de déchets (par exemple en cimenteries) est également pratiquée en France.

En complément, la France dispose de crématoriums dédiés à l'incinération des corps.

Feux ouverts

Bien que ce soient des activités illicites, plusieurs types de feux sont pratiqués en France et pris en compte dans l'inventaire national :

- feux de plastiques agricoles,
- feux de déchets verts,
- brûlage de câbles électriques.

En complément, les feux de véhicules sont également considérés dans l'inventaire national.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Particularité du rapportage de l'incinération :

Seules les émissions liées à l'incinération de déchets sans récupération d'énergie sont à rapporter dans la catégorie « 5C - incinération des déchets ».

Les émissions associées aux installations de production d'énergie à des fins de distribution sont rapportées dans la catégorie « 1A - Production d'énergie ».

Les émissions associées à l'incinération de déchets avec production d'énergie dans l'industrie (cimenteries etc.) sont rapportées dans le secteur industriel correspondant.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 30/01/2017 | CG | 06/02/2017 | JV |

TRAITEMENTS ET REJETS DES EAUX USEES

Cette section se rapporte au traitement et au rejet des eaux usées domestiques et industrielles.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 5.D.1 (eaux domestiques) et 5.D.2 (eaux industrielles) |
| CEE-NU / NFR | 5.D |
| CORINAIR / SNAP 97 | 09.10.01 et 09.10.02 |
| CITEPA / SNAPc | 09.10.01 et 09.10.02 |
| CE / directive IED | 5.3.a/b (en partie) |
| CE / E-PRTR | 5.c (en partie) |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | 0012 et 37-33 pour les eaux domestiques/commerciales 10-12 ; 17 ; 19 ; 20 ; 21 ; 24.1-3 et 27 pour les eaux industrielles |
| NAF 700 | 90.0A (ancienne) ; 3700Zp (nouvelle) |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|--|--|
| Population et pollution entrante en équivalent habitant. | Facteurs d'émission par défaut appliqués aux caractéristiques françaises (CH ₄ et N ₂ O) |
| Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) pour les raffineries | Spécifiques de chaque installation (COVNM) pour les raffineries |

Niveau de méthode :

Rang 2 (CH₄, N₂O) et 3 (COVNM)

Références utilisées :

- [19] DRIRE - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [234] IFEN - Les données de l'environnement, 2002 et 2004
- [235] CEMAGREF - Communications de M. Duchêne, 2002.
- [245] MEDD - Principaux rejets industriels en France, années 1999 à 2001
- [372] INERIS - Caractérisation des biogaz- bibliographie - mesures sur sites, 2002
- [373] GIEC 2006 - Traitement biologique des déchets solides, Volume 5, chapitre 4
- [374] GIEC 2006 - Traitement et rejet des eaux usées, Volume 5, chapitre 6
- [375] IFEN - Base de données EIDER, Rejets dans l'eau des principaux émetteurs industriels
- [435] FAO - Dietary Protein consumption per countries (extraction du site FAO 24/10/2010)
- [436] MEDDTL - IREP, Déclarations des industriels (rejets directs et indirects en azote)

- [563] ADEME/ATEE/ Club Biogaz - Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), page 44, 2011
- [564] ADEME/ATEE/ Club Biogaz - Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), pages 25-26, 2011
- [615] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Tables 6.2, 6.3, 6.4
- [616] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Wastewater treatment and discharge, 6.3.1.2 choice of emission factors
- [751] CEMAGREF -Le lagunage naturel, leçons tirées de 15 ans de pratiques en France (96/0219), 1997
- [752] Ministère de l'environnement - Base de Données sur les Eaux Résiduelles Urbaines (depuis 2012)

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les eaux usées résidentielles et les eaux usées industrielles sont abordées distinctement.

En France, les eaux usées domestiques sont soit traitées en Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU), soit traitées de façon autonomes en fosses septiques (voir très rarement par filtres biologiques), soit rejetées directement dans le milieu naturel. La France compte plus de 19500 stations d'épuration d'eaux usées (dites STEU ou STEP) recevant des eaux résidentielles, commerciales et industrielles. Des informations descriptives relatives à ce parc de STEU (capacité, type, conformité, commune d'implantation...) sont mises à jour annuellement dans la Base de Données sur les Eaux Résidentielles Urbaines (BD ERU) publiée par le Ministère de l'Environnement [752].

L'évolution des taux de collecte à ces STEU entre 1990 et 2005 est liée à la Loi sur l'eau de 1992 qui rend obligatoire la collecte et le traitement des eaux usées domestiques. Le transfert de la population avec rejets directs s'est d'abord effectué vers les traitements autonomes, puis de la population non raccordée à un système collectif vers les STEU. Toutes les eaux usées collectées sont traitées.

Les eaux usées industrielles sont traitées soit en stations d'épuration collectives (recevant ou non des eaux domestiques), soit en stations d'épuration in situ.

Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NIR et à l'IIR) :

Non pertinent

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ issues du traitement de l'eau dans les formats de rapportage CRF (catégorie 5B). Ces émissions de CO₂ ne sont pas estimées dans l'inventaire national.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ lors du traitement et du rejet des eaux usées et du traitement des boues dépendent essentiellement de 2 paramètres :

- l'existence de conditions anaérobies du procédé de traitement ou du milieu dans lequel les eaux sont rejetées (avec ou sans traitement). Ce paramètre est traduit par le facteur de conversion en méthane (ou MCF) du système/milieu.
- et la charge organique des eaux/boues traitées ou rejetées. Ce paramètre est généralement traduit par la demande biologique en oxygène à 5 jours (ou DBO5) pour les eaux domestiques et demande chimique en oxygène (ou DCO) pour les eaux industrielles.

Les émissions nationales sont donc calculées séparément pour chaque procédé de traitement des eaux et des boues et type de rejet, d'une part pour les eaux domestiques et, d'autre part, pour les eaux industrielles.

a. Traitement des EAUX

a.1/ Traitements des eaux usées résidentielles

Les émissions de CH₄ sont estimées pour les procédés de traitement spécifiés dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615] présents en France et pour lesquels un MCF non nul est proposé.

| DEVENIR DES EAUX USEES RESIDENTIELLES | | | CH ₄ | N ₂ O |
|---------------------------------------|--------------------------|--|------------------|----------------------------------|
| Collectées | Sans traitement | | 0 | X (rejet) |
| | Transfert via les égouts | | Non estimé | Non estimé |
| | Avec traitement | Traitement primaire | 0 | X (rejet) |
| | | Traitement secondaire physico-chimique | | |
| | | Traitement biologique secondaire aérobie | | |
| | | Traitement secondaire avancé (nitrification/dénitrification) | | X (procédé) X (rejet) |
| | | Lagunes peu profondes (< 2m) | X | 0 |
| | | Lagunes profondes (> 2m) | Absent en France | Absent en France |
| Non collectées | Sans traitement | | 0 | N₂O (rejet) |
| | Avec traitement | Fosses septiques | X | N₂O (rejet) |
| | | Traitement aérobies in situ | 0 | |
| | | Latrines / toilettes sèches | Négligé | |
| | | Lagunes peu profondes (< 2m) | Absent en France | Absent en France |

0: considéré comme nul (MCF =0)

X: estimé et non nul

Graphes_OMINEA_5.xls

Les émissions associées au rejet d'eau usées dans le milieu naturel sont considérées comme nulles. En effet, les conditions climatiques françaises et la réglementation s'appliquant aux rejets dans les milieux naturels assurent que les eaux usées (traitées ou non) ne sont pas rejetées dans des eaux stagnantes ou déjà chargées en matières organiques.

Pour les types de traitement présentant des conditions anaérobies (MCF non nul spécifié dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615]), les émissions sont calculées selon une méthodologie similaire à celle proposée par le GIEC [374]. Les émissions de CH₄ pour chaque type de traitement j sont calculées selon l'équation (1) suivante :

$$E_j = (TOW_j - S_j) \times B_0 \times MCF_j - R_j$$

Avec :

j : type de système de traitement

TOW_j : charge organique en entrée du système j (kg DBO₅/an)

S_j : charge organique dans les boues extraites (kg DBO₅/an)

B₀ : quantité de CH₄ émise par kg de BOD

MCF_j : taux de conversion en CH₄ du système x (conditions anaérobies)

R_j : quantité de CH₄ capté (kg CH₄/an) sur le système j

Dans cette équation, le facteur d'émission de chacun des types de traitement correspond alors à B₀ x MCF_j.

La valeur de B_0 par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] est appliquée ($B_0 = 0,6 \text{ kg CH}_4 / \text{kg DBO}_5$ et $0,25 \text{ kg CH}_4/\text{kg DCO}$).

La charge organique issue de la population est estimée pour chaque type de traitement et milieu de rejet selon l'équation (2) suivante :

$$TOW_j = P_j \times BOD \times 365 / 1000$$

Avec :

TOW_j : Charge organique en entrée du procédé j (kg DBO₅/an)

P_j : Population connectée aux STEU utilisant majoritairement le procédé j

BOD : charge organique unitaire (g DBO₅/hab/jour)

La valeur de BOD par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] est appliquée (BOD = 60 g DBO₅/habitant/jour).

a.1.1/ Cas des stations collectives urbaines

En France, environ 82% de la population a ses eaux usées collectées et traitées en STEU.

La base de données sur les eaux résiduaires urbaines [752] fournit une description du parc de STEU en termes de type de traitement et de capacités associées. Plus d'une vingtaine de types de STEU est identifiée dont la très grosse majorité sont des traitements biologiques aérobies (boues activées à forte - moyenne - faible charge, lits bactériens, biofiltres...) ou physicochimiques.

Dans l'inventaire français, les procédés biologiques aérobies sont considérés comme bien gérés et les procédés physicochimiques ne sont pas considérés comme des sources de CH₄. Donc, seules les stations de type lagunage naturel présentent les conditions d'anaérobies nécessaires à l'émission de CH₄ (MCF non nul).

La part des capacités des STEU de type lagunage naturel décroît lentement depuis 2010 et représente environ 2%. Dans l'inventaire national, l'hypothèse est faite que 2% des capacités STEU correspond à 2% de la population raccordée. La charge organique en entrée des lagunes est calculée sur la base de la population connectée à des lagunes et de la charge organique unitaire (BOD) selon l'équation (2).

En France, les stations de type lagunage naturel ont une profondeur de l'ordre de 1 mètre [751]. La valeur par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les lagunes peu profondes est appliquée (MCF = 0,2). Le facteur d'émission, correspondant à $B_0 \times MCF_j$ des stations d'épuration de type lagunage naturel, est donc égal à $0,12 \text{ kg CH}_4 / \text{kg DBO}_5$.

La charge organique des boues extraites n'est pas connue et est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

Aucun CH₄ n'est capté au niveau des lagunes ($R_j = 0$).

a.1.2/ Cas des eaux usées non raccordées au réseau de collecte

En France, environ 18% de la population a ses eaux usées non raccordées au réseau de collecte des STEU. Les eaux usées non raccordées au réseau de collecte sont en très grande majorité traitées par traitement autonomes (17% de la population), et une faible part est rejetée dans le milieu naturel sans traitement (2% de la population).

Ces traitements autonomes ont recours, pour la plupart des cas, à des fosses septiques dont le fonctionnement est majoritairement anaérobie. La valeur par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les fosses septiques est appliquée (MCF = 0,5).

Le facteur d'émission, correspondant à $B_0 \times MCF_j$ des fosses septiques, est égal à $0,3 \text{ kg CH}_4 / \text{kg DBO}_5$.

Le MCF proposé dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les fosses septiques (MCF = 0,5) intègre déjà le fait qu'une partie (50%) de la boue est extraite. La charge organique des boues extraites est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

Aucun CH_4 n'est capté au niveau des fosses septiques.

Les rejets directs dans le milieu naturel sont réalisés dans des eaux vives (conditions aérobies) et ne sont donc pas à l'origine d'émission de CH_4 .

a.2/ Traitement des eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont traitées soit en stations d'épuration collectives (recevant ou non des eaux domestiques), soit en stations d'épuration présentes sur le site industriel (dites in situ). Aucun rejet d'eaux industrielles sans traitement n'est considéré.

Les émissions de CH_4 sont estimées pour les procédés de traitement spécifiés dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615] présents en France et pour lesquels un MCF non nul est proposé.

| DEVENIR DES EAUX USEES INDUSTRIELLES | | | CH_4 | N_2O |
|--------------------------------------|--------------------------|--|------------------|----------------------------------|
| Collectées | Sans traitement | | Absent en France | Absent en France |
| | Transfert via les égouts | | Non estimé | Non estimé |
| | Avec traitement | Traitement primaire | 0 | X (rejet) |
| | | Traitement secondaire physico-chimique | | |
| | | Traitement biologique secondaire aérobie | | X (procédé) X (rejet) |
| | | Traitement secondaire avancé (nitrification/dénitrification) | | |
| | | Lagunes peu profondes (< 2m) | Absent en France | Absent en France |
| Non collectées (in situ) | Sans traitement | | Absent en France | Absent en France |
| | Avec traitement | Fosses septiques | X | N₂O (rejet) |
| | | Traitement aérobie | 0 | |
| | | Latrines | Absent en France | Absent en France |
| | | Lagunes peu profondes (< 2m) | X | N₂O (rejet) |

0: considéré comme nul (MCF =0)

X: estimé et non nul

Graphes_OMINEA_5.xls

a.2.1/ Traitement en STEU

Il est considéré que, contrairement aux effluents provenant du secteur résidentiel, les effluents industriels et commerciaux reçus en stations collectives sont intégralement traités dans des conditions aérobies.

Donc aucune émission n'est associée au traitement des eaux industrielles/commerciale en STEU.

a.2.2/ Traitement in situ

De façon similaire à l'approche présentée pour les eaux résidentielles, seules les procédés de traitement des eaux ayant un MCF non nul sont sources d'émissions de CH_4 . Les stations d'épuration in-situ sont considérées comme bien gérées. Donc seules les stations d'épuration de type lagunage naturel présentent un MCF non nul et sont considérées.

Les plus gros industriels déclarent leurs émissions de DCO dans l'eau en sortie d'usine, qu'il s'agisse d'un rejet après traitement in-situ vers le milieu naturel (dit rejet direct) ou d'un rejet vers une STEU (dit rejet indirect) [436]. D'après ces données, les industries présentes en France les plus émettrices en DCO en sortie d'usine sont l'agroalimentaire et l'industrie du "bois, papier, carton" mais l'usage du lagunage naturel n'est pas adapté aux concentrations élevées en DCO. L'industrie du papier n'utilise pratiquement pas le lagunage naturel, car non en accord avec les meilleurs

techniques Disponibles (MTD) définies dans les BREFS, et seules certaines industries agro-alimentaires traitant leurs eaux résiduelles peu chargées in-situ sont susceptibles de recourir à cette technique.

Faute de données en entrée des stations in-situ (DCO générée par les procédés industriels), les données de DCO en sortie des sites sont utilisées.

En outre, faute de données détaillées sur la part représentée par le lagunage naturel dans le traitement des eaux usées de l'industrie agroalimentaire, on la considère égale à celle dans STEU.

L'équation (1) est appliquée pour les eaux industrielles (en fonction de DCO) avec $B_0 = 0,25 \text{ kg/kg DCO}$.

La charge organique des boues extraites n'est pas connue et est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

Aucun CH_4 n'est capté au niveau des lagunes ($R_j = 0$).

b. Traitement des BOUES d'assainissement

Les boues d'assainissement ont plusieurs destinations :

- la méthanisation sur la station d'épuration
- la méthanisation en mélange avec d'autres déchets organiques dans des installations de production de biogaz dédiées
- le compostage en mélange avec d'autres déchets organiques dans des installations de production de compostage dédiées
- le stockage dans les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)
- l'incinération dans des incinérateurs de boues
- l'incinération en mélange avec d'autres déchets non dangereux

Seule la méthodologie relative à la méthanisation des boues sur la station d'épuration est présentée ci-après. Les émissions associées à l'ensemble des autres destinations sont prises en compte dans l'inventaire et les méthodologies sont présentées dans les secteurs respectifs.

b.1/ Cas de la méthanisation des boues issues du traitement des eaux usées traitées en STEU

La Base de Données sur les Eaux Résidentielles Urbaines (BD ERU) publiée par le Ministère de l'Environnement [752] contient pour chacune des STEU des informations sur la quantité de boues produites et leur destination de traitement.

Sur les STEU, seul le traitement des boues par le procédé de digestion anaérobie (ou méthanisation) présente des conditions favorables à la production de biogaz.

Sur la base de 2 études sur l'état des lieux de la filière méthanisation, un taux de production de biogaz de $225 \text{ m}^3/\text{tonne}$ de MS traitée jusqu'en 2001 [372] et de $380 \text{ m}^3/\text{tonne}$ de MS traitée à partir de 2010 [564] sont retenus. Une teneur de 68% en CH_4 est prise en compte [372].

Le GIEC propose un taux de fuite de 5% lié aux aléas de fonctionnement du digesteur [373]. Ce taux de fuite est utilisé pour estimer les émissions de CH_4 .

Le facteur d'émission déduit évolue de $5 \text{ kg CH}_4/\text{Mg}$ de MS avant 2001 à $8,6 \text{ kg CH}_4/\text{Mg}$ de MS traitée après 2010.

b.2/ Cas de la méthanisation des boues issues du traitement des eaux usées traitées en STEU

La méthode appliquée est similaire à celles appliquées aux boues méthanisées sur les STEU.

Sur la base de 2 études sur l'état des lieux de la filière méthanisation, un taux de production de biogaz de $382 \text{ m}^3/\text{tonne}$ de MS traitée [372] dans le cas des stations industrielles in-situ. Une teneur de 68% en CH_4 identique à celle des méthaniseurs de boues de STEU est retenue.

Le taux de fuite de 5% lié aux aléas de fonctionnement du digesteur [373] est utilisé pour estimer les émissions de CH_4 .

Le facteur d'émission déduit est égal à 8 617 g CH₄ / Mg de MS traitée.

Emissions de N₂O

1/ Traitements des eaux usées résidentielles

1.1/ Rejet dans le milieu naturel

Les émissions liées au rejet des eaux usées dans le milieu naturel sont calculées de la façon suivante [374] :

$$E_j = N_{effluent_j} \times FE_{N_2O-N} \times 44/28$$

avec :

j : type de système de traitement

N_{effluent_j} : Quantité d'azote rejetée dans le milieu naturel par le système j (en kg)

FE_{N₂O-N} : Facteur d'émission (0,005 kg N₂O-N/kg N [616])

La quantité d'azote rejetée par les habitants dans les eaux usées (N_{influent}) dépend de leur consommation en protéines [435] et de la teneur en azote des protéines. La teneur en azote des protéines recommandée par les lignes directrices du GIEC 2006 [374] (0,16 g N / g protéines) est appliquée.

1.1.1/ Cas des stations collectives

Les stations d'épuration éliminent une grande partie de l'azote sous forme de N₂. Le rendement d'élimination de l'azote (R) a évolué avec le temps, de 37% en 1990 à 82% depuis 2011 [234] avec pour conséquence une diminution des émissions liées au rejet des eaux traitées au fil des ans.

$$N_{effluent} = N_{influent} \times (1 - R_{STEU})$$

avec :

R_{STEU} : Taux moyen d'abattement en azote des STEU

N_{effluent} : Quantité d'azote rejeté dans le milieu naturel par les STEU

N_{influent} : Quantité d'azote rejeté par la population dans les eaux usées

1.1.2/ Autres traitements et rejet direct

Pour les autres traitements et pour le rejet direct, on considère :

$$N_{effluent} = N_{influent} - N_{sludge}$$

avec :

N_{effluent} : Quantité d'azote rejeté dans le milieu naturel par les STEU

N_{influent} : Quantité d'azote rejeté par la population dans les eaux usées

N_{sludge} : Quantité d'azote dans les boues extraites

La valeur par défaut proposée pour N_{sludge} dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC ($N_{\text{sludge}}=0$) est utilisée.

1.2/ Traitements des STEU « avancées »

La part des capacités des STEU disposant d'un traitement « dénitrification » ou « dénitrification poussée » est disponible dans la Base de Données sur les Eaux Résidentielles Urbaines (BD ERU) publiée par le Ministère de l'Environnement [752]. Cette proportion est appliquée à la population raccordée à des STEU pour estimer la population dont les eaux sont traitées dans des STEU de type « avancé ».

Le facteur d'émission de 3,2 g N_2O /hab proposé par les Lignes Directrices 2006 du GIEC 2006 [374] est appliqué (bien qu'il soit peu documenté et paraisse incohérent car inférieur à celui des rejets dans le milieu naturel).

2/ Traitement des eaux usées industrielles

2.1/ Rejet dans le milieu naturel des eaux industrielles traitées en STEU

Une méthodologie similaire à celle appliquée pour le traitement des eaux usées résidentielles est utilisée pour les eaux industrielles traitées en STEU collectives.

La quantité d'azote par les industries raccordées aux STEU (N_{influent}) est issue des déclarations annuelles des émissions dans l'eau rapportées par les exploitants (rejets dit « indirects ») [436].

2.1/ Rejet dans le milieu naturel des eaux industrielles traitées in-situ

Pour les eaux industrielles traitées in-situ les émissions sont calculées sur la base de la charge sortante en azote des sites non raccordés à une STEU (dits « isolés ») et du facteur d'émission du GIEC (0,005 g $N-N_2O$ /g N) [616].

La quantité d'azote par les industries non raccordée aux STEU (N_{effluent}) est issue des déclarations annuelles des émissions dans l'eau rapportées par les exploitants (rejets dit « directs ») [245, 375, 436].

2.2/ Traitements des eaux industrielles stations d'épuration in situ « avancées »

Les sites industriels sont considérés comme ne disposant pas de stations d'épuration « avancées » avec des étapes de nitrification/dénitrification.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Dans cette catégorie, seules les émissions de COVNM des stations d'épuration des raffineries sont estimées.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM des stations d'épuration des raffineries sont estimées à partir des déclarations annuelles des raffineries [19] basées sur des méthodes reconnues par les autorités issues de diverses études du CITEPA et du CONCAWE.

SOURCES BIOTIQUES

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 26/02/2016 | EM | 02/03/2016 | JPC |

EMISSIONS DE COV BIOTIQUES PAR LA VEGETATION (FORETS, PRAIRIES, CULTURES, ETC.)

Cette section concerne les émissions de COV biotiques des forêts, des prairies et des cultures. Elles sont rapportées hors total national dans le cadre de la CEE-NU.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--|
| CCNUCC / CRF | 3D (cultures, prairies gérées) 4G (Forêts gérées) |
| CEE-NU / NFR | 6B (cultures, prairies gérées, Forêts gérées) et 11C (Forêts et prairies naturelles) |
| CORINAIR / SNAP 97 | 1101, 1102, 1111, 1112, 110401 |
| CITEPA / SNAPc | 1101, 1102, 1111, 1112, 110401 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| | |
|---|--------------------------------|
| Activité | Facteurs d'émission |
| Surfaces par type de formation végétale | Facteurs d'émissions nationaux |

Niveau de méthode (EMEP/EEA):

Rang 3

Références utilisées :

- [14] CPDP (Comité Professionnel Du Pétrole, valeurs de Météo France)
- [85] SCEES - AGRESTE, Statistique agricole annuelle
- [92] CITEPA - PAJOT K., GABORIT G. FONTELLE J-P. - Estimation annuelle des émissions de COVNM des sources biotiques dans la basse atmosphère en France (modèle COBRA) - Mai 2003
- [292] IFN - Inventaire des surfaces forestières par département, surface par essence, mise à jour annuelle
- [293] RENECOFOR (REseau National de suivi à des ECosystèmes FORestiers) - Communication annuelle de données de températures diurnes et nocturnes
- [293] RENECOFOR (REseau National de suivi à des ECosystèmes FORestiers) - Communication annuelle de données de températures diurnes et nocturnes
- [294] GUENTHER A-B - Seasonal and spatial variation in natural volatile organic compound emissions. Ecological Application, 1997, vol. 7, pp 34-45
- [295] LAMBERT - Influence du climat et de la disponibilité en azote sur la croissance printanière du ray-grass anglais. 2001, Université catholique de Louvain - Faculté des sciences agronomiques - Laboratoire d'écologie des prairies.

[296] CITEPA - Logiciel COBRA version 2002 (Composés Organiques de la Biomasse Rejetés dans l'Atmosphère)

Caractéristiques de la catégorie (IIR uniquement) :

Les forêts, les prairies et les cultures sont le siège de phénomènes naturels tels que la photosynthèse, la croissance et la mort des végétaux suivie de leur décomposition sans oublier les éléments saisonniers similaires affectant les feuilles par exemple.

Ces formations végétales sont notamment émettrices de COVNM biotiques. Les quantités de carbone fixées s'accroissent ou diminuent au cours de leur vie (notamment par suite d'événements climatiques violents) et de leur exploitation. Des phénomènes de dégradation se produisent également au cours du temps engendrant l'émission d'autres substances.

Les émissions biotiques de COVNM dépendent de multiples paramètres dont le type d'essence végétale, la masse foliaire, la superficie occupée par l'essence végétale, de la température et de la luminosité. Les fonctions d'émission faisant intervenir ces paramètres ne sont pas linéaires et certains d'eux sont fortement variables au cours de l'année (masse foliaire, température, ensoleillement), de la journée (température, ensoleillement), de la localisation (espèce végétale, température, ensoleillement), etc. L'intégration de tous ces éléments est réalisée dans le modèle COBRA (Composés Organiques de la Biomasse Rejetés dans l'Atmosphère) [92] développé par le CITEPA. Ce modèle fait appel à diverses données pour caractériser l'activité de cette source [14, 292, 293].

Les superficies pour chaque type de culture, de prairie ou de forêt par département sont issues de l'AGRESTE [85] et des inventaires IFN [292].

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Emissions de COVNM

Les émissions biotiques de COVNM répertoriées actuellement dans l'inventaire différencient les sous-ensembles suivants : Isoprène (ISO), Monoterpènes (MT) et Autres COV (ACOV). Elles sont estimées grâce au modèle COBRA [92], développé par le CITEPA dont les principaux éléments sont présentés ci-après.

Les algorithmes utilisés appliquent l'équation suivante :

| |
|---|
| $EM = \varepsilon \cdot D \cdot S \cdot \gamma$ |
|---|

avec :

- EM : Emissions de COVNM par essence végétale,
- ε : Taux normalisé d'émission,
- D : Densité de feuillage ou coefficient de biomasse foliaire,
- S : Superficie recouverte par l'essence végétale,
- γ : Facteur environnemental correctif (généralement lié à la température et à la luminosité),

Les paramètres sont expliqués ci-dessous de manière succincte, pour le détail des calculs se reporter au rapport du CITEPA [92].

Taux normalisé d'émission (ε)

Le modèle comporte six taux normalisés d'émission (ε) pour la forêt classés en quatre catégories, ce sont :

- les feuillus forts émetteurs d'isoprène,
- les feuillus faiblement émetteurs d'isoprène,
- les feuillus non émetteurs d'isoprène,
- les conifères.

Ils sont exprimés en fonction de la température et de la luminosité. Il est considéré que les essences productrices d'isoprène émettent seulement le jour et que les essences à l'origine d'autres composés chimiques (terpènes et autres) émettent indifféremment le jour et la nuit.

Densité de feuillage (D)

La densité de feuillage forestier est déterminée pour cinq essences d'arbres feuillus (le chêne, le platane, le peuplier, le saule, le palmier) et deux familles de végétation (autres feuillus, conifères). A chacune de ces sept familles est attribué le taux normalisé d'émission (ε) adéquat.

Surfaces des peuplements (S)

Les surfaces forestières par département des 27 essences retenues pour la réalisation de l'inventaire sont issues de l'IFN [292]. Comme il est fréquent de rencontrer en forêt des essences en mélange, l'essence à prendre en considération pour le décompte des surfaces est celle qui correspond au plus grand couvert libre dans un rayon de 25 m. Une résolution plus fine de l'inventaire forestier est également utilisée afin d'attribuer spécifiquement aux hautes altitudes avec les températures appropriées les surfaces réelles par essence et par département en prenant en compte le nombre de tiges par région forestière. Les résultats de surface par région forestière sont donc déduits du nombre de tiges par région forestière et par département et la surface du département. Les surfaces de cultures et de prairies par département sont issues de l'AGRESTE, statistiques agricoles [85] remises à jour annuellement.

Facteur environnemental correctif (γ) :

Les algorithmes utilisés pour calculer les flux d'émissions sont ceux de Guenther [294] qui tiennent compte de la température foliaire et indirectement du rayonnement.

La température foliaire est assimilée dans le cadre de cet inventaire à la température ambiante. Les données de températures sont issues du réseau de RENECOFOR (REseau National de suivi à des ECosystèmes FORestiers) [293] de l'Office National des Forêts. Ce réseau est constitué d'un peu moins de trente stations de mesure de température réparties sur tout le territoire, de 1996 à nos jours. Il est complété à partir des moyennes de températures mensuelles éditées dans le CPDP [14] (valeurs de Météo France) de 1988 à 1995, grâce à une correspondance établie entre des mois de thermicité identique de la période 1996-2001. Ce qui signifie que ce sont des moyennes mensuelles de températures récentes, sélectionnées selon leur propriété à ressembler aux situations antérieures à 1996, qui ont été utilisées pour les années 1988 à 1996.

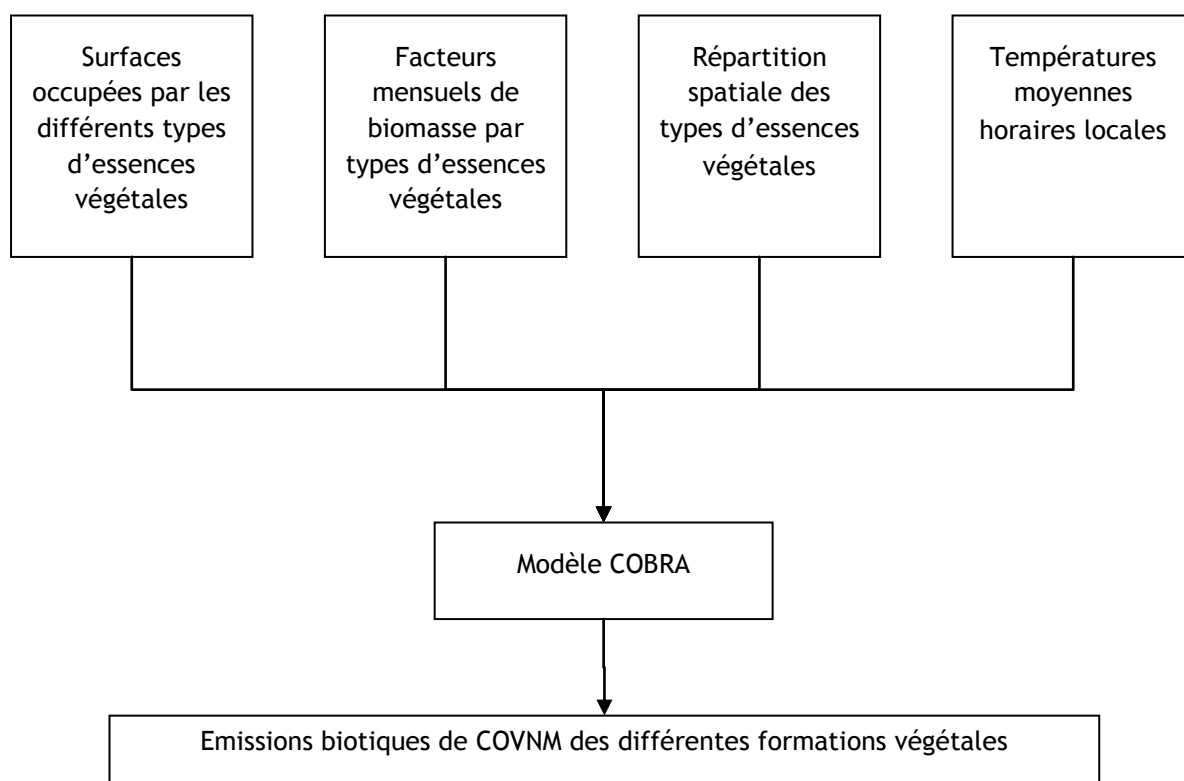
Le rayonnement est pris en compte sous la forme du PAR (Photosynthetically Active Radiation), utilisé dans l'équation de Guenther [294] qui correspond à une fraction du rayonnement global (RG) comprise entre 400 et 700 nm. Sa valeur est donc estimée selon $PAR = 0,45 \text{ RG}$ (Lambert [295]).

Le calcul des émissions suit donc un processus de type bottom-up spatio-temporel. Un module de calcul développé par le CITEPA permet de déterminer les émissions par catégorie d'essence végétale, par mois, par département et pour les catégories de COVNM : isoprène (ISO), monoterpènes (MT) et autres COV (ACOV) [296].

Le facteur d'émissions moyen sur les forêts françaises de la métropole varie autour de 80 kg/ha. Il varie d'une année à l'autre en fonction des conditions climatiques, ce qui peut engendrer des écarts très significatifs sur des périodes mensuelles et/ou des zones géographiques particulières.

Les émissions biotiques de COVNM représentent une part importante des émissions totales de COVNM. Cependant, ces émissions ne sont pas prises en compte dans les totaux nationaux de certains formats d'inventaire mais interviennent de façon notable dans les processus photochimiques conduisant à la formation de composés tels que l'ozone.

La méconnaissance des valeurs des paramètres pris en compte dans les calculs pour ce qui concerne les forêts tropicales ne permet pas d'appliquer le modèle en dehors de la métropole, notamment en Guyane, territoire où se situe une part importante de la forêt française.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/02/2016 | CR | 02/03/2017 | JPC |

VOLCANS

Cette section traite des émissions provoquées au cours des éruptions volcaniques.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|--------------|
| CCNUCC / CRF | Hors Champ |
| CEE-NU / NFR | Hors Champ |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.08.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.08.00 |
| CE / directive IED | (hors champ) |
| CE / E-PRTR | (hors champ) |
| CE / directive GIC | (hors champ) |
| EUROSTAT / NAMEA | (hors champ) |
| NAF 700 | (hors champ) |
| NCE | (hors champ) |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|-------------------------------|---|
| Indice d'éruption volcanique. | Valeurs par défaut pour chaque type de volcan |
| Durée de l'éruption | |

Niveau de méthode :

Sans objet

Références utilisées :

[405] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, Technical report No 9/2009 - chapter 11.A Volcanoes

[406] <http://www.volcano.si.edu/>

[788] Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP). Observatoires volcanologiques (<http://www.ipgp.fr/fr/ovpf>)

Caractéristiques de la catégorie (NIR) :

Le volcanisme est responsable d'émissions de polluants que ce soit pendant les phases d'activité (éruptions notamment) qu'en dehors. Des émissions de différents polluants sont observées.

Les émissions les plus importantes sont issues du magma très chaud. En l'état actuel des connaissances cela concerne le SO₂ et le CO₂ principalement.

Il y a aussi des émissions de particules qui ont pour origine :

- les matières pyroclastiques (tephra),
- la condensation des gaz volcaniques, lors de leur refroidissement,
- la transformation des particules existantes,
- les réactions à basse température.

Il n'est considéré pour l'instant que ces trois polluants et pour la phase éruptive. La méthodologie est en cours de consolidation.

Méthode générale d'estimation des émissions (NIR) :

L'activité est caractérisée par un indice d'éruption volcanique actualisé et publié régulièrement [406]. Le détail des durées de chaque épisode d'éruption, en nombre de jours, est fourni plus précisément par l'IPGP [788]

De cet indice et du type de volcan, les émissions de SO₂ sont estimées par éruption. Ces dernières permettent, au moyen d'un ratio SO₂/CO₂ propre à chaque type de volcan, d'estimer les émissions de CO₂ par éruption.

Des émissions de particules peuvent être estimées à partir d'un flux moyen par éruption [405] et de la durée de l'éruption [406].

Les incertitudes restent extrêmement élevées.

Méthode d'estimation des émissions de GES (NIR) :

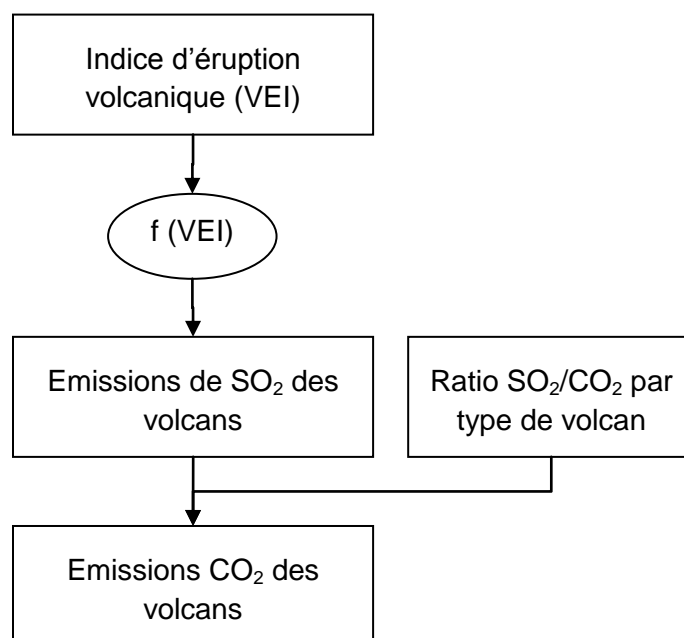
Emissions de CO₂

Les émissions de CO₂ sont déterminées à partir des émissions de SO₂ par éruption et d'un ratio SO₂/CO₂ propre à chaque type de volcan [405]. Pour information, les émissions de SO₂ sont estimées par éruption à partir de l'indice d'éruption volcanique et du type de volcan.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

Aucune émission atmosphérique de volcans en France métropolitaine.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | AD | 21/02/2017 | JPC |

FOUDRE

Cette section traite des émissions de NO_x provoquées au cours des phénomènes orageux.

Correspondance dans divers référentiels :

| | |
|--------------------|------------|
| CCNUCC / CRF | Hors champ |
| CEE-NU / NFR | Hors champ |
| CORINAIR / SNAP 97 | 11.10.00 |
| CITEPA / SNAPc | 11.10.00 |
| CE / directive IED | Hors champ |
| CE / E-PRTR | Hors champ |
| CE / directive GIC | Hors champ |
| EUROSTAT / NAMEA | Hors champ |
| NAF 700 | Hors champ |
| NCE | Hors champ |

Approche méthodologique :

| Activité | Facteurs d'émission |
|----------------------------|-----------------------------|
| Nombre d'impacts de foudre | Valeur nationale par défaut |

Niveau de méthode GIEC :

Sans objet

Références utilisées :

[299] METEO FRANCE - Données Meteorage (incrémentation permanente)

[572] EMEP / EEA 2013 - 11.C Other natural sources/lightning (page 4, table 8-1)

Caractéristiques de la catégorie (IIR) :

Au cours des orages, les décharges électriques que constituent les éclairs provoquent localement des augmentations de température très fortes (jusqu'à 30 000 K) qui induisent une forte ionisation des molécules présentes, notamment celles d'oxygène et d'azote. Ce phénomène conduit à la formation de NO qui reste stable par l'effet de trempe lié à la baisse brutale de la température.

Seuls les éclairs de type « nuage-sol », c'est-à-dire ceux dont l'altitude ne dépasse pas 1000 m, sont considérés. Les nuages de type « nuage-nuage » ne sont pas pris en compte.

Méthode générale d'estimation des émissions (IIR) :

L'activité est caractérisée par le nombre d'impacts de foudre et/ou d'arcs de foudre qui est recensé par les services météorologiques [299]. La répartition géographique de ces données est disponible. La valeur de l'année 1989 est appliquée rétrospectivement de manière uniforme à toutes les années antérieures.

Les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission associé à l'activité.

Méthode d'estimation des émissions de GES :

Il n'y a pas d'émission de GES attendue.

Méthode d'estimation des émissions de polluants (IIR) :

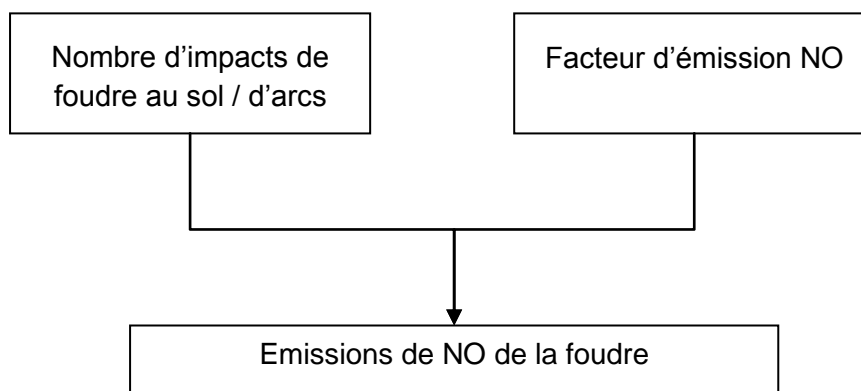
Emissions de NO_x

La foudre engendre la formation de NO. Les émissions sont égales au produit du nombre de moles de NO produit par Joule et l'énergie développée par un éclair. Le facteur d'émission est issu du Guidebook EMEP/CORINAIR [572]. Seulement 20% de la quantité de NO_x par éclair est produite à moins de 1000 m (seuil considéré pour la prise en compte des émissions).

Emissions des autres polluants

Il n'est pas attendu d'émission pour les autres polluants que le NO_x.

Logigramme du processus d'estimation des émissions.



ANNEXES

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 10/03/2017 | AD | 10/03/2017 | JPC |

REFERENCES

Les repères manquants correspondent à des références devenues obsolètes pour la présente édition.

- [1] MEDDE / CGDD / SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie - Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [2] Aide mémoire du thermicien - Edition 1997 - Elsevier
- [3] CITEPA - Combustion et émission de polluants - Monographie n° 39 - 1984
- [5] IPCC - Guidelines 1996 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4
- [6] CITEPA - Nouveaux combustibles - Monographie n° 49 - 1986
- [7] MEDD - D. BELLENOUE - Note « Evolution des flux de dioxines et plomb émis par les aciéries électriques » - août 2001
- [8] ATILH - Note du comité de suivi de l'industrie cimentière - Novembre 2002
- [9] IPCC - Revised 1996 Guidelines for National GHG Inventories : Workbook - section I.6
- [10] Ministère de l'Environnement - Données internes
- [11] EDF - Données internes
- [12] ATIC - Données internes
- [13] UFIP - Données internes
- [14] CPDP - Pétrole (publication annuelle)
- [15] Chambre Syndicale du Raffinage du Pétrole - Spécifications des produits pétroliers
- [16] MEET 1997
- [17] EMEP / CORINAIR Guidebook
- [18] CITEPA - Facteurs d'émission du protoxyde d'azote pour les installations de combustion et les procédés industriels, Etude bibliographique - S. CIBICK et J-P. FONTELLE - 2002
- [19] DRIRE / DREAL - Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [20] EDF - Données internes
- [21] SNET puis Eon - Données internes
- [22] Ministère de l'Environnement - Circulaire du 24 décembre 1990
- [23] SOeS, (ex Observatoire de l'Energie) - Tableaux des consommations d'énergie (publication annuelle)
- [24] Observatoire de l'Energie - Données internes

- [25] MEDDE / SOeS (ex Observatoire de l'Énergie) - Données transmises à l'AIE et à EUROSTAT
- [26] Ministère de l'Industrie, de l'Economie et des Finances (INSEE et anciennement SESSI) et Ministère de l'Agriculture (SCEES puis SSP) - Enquête annuelle sur les consommations d'énergie dans l'industrie (EACEI)
- [27] Fédération française de l'Acier / A3M (Alliance des Minerais, Minéraux et Métaux) - Données internes
- [28] ATILH - Statistiques énergétiques annuelles de la profession cimentière
- [29] Gaz de France - Données internes
- [30] CDF - Données internes
- [31] Ministère chargé des Transports - Rapport annuel de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [34] Ministère de l'industrie, puis de l'Ecologie - DGEMP puis SOeS - Production et distribution d'énergie électrique en France (publication annuelle)
- [35] ENERCAL - Société néo-calédonienne d'énergie - Données internes
- [36] Electricité de Tahiti - Données internes
- [37] Electricité et eau de Wallis et Futuna - Données internes
- [38] EDM - Electricité de Mayotte - Données internes
- [39] CITEPA - Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [40] Zderek Parma & all. - Atmospheric Inventory Guidelines for Persistent Organic Pollutants, Axys Environmental Consulting - British Columbia, Canada, 1995
- [41] SNCU - Enquête chauffage urbain (enquête annuelle)
- [42] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [43] Circulaire du 30 mai 1997 relative à la mise en conformité des UIOM > 6 t/h
- [44] MEDD - Actions en cours mi-2000 pour la mise en conformité des UIOM, 2000
- [45] CNIM - Communication personnelle de M. de Chefdebien, 2001
- [47] Ministère de l'Environnement - Enquête raffineries (jusqu'en 1993)
- [48] CITEPA - N. ALLEMAND - Estimation des émissions de COV dues au raffinage du pétrole, 1996
- [49] TNO - Etude CEPMEIP relative aux émissions de particules, 2001
- [50] Données communiquées directement par les exploitants au CITEPA
- [51] NGUYEN V., ALLEMAND N. - Emissions de polluants atmosphériques au format NAMEA - Années 1995 à 2007 - Rapport final - CITEPA - septembre 2009
- [52] Charbonnages de France - Statistique charbonnière annuelle
- [53] SESSI / INSEE - Bulletin mensuel de statistique industrielle
- [54] CCFA - Note annuelle sur le parc automobile français

- [55] Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement - DAEI - Le marché des véhicules, immatriculations et parcs au 1er janvier (publication annuelle)
- [56] ARGUS - Numéro annuel spécial statistiques
- [57] FIEV / CSNM - Statistiques sur le motorcycle en France
- [58] INRETS - BOURDEAU B. - Evolution du parc automobile français entre 1970 et 2020 - 1998
- [59] AEE - COPERT III - SAMARAS Z. & all. - Methodology and Emission Factors, 2000
- [60] Ministère chargé des Transports - Rapports annuels de la Commission des Comptes des Transports de la Nation (CCTN)
- [61] Ecole des Mines de Paris - PALANDRE L., BARRAULT S., CLODIC D. - Inventaire et prévisions des fluides frigorigènes et de leurs émissions (mise à jour annuelle)
- [62] CITEPA - SAMBAT S. & all. - Inventaire des émissions de particules primaires - 2001
- [63] MINEFI - DIDEME - Données internes non publiées
- [64] USIRF - Données internes à la profession relatives à la production d'enrobé routier
- [65] ADEME - Le chauffage domestique au bois, approvisionnement et marchés. Mars 2000
- [66] EPA - AP 42 Compilation of air pollutant emission factors, January 1995
- [67] CITEPA - ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France. Mars 2003
- [68] OFEFP - Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document environnement n° 136, juin 2001
- [69] INSTITUT D'EMISSION D'OUTRE-MER (IEOM) - Rapport annuel
- [70] CITEPA - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [71] SAMARAS Z. & ZIEROCK K-H. - The estimation of other mobile sources and machinery. May 1994
- [72] PROMOJARDIN - Données professionnelles internes
- [73] GIGREL - Données professionnelles internes
- [74] EMEP MSC EAST - Note technique 6/2000
- [75] AFME - CEMAGREF - Consommation de carburant des tracteurs agricoles - Février 1990
- [76] ARMEF - Les ventes de matériel d'exploitation forestière en France de 1968 à 1992 - Avril 1993
- [77] ARMEF - Etat du parc des machines d'exploitation forestière en région Lorraine, Février 1993
- [78] CITEPA - Carbonisation du bois et pollution atmosphérique - Monographie n° 48, 1986
- [79] TNO - Particulate matter emissions (PM10 - PM2.5 - PM0.1) in Europe in 1990 and 1993 -February 1997
- [81] EPA - Reconciling urban fugitive dust emissions inventory and ambient source contribution estimates : summary of current knowledge and needed research - Desert Research Institute - May 2000
- [82] UBA - Etude sur la répartition granulométrique (< PM10, < PM 2.5) des émissions de poussières - février 1999
- [83] MINEFI - Observatoire de l'Énergie - Données communes des bilans de l'énergie communiquées à l'AIE et à EUROSTAT

- [84] CEPII - Harmonisation des statistiques énergétiques nationales pour le calcul des émissions de CO2 de la France - KOUSNETZOFF N. et CHAUVIN S. - Juin 2003
- [85] SCEES - AGRESTE, Statistique agricole annuelle
- [86] SCEES - AGRESTE, Statistique agricole annuelle et production agricole finale, DOM
- [87] ECETOC - Ammonia emissions to air in Western Europe, July 1994
- [88] GIEC - Guidelines 96 - Vol. 2 - section 4
- [89] INRA - VERMOREL, Emissions annuelles de méthane d'origine digestive par les bovins en France, 1995
- [90] UNIFA - Les livraisons de fertilisants minéraux en France - Publication annuelle
- [91] AGENCE DE L'EAU - Données internes fournies annuellement
- [92] CITEPA - PAJOT K., GABORIT G. FONTELLE J-P. - Estimation annuelle des émissions de COVNM des sources biotiques dans la basse atmosphère en France (modèle COBRA) - Mai 2003
- [93] EPA - National Technical Information Service - Gap filling PM10 emission factors for selected open area dust sources, February 1988
- [94] SAMARAS Z., ZIEROCK K.H. - Guidebook on the Estimation on the Emissions of Other Mobile Sources and Machineries - Université de Thessalonique, 1994
- [96] INSEE - Statistiques démographiques annuelles (www.insee.fr)
- [103] AEAT - source apportionment of airborne particulate matter in the UK (70 to 96, PM10 - PM2,5 - PM0,1), third report of the quality of urban air review group, January 1999
- [104] SNCF - Mission environnement
- [105] OFEFP/OFEV - Banque de données off-road
- [106] AEAT - UK Particulates and heavy metal emissions from industrial processes, February 2002
- [107] BICOCHI S., L'HOSPITALIER C. - Les techniques de dépoussiérage des fumées industrielles, état de l'art - RECORD, éditions TEC et DOC, mars 2002
- [108] Confédération Nationale de la Boulangerie - PARIS
- [109] CITEPA - Monographie N° 54 - Les émissions atmosphériques de COV lors de l'élaboration du vin, 1987
- [110] B. GIBSON et al. - VOC emissions during malting and beer manufacture - Atmospheric Environment Vol. 29, No. 19, 1995
- [111] FIPEC - Données statistiques sur les consommations de peinture, encres, etc.
- [112] CEPE - Communication dans le cadre d'EGTEI, 2003
- [113] ECSA - European Chlorinated Solvent Association - Solvent digest, 1991 et 1995
- [114] CTTN - Centre Technique de la Teinture et du Nettoyage (données de la profession)
- [115] SPMP - Rapport annuel, les matières plastiques en chiffres
- [116] SNCP - Syndicat National du Caoutchouc et des Polymères - rapports annuels d'activité
- [117] SICOS - Données de la profession
- [118] UIC - Rapport annuel sur l'évolution de l'industrie chimique en France
- [120] SNCP - Rapports annuels d'activité

- [121] CITEPA - Final EGTEI document - Polystyrene processing, 2003
- [122] IFARE - Task force on assessment of abatement techniques for VOC from stationary sources, May 1999
- [123] FIPEC pour le compte de l'ADEME - Emissions de COV dans la production de peintures, vernis, encres d'imprimerie, colles et adhésifs, 1997
- [124] PROLEA - statistiques annuelles
- [125] FIGG / ADEME / MEDD - Données relatives aux taux d'équipement des presses offset en incinérateurs, 2003
- [126] LEVY C., DUVAL L., FONTELLE J-P., CHANG J-P. - Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs - CITEPA, 1999-2003
- [127] DGAC - données relatives aux liaisons domestiques et internationales
- [128] OACI - caractéristiques sur les moteurs et guide sur les APU 2007
- [129] DGAC - fichier « bruit » de Roissy
- [130] DGAC - données internes
- [131] DGAC - données internes relatives à AIR FRANCE
- [132] DGAC - Bulletin statistique annuel
- [133] CITEPA - DANG Q.C. - Tentative d'estimation des émissions de polluants atmosphériques dues au trafic maritime en Méditerranée Occidentale, Janvier 1993
- [134] GIEC - Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000
- [137] CEE-NU, AIE, EUROSTAT, OCDE - Energy statistics working group meeting, special issues Paper 8, Net calorific values - novembre 2004
- [139] Arrêté du 28 septembre 2005 modifiant l'arrêté du 17 janvier 2001 relatif aux contrôles des émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs destinés à la propulsion des tracteurs agricoles et forestiers (JO du 26 octobre 2005)
- [140] Arrêté du 22 septembre 2005 relatif à la réception des moteurs destinés à être installés sur les engins mobiles non routiers en ce qui concerne les émissions de gaz et de particules polluantes (JO du 23 décembre 2005)
- [141] Directive 2004/26/CE du Parlement européen et du Conseil, du 21 avril 2004, modifiant la directive 97/68/CE sur le rapprochement des législations des Etats membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz et de particules polluantes provenant des moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
- [142] UBA-Entwicklung eines Modells zur Berechnung der Luftschadstoffemissionen und des Kraftstoffverbrauchs von Verbrennungsmotoren in mobilen Geräten und Maschinen - Jan. 2004
- [143] UNIFA - Union des industries de la fertilisation - communication personnelle de données
- [144] CITEPA - Etude documentaire n°53 décembre 1977 page 310
- [145] OFEFP édition 1995 page 115
- [146] AFNOR - référentiel de bonnes pratiques BP X 30-331
- [147] Rhodia PI Chalampé - Données confidentielles communiquées par le site
- [148] AFNOR - Référentiel de bonnes pratiques BP X 30-330

- [149] Rhodia PI Chalmarpé - Communication personnelle de données - confidentiel
- [150] Dossier d'engagement AERES - site de Cuise-Lamotte - CLARIANT
- [151] AFNOR - Référentiel de Bonnes Pratiques BP X 30-332
- [154] INESTENE, Eléments de base pour une prospective des émissions totales de particules primaires à l'horizon 2030, août 2001
- [155] IPCC Good Practices Guidance, Chapitre 5
- [156] ADEME, Département Déchets, Evaluation des émissions de méthane des décharges de déchets ménagers et assimilés, E. Prud'homme, Février 1999.
- [157] ADEME, données internes communiquées par le département Déchets
- [158] DRIRE des DOM et des TOM - données internes, multi annuel
- [159] Charbonnages de France - données internes sur les émissions de CH₄, multi annuel
- [160] INERIS, Evaluation des quantités de méthane rejetées dans l'atmosphère par les mines françaises de charbon et de lignite, décembre 1991
- [161] IPCC Good Practices Guidance, Chapitre 2.7.1
- [162] LECES Evolution des métaux lourds et composés organiques persistants en sidérurgie, 1996
- [163] UK fine particulate - Emissions from industrial processes, août 2000
- [165] Ministère de l'Economie et des Finances, statistiques 97/98 de l'industrie gazière en France
- [167] MINEFI / DIREM (ex-DIMAH) - données internes non publiées annuelles sur les bilans énergétiques de l'Outre-mer y compris les PTOM
- [168] CPDP - données internes sur les caractéristiques des dépôts pétroliers
- [169] Arrêté du 4 septembre 1986 relatif à la réduction des émissions atmosphériques d'hydrocarbures provenant des activités de stockage
- [170] Arrêté du 8 décembre 1995 relatif à la lutte contre les émissions de composés organiques volatils résultant du stockage de l'essence et de sa distribution des terminaux aux stations-service
- [171] IFARE - Elaboration de fonctions de coûts pour la réduction des émissions de COV en France, Tome II, 1999
- [172] Décret 2001-349 du 18 avril 2001 relatif à la réduction des émissions de COV liées au ravitaillement des véhicules dans les stations service
- [173] Observatoire de l'Energie - La récupération des vapeurs d'essence en stations-service, 1993
- [174] MINEFI / DIDEME - données internes sur les stations-service, 2003
- [175] MEDD / DPPR / SEI - données internes sur les stations-service, 2003
- [176] ALLEMAND N. - Gasoline distribution - service stations, background document EGTEI, 2003
- [177] ALLEMAND N. - Evolution des émissions de polluants du trafic routier en 2010 et 2020, CITEPA 2004
- [178] EGTEI - travaux pour la détermination des coûts de la réduction des émissions. Scénario France en 2004 pour la première consultation bilatérale
- [179] INSEE - Tableau économique de Mayotte, 2001
- [180] ITSTAT - Les tableaux de l'économie polynésienne, 1998

- [181] Communication personnelle de R. Ballaman (OFEFP), septembre 2002
- [182] BUWAL - PM10 - Emissionen des Verkehrs ; Statusbericht Teil Schienenverkehrs, ed. 2002
- [183] CITEPA - IER - Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles - Interreg III for ASPA, January 2005
- [184] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Consommation annuelle de bitume routier. Communication en 2006
- [185] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Données internes confidentielles transmises en 2001 et 2003
- [186] Ministry of Housing, physical planning and environment - Handbook of emission Factors - Industrial Sources - 1984
- [188] AER - Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCB, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour CITEPA, non publié)
- [189] UNFCCC - paragraphe 16 de l'annexe à la Décision 11CP7
- [190] Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes - Statistiques annuelles de production de chaux grasses (aériennes) et magnésiennes
- [194] Chambre Syndicale Nationale des Fabricants de Chaux Grasses et Magnésiennes - Données communiquées au CITEPA en septembre 2003
- [195] ATILH - Données annuelles sur les émissions de l'ensemble des sites de chaux hydraulique
- [196] Données annuelles de production nationale des installations de production de chaux hydraulique fournies par l'ATILH (confidentielles)
- [197] MAP/SCEES - Publications Agreste. "L'utilisation du territoire".
- [198] MIES - Rapport déterminant la quantité attribuée conformément à l'article 8, paragraphe 1, point d), de la décision n° 280/2004/CE dans le cadre de la préparation de la 1ère période d'engagement du Protocole de Kyoto, 2006
- [199] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques pour l'UTCF, 2003
- [200] MAP / SCEES - Publications annuelles Agreste « Récolte de bois et production de sciages »
- [201] INESTENE - Le bois énergie en France
- [202] IGN/IFN - Données spéciales d'après l'inventaire terrain
- [203] INRA - Stocker du carbone dans les sols agricoles de France, octobre 2002
- [204] GICC 2001 - Gestion des impacts du changement climatique, rapport CARBOFOR, juin 2004
- [206] Compte rendu de l'Académie d'Agriculture de France - Vol. 85, n° 6, 1999
- [207] Centre Efficacité énergétique des Systèmes de l'Ecole des Mines de Paris - Inventaire annuel des émissions des fluides frigorigènes en France
- [209] GIFEX - communication de données internes
- [210] CFA - Comité Français des Aérosols - communication annuelle de données internes
- [212] Promosol - Communication de données internes
- [213] SITELESC - Communication de données internes annuelles

- [214] GIMELEC - syndicat des fabricants d'équipements électriques - communication annuelle de données au ministère chargé de l'environnement
- [215] RTE - Réseau de Transport d'Electricité - communication de données internes et le rapport annuel « Développement durable »
- [216] Nike - communication de données
- [217] 3M - communication annuelle de données internes
- [218] SFIC (Syndicat Français de l'Industrie Cimentière) - données annuelles de production de clinker
- [222] Données internes à Rio Tinto Alcan.
- [223] Société de l'industrie minérale - Annuaire Statistique Mondial de Minerais et Métaux. Publication annuelle
- [224] Fédération française de crémation - Données statistiques
- [227] Bennet R.L. and Knapp K.T. - Characterization of particulate emissions from non-ferrous smelters - JAPCA, February 1989, vol. 39, number 2, page 169
- [228] AIRPLUS n°32/33, Novembre 2001, page 12
- [231] Agences de l'eau (ADOUR-GARONNE, RHÔNE-MEDITERRANEE-CORSE, RHIN-MEUSE, ARTOIS-PICARDIE, LOIRE-BRETAGNE, SIAAP)
- [232] IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories, volumes 2 et 3, sections agriculture, 1996
- [233] INSEE - Bulletins mensuels de statistique
- [234] IFEN - Les données de l'environnement, 1999, 2002 et 2004
- [235] CEMAGREF - Communications de M. Duchêne, 2002.
- [236] GIEC - Guide des Bonnes Pratiques 2000, Chapitre 5, pages 5-14,5-15,5-16
- [237] ADEME / CTBA - Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, 2006
- [238] GIEC - Guidelines 1996 - Volume 3 section 2.3
- [239] ATILH - Mode d'obtention des données annuelles sur les émissions de CO2 et moyens de contrôle de ces valeurs d'émission, novembre 2002
- [240] Fédération des Chambres Syndicales de l'Industrie du Verre - Communication de données internes
- [241] FFTB (Fédération Française des Tuiles et Briques) - Statistiques annuelles
- [242] CTTB (Centre Technique des Tuiles et Briques) - Données internes
- [243] Infochimie - numéros « spécial usines » et numéros divers selon les années
- [244] GIEC - Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Volume 2 - Edition 1996 page 2.8
- [245] MEDD - Principaux rejets industriels en France, années 1999 à 2001
- [249] RENOUX A. - Quelques idées sur les aérosols et leur granulométrie - Colloque ATEE-CITEPA, 15-16 juin 2000
- [250] KLEEMAN M.J., SCHAUER J.J., CASS G.R. - Size and composition distribution of fine particulate matter emitted from wood burning, meat charbroiling and cigarettes, Environmental Science and Technology, vol 33, 1999

- [251] Confédération des Industries céramiques de France - Chiffres clés de la profession - statistiques annuelles (confidentielles)
- [253] Syndicat général des fondeurs de France - Chiffres clés de la fonderie française et contact interne
- [254] OCDE - Environment directorate, Greenhouse gas emissions and emissions factors - May 1989
- [255] IPCC - revised 1996 guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, reference manual, volume 2, pages 2.21 et 2.22
- [256] ANPA (Agenzia Nazionale per la Protezione dell' Ambiente - PM10 emission inventory for 1994 in Italy, liacqua, e-mail contact, octobre 2000
- [257] COPACEL - Communication de Philippe BRULE lors de la préparation du PNAQ, 2005
- [261] ADEME - Centre de Valbonne - Données internes 2001 et 2004 relatives aux déchets hospitaliers
- [262] BRUN M.J. et LEFORESTIER C. - Valorisation énergétique des déchets industriels et hospitaliers, Institut français de l'énergie (IFE), ENERGIRAMA, janvier 1991
- [263] Ministère chargé de l'environnement - L'évolution récente des émissions de dioxines dans l'atmosphère, Octobre 2000
- [264] ADEME - dossier « Emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) » sur www.ademe.fr, 2003
- [265] IPCC - Guidelines 96, Volume 2, page 4.35
- [267] USIRF - Evolution du parc de centrales, Octobre 1998
- [268] IPCC - Revised 1996 Guidelines - Workbook, page 5.37, worksheet 5.51, sheet 3/4
- [272] INSEE - Annuaire rétrospectif de la France - 1948 - 1988
- [273] ATILH - Communication spécifique relative aux facteurs d'émission de métaux lourds et de particules, août 2006
- [275] SERVEAU L., FONTELLE JP. - Document d'application relatif aux émissions atmosphériques des installations de production d'enrobés (confidentiel). CITEPA, avril 2006
- [276] ADEME - Détermination de la granulométrie des aérosols dans les émissions diffuses d'ateliers sidérurgiques : PM10, PM2,5, PM1,0 et PM0,1 - janvier 2004
- [279] MEDD - Compilation annuelle des émissions de métaux lourds et dioxines émis par les UIOM
- [280] INERIS, "Inventaires et facteurs d'émission de dioxines UIOM", rapport provisoire n° 4
- [281] Projet TOCOEN (Toxic Organic COmpounds in the ENvironment), Masaryk University, Mars 1993
- [282] Fédération Nationale des Travaux Publics (FNTP), communication personnelle, octobre 2006
- [283] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activité de soins à risques infectieux
- [284] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux
- [285] ADEME - Evaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France (document confidentiel), Septembre 2005
- [286] Arrêté du 28 juillet 2005 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre
- [287] CITEPA - Tentative d'inventaire des émissions de HCl en France en 1985, Mai 1989

- [288] EDF - Bilan environnement 2004 des centrales thermiques à flamme EDF, Juillet 2005
- [289] Danish Budget for Greenhouse Gases, 1990
- [292] IFN - Inventaire des surfaces forestières par département, surface par essence, mise à jour annuelle
- [293] RENECOFOR (REseau National de suivi à des ECOsystèmes FORestiers) - Communication annuelle de données de températures diurnes et nocturnes
- [294] GUENTHER A-B - Seasonal and spatial variation in natural volatile organic compound emissions. Ecological Application, 1997, vol. 7, pp 34-45
- [295] LAMBERT - Influence du climat et de la disponibilité en azote sur la croissance printanière du ray-grass anglais. 2001, Université catholique de Louvain - Faculté des sciences agronomiques - Laboratoire d'écologie des prairies.
- [296] CITEPA - Logiciel COBRA version 2002 (Composés Organiques de la Biomasse Rejetés dans l'Atmosphère)
- [297] PROMETHEE - Base de données sur les incendies en zone méditerranéenne sur www.promethee.com
- [298] Ministère de l'Agriculture (MAP), Dossier de presse « Prévention des incendies de forêt », www.agriculture.gouv.fr,
- [299] METEO FRANCE - Données Meteorage (incrémentation permanente)
- [300] ATILH - Communication de M. Fauveau du 11 octobre 1999 relative aux émissions de PCDD/F pour 1996
- [301] FRABOULET I. - INERIS - Aerosol size distribution determination from stack emissions : the case of a cement plant, DUST CONF, Maastricht, April 2007
- [303] Témoignages, mercredi 11 juillet 2007, p 10,
- [304] Tout sur la France, n° 4, octobre 2007
- [305] Encyclopédie Wikipedia, 2007
- [307] Ministère de l'Ecologie du développement et de l'Aménagement Durables (site Internet www.ecologie.gouv.fr rubrique « biodiversités et paysages »), 2007
- [309] FNADE - Communication de P. DARDE du 18 octobre 2004
- [310] FNADE - Compte rendu du groupe de travail EPER sur l'incinération, juin 2006
- [311] HUGREL C., JOUMARD R. - Transport routier - Parc, usage et émissions des véhicules en France de 1970 à 2025, INRETS, Rapport LTE n°0420, Septembre 2004
- [312] AEE - COPERT IV - Technical report N° 11/2006 - EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook - Group 7: Road transport - 2006
- [318] INSEE - Tableau économique de la Réunion, chapitre transport routier
- [319] INSEE - Tableau économique de la Martinique, chapitre transport routier
- [320] INSEE - Tableau économique de la Guadeloupe, chapitre transport routier
- [321] INSEE - Tableau de l'économie calédonienne, chapitre transport routier
- [322] INSEE - Tableau économique de la Guyane, chapitre transport routier
- [323] LECES - Données communiquées par le Ministère de l'Environnement, courrier du 19 février 1996

- [325] CTBA / ADEME - La caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crematorium en vue d'une évaluation globale du risqué sanitaire, 2006
- [326] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux
- [327] IFN - Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol en Guyane par télédétection satellitaire - Rapport final, janvier 2008
- [328] ONF/CIRAD/CNRS - Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour la forêt guyanaise -Rapport final, juin 2006
- [329] CITEPA - Données internes résultant des divers audits (diagnostics et pré diagnostics) réalisés par le CITEPA
- [330] CONCAWE - Air pollutant emission methods for E-PRTR reporting by refineries, 2007
- [331] UIC - données internes à la profession fournies par M. DECROUTTE le 5 novembre 2007
- [332] ANPEA (Association nationale professionnelle pour les engrais et amendements) - Résultats enquête amendements basiques - <http://www.anpea.com/>
- [333] AGRESTE - Irrigation et matériel 2005, enquête structure 2005 et recensement agricole 2000 (disponible sur le site de l'Agreste <http://agreste.agriculture.gouv.fr/>)
- [334] GRDF - Communication annuelle des émissions nationales de CH4 au CITEPA
- [335] ADEME - Second état d'avancement de la mise en conformité des UIOM, 2005
- [336] COLLET S. - HAP émis par la combustion du bois en foyers domestiques, INERIS, 2001
- [337] ALLEMAND N. - Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France (cadre du programme de recherche des conditions optimales de cadrage réglementaire de la valorisation énergétique des bois faiblement adjuvantés, ADEME), mai 2003
- [338] COLLET S.- Emissions de la combustion du bois par les foyers domestiques, INERIS, mai 2002
- [339] COLLET S. - Emissions de dioxines, furanes et d'autres polluants liés à la combustion du bois naturels et faiblement adjuvantés, INERIS, février 2000
- [340] EMEP / CORINAIR Guidebook, section B-810-23, Décembre 2006
- [341] COOPER D.A. - HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [342] EMEP / CORINAIR Guidebook, section B-810-23, Décembre 2006
- [343] EMEP / CORINAIR Guidebook, section B-810-24, Décembre 2006
- [344] EMEP / CORINAIR Guidebook, section B-842-16, Décembre 2006
- [346] Determination of atmospheric pollutant emission factors at a small coal-fired heating boiler, AEAT, March 2001
- [347] COOPER D. - HCB, PCB, PCDD and PCDF emissions from ships, IVL Svenska Miljöinstitutet AB, October 2004
- [348] Arrêté du 31 mars 2008 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour la période 2008 - 2012
- [349] EMEP / CORINAIR Guidebook, chapter « Source of PCB emissions », Décembre 2006

- [350] Determination of atmospheric pollutant emission factors at small industrial wood burning furnace, AEAT, March 2001
- [351] SESSI - Résultats annuels des enquêtes de branche
- [352] UNICEM - Rapport annuel statistique à partir de 1999
- [353] UNICEM - Communication de données internes, 2001
- [354] KEPLIS NE, APTE, MG, GUNDEL LA - Characterizing ETS emissions from cigars : chambers of nicotine, particle mass and particle size, 1999
- [355] PNUE - Outil spécialisé (Toolkit) pour l'identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [356] Observatoire français des drogues et des toxicomanies (OFDT) - Séries statistiques annuelles « Vente de tabac et cigarettes - évolution depuis 1990 »
- [357] TNO - Technical paper to the OSPARCOM - HELCOM - UNECE emission inventory, report TNO-MEP R93/247, p26, 1995
- [358] EMEP CORINAIR - 3rd emission inventory guidebook, Chapter "Sources of PCB emission", December 2006
- [359] GIEC 2006 - Biological Treatment of Solid Waste, Vol. 5, p 4.4
- [360] MEEDDAT/DGEC - L'industrie pétrolière - Note annuelle sur les données des produits pétroliers
- [361] ECOBILAN / ADEME - Bilans énergétiques et gaz à effet de serre des filières de production de biocarburants, PCW 2002, Novembre 2002
- [362] VERMOREL M., JOUANY J.P., EUGENE M., SAUVANT D., NOBLET J, DOURMAD J.Y. - Evaluation quantitative des émissions de méthane entérique par les animaux d'élevage en 2007 en France. INRA prod. Anim., 2008, 21 (5), 403-418.
- [363] SOLAGRO - Communication personnelle de M. Couturier du 2 août 2002
- [364] Syndicat National des Industries du Plâtre - communication de données internes relatives à la production annuelle
- [365] N E Klepeis, M G Apte, L A Gundel - chamber measurements of nicotine, particle mass, and particle size, 1999
- [366] ADEME - Communications personnelles de MM. Bajeat et Charre du relatives au taux de captage dans les décharges, 2002, 2009
- [368] ADEME - Campagnes MODECOM (1993, 2007)
- [371] EMEP / EEA Guidebook 2009, Chapter 6Cb « Industrial waste incineration, page 10/20
- [372] INERIS - Caractérisation des biogaz- bibliographie - mesures sur sites, 2002
- [373] GIEC 2006 - Traitement biologique des déchets solides, Volume 5, chapitre 4
- [374] GIEC 2006 - Traitement et relargage des eaux usées, Volume 5, chapitre 6
- [375] IFEN - Base de données EIDER, Rejets dans l'eau des principaux émetteurs industriels
- [376] Décret n°2005-185 du 25 février 2005 relatif à la mise sur le marché des bateaux de plaisance et des pièces et éléments d'équipement
- [377] BRGM/DPSM - Bilan méthane après-mines dans les bassins houillers français à partir de 2004, multi annuel

- [378] ADEME - La pollution des sols liée aux activités de préservation du bois - 1998
- [379] GIEC - Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapitre 2, page 2.20
- [380] EURELECTRIC - European Wide Sector Specific Calculation Method for reporting to the European Pollutant Release and Transfer Register, January 2008
- [381] ERDF - Electricité Réseau Distribution France - rapport annuel « Développement Durable »
- [382] IFN - Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol en Guyane par télédétection satellitaire - Premiers résultats transmis le 16/11/2009
- [383] IFN - Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 1 - Guadeloupe - Rapport final août 2009
- [384] IFN - Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 2 - Martinique - Rapport final août 2009
- [385] IFN - Suivi de l'utilisation des terres sur trois départements d'Outre-mer insulaires : 3 - Réunion - Rapport final août 2009
- [386] ONF - Expertise sur les références dendrométriques nécessaires au renseignement de l'inventaire national de gaz à effet de serre pour les forêts de la Guadeloupe, de la Martinique et de la Réunion - Rapport final novembre 2008
- [387] L'officiel du cycle, de la moto et du quad - Numéro annuel spécial statistique
- [388] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook - Group 7: Road transport - May 2009
- [389] TAAF - www.taaf.fr, 2009
- [390] JOST C. - www.clipperton.fr
- [391] GIEC - Guidelines 2006, Chapter 2, Pages 2.17 and 2.18, Table 2.3 stationary combustion in manufacturing industries and construction
- [392] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, édition 2000, page 145
- [393] EMEP / CORINAIR Guidebook, Edition septembre 1999, page B4611-6
- [395] EPA - AP42. Janvier 1995, page 11.16-8, table 11.16-4
- [396] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009
- [397] GIEC - Guidelines 2006, Chapter 2, Pages 2.15 and 2.16, Table 2.2 stationary combustion in the energy industries
- [398] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, Partie 1A2, table 3-24, May 2009
- [399] ATILH - données internes communiquées le 28 octobre 2005 relatives à l'estimation du facteur d'émission de NH3 dans les cimenteries
- [400] I.E.O.M. Institut d'Emission d'Outre Mer, rapport annuel
- [401] I.E.D.O.M. Institut d'Emission des Départements d'Outre-mer, rapport annuel
- [402] Observatoire Energie Réunion - Bilan énergétique île de Mayotte, année 2008, édition 2009
- [403] DIMENC - Bilan de l'énergie de Nouvelle-Calédonie 2007 à 2009 + coefficients de conversion
- [404] Elf Aquitaine - Communications personnelles chaque année

- [405] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2009, Technical report No 9/2009 - chapter 11.A Volcanoes
- [406] <http://www.volcano.si.edu/>
- [407] OFEFP - Coefficients d'émission des sources stationnaires, édition 2000, page 90
- [409] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook, Part 1A2, table 3-26, May 2009
- [410] SSP - AGRESTE. Données téléchargeables sur : <http://www.agreste.agriculture.gouv.fr/page-d-accueil/article/donnees-en-ligne>.
- [411] Décret d'Application n°08-001 du 04/01/2008 (BOD du 09/01/2008) - Produits énergétiques - Taxe Générale sur les Activités Polluantes - Prélèvement sur les carburants - Annexe 1
- [412] ADEME - Communication de M. Erwan AUTRET du 20 octobre 2009
- [413] IPCC - Expert Meetings on Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories - Background Papers - Annex 1 - Table 2 - CH4 default emission factors, 2000
- [414] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook, Part B111(S1)-6, December 2006
- [415] SOeS - L'activité pétrochimique en France, Données 2005-2008, Chiffres & statistiques, Publication annuelle
- [416] GIEC - Guidelines for national greenhouse gases inventories », 2006, Vol. 3, chap. 7
- [417] FEDEM - Communication de données annuelles relatives à la consommation de plomb
- [418] E. TRUFFAUT - La fabrication du ferro-manganèse aux hauts-fourneaux en France, Soleils d'Acier, 2004
- [419] EMEP / EEA Guidebook - Chapter B111, page 55, 2006
- [420] ADEME - Les installations de traitement des ordures ménagères, résultats 2008
- [421] CEREN - Bilan national du bois de chauffage, Janvier 2009
- [422] Observ'ER : Synthèse annuelle du marché (anciennement SER - Brochure annuelle : le chauffage au bois domestique)
- [423] Directive européenne 2002/88/CE relative aux moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers
- [424] INRA INFOSOL - Données issues du réseau de mesures de la qualité des sols (RMQS), 2009
- [425] GALY LACAUX C. - Modification des échanges de constituants mineurs liés à la création d'une retenue hydroélectrique : Impact des barrages sur le bilan de méthane dans l'atmosphère, 1996
- [426] ADEME/MEDDTL/DGPR - Performances de captage de biogaz de décharges, 2010[367] ADEME - Outil de calcul des émissions dans l'air de CH4, CO2, SOx et NOx issues des centres de stockage de déchets ménagers et assimilés, mars 2003
- [428] SOLAGRO - Note méthodologique : « Note d'estimation des gaz CH4 - CO2 - SOx - NOx des CET », 2002
- [432] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 5, page 5-18
- [433] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2009, Chapter 6Cb Industrial waste incineration, May 2009
- [434] Comité des Plastiques Agricoles (CPA) - Communication personnelle de Claude BERGER, 2010.
- [435] FAO - Dietary Protein consumption per countries (extraction du site FAO 24/10/2010)

- [436] MEDDTL - IREP, Déclarations des industriels (rejets directs en azote)
- [437] GIEC - Good Practice Guidance, Chapter 4, p 4.73
- [438] GIEC - Reference Manual, Chapter 4.5.4, Table 4-24
- [439] IFEN - L'assainissement en France en 1998 et 2001, février 2006
- [440] IFEN/SCEES - Enquête eau et assainissement 2004 dans les collectivités locales, 2006
- [441] EMEP/CORINAIR - Guidebook 1996, Volume 2, page B 9103-2
- [442] ADEME - Les marchés des activités liées aux déchets (publications régulières)
- [443] MEDDTL - Efficacité énergétique du transport maritime, 2008
- [444] EUROSTAT - Tables matricielles croisant le nombre de touchées de navires par Grand Port Maritime par classes de port en lourd et types de navires, 2007
- [445] LLOYD'S - Base de données Seaweb, flotte et caractéristiques techniques des navires, 2007
- [446] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1b - SNAP 010301/010302/010306 - FE NOx - p 43 à 49
- [447] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1b - SNAP 010305 - FE NOx - p 50 et 51
- [448] EMEP / EEA Guidebook, Edition 2009 - secteur 1A1a - SNAP 010304 assimilée à SNAP 010104 et 010105 - FE NOx - p 33 et 34
- [449] CONCAWE - Air pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries - 2009 edition, p 83
- [450] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques, 2003, chapitre 2 « Energie », tableau 2.16, page 2.86, « Pétrole conventionnel »
- [451] EMEP EEA Emission Inventory Guidebook - May 2009, Section 1A4, table 3-28
- [452] INSEE - Publication annuelle - Les consommations d'énergie dans l'industrie
- [453] NERI - Heavy metal emissions for Danish road transport, technical report n° 780, 2010
- [454] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook -- Technical report N° 9/2009- 1.A.3.b Road transport (update June 2010)
- [456] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - Technical report N° 9/2009- 1.A.3.b.vi Road tyre and brake wear
- [457] Fédération des industries du verre - Rapport d'activité annuel
- [458] CITEPA - Etude comparative des rejets atmosphériques des principales énergies de chauffage - Avril 2003
- [459] EMEP / EEA Guidebook - Mai 2009 - Sections « 1A1 Energy industries » et « 1A4ai, 1A4bi, 1A4ci, 1A5a Small combustion »
- [460] Default emission factor Handbook 2nd edition - Janvier 1992 - Commission of european community
- [461] EMEP / CORINAIR Guidebook - Décembre 2006 - Section 010101-010105
- [462] EMEP / CORINAIR Guidebook - Février 1996 - Section « Small consumers »
- [463] EMEP EEA Guidebook - Mai 2009 - Secteur 1A1 - Table 3-7 "Heavy fuel oil"
- [464] EMEP / CORINAIR Guidebook - Mai 2009 - 2A6 - Table 3-1

- [465] INSEE - Statistiques ProdFRA de 2008 à année N-1 - production de panneaux de particules (codes 1621131310 ; 1621122420 ; 1621135000 ; 1621131320)
- [466] Arrêté du 3 octobre 2010 relatif au stockage en réservoirs aériens manufacturés de liquides inflammables exploités dans un stockage soumis à autorisation au titre de la rubrique 1432 de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement
- [467] Centre Technique de Matériaux Naturels de Construction (CTMNC) - Données internes relatives à la composition des matériaux, 2011
- [468] CORPEN - Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux vaches laitières et à leur système fourrager. Influence de l'alimentation et du niveau de production. Groupe "Alimentation animale" Sous groupe « Vaches laitières", 1999
- [469] CORPEN - Estimation des flux d'azote, de phosphore et de potassium associés aux bovins allaitants et aux bovins en croissance ou à l'engrais, issus des troupeaux allaitants et laitiers, et à leur système fourrager, 2001
- [470] CORPEN - Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre, zinc des porcs. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections produites, 2003
- [471] CORPEN - Estimation des rejets d'azote, phosphore, potassium, calcium, cuivre, zinc par les élevages avicoles. Influence de la conduite alimentaire et du mode de logement des animaux sur la nature et la gestion des déjections, 2006
- [472] Ph. Schmidely, F. Meschy, J. Tessiera and D. Sauvant - Lactation Response and Nitrogen, Calcium, and Phosphorus Utilization of Dairy Goats Differing by the Genotype for α S1-Casein in Milk, and Fed Diets Varying in Crude Protein Concentration. Journal of Dairy Science. Volume 85, Issue 9, September 2002, Pages 2299-2307.
- [473] William MARTIN-ROSSET - Nutrition et alimentation des chevaux. Editions QUAE, 2012
- [476] Biomasse Normandie - Evaluation des quantités actuelles et futures des déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités. Lot 3 : Effluents d'élevage. Rapport final, 2002
- [477] CNIEL, Institut de l'élevage - Observatoire de l'alimentation des vaches laitières. Données 2007
- [478] Fichier réalisé par l'Institut de l'Elevage suite à une extraction des données des PMPOA 1 et 2. Communication du 31/01/2011
- [479] IFIP - Le porc par les chiffres 2009
- [480] Résultats des Enquêtes Bâtiment 1994, 2001 et 2008. Service de la statistique et de la prospective, Ministère de l'Agriculture, de l'Alimentation, de la Pêche, de la Ruralité et de l'Aménagement de Territoire
- [481] EMEP/EEA Guidebook - 4B Animal husbandry and Manure Management, 2009
- [482] B. Meda, P. Robin, C. Aubert, C. Rigolot, J.-Y. Dourmad and M. Hassouna, - MOLDAVI: A dynamic model simulating nutrient and energy flows from broiler rearing systems. A paraître dans Animal Sciences
- [483] EMEP/EEA 2006. Manure Management regarding organic compounds. Group 10
- [484] IIASA, Klimont Z, Cofala J, Bertok I, Amann M, Heyes C, Gyarfas F. - Modelling particulate emissions in Europe, A framework to estimate reduction potential and control costs. Interim report IR-02-076. December 2002, table 3.74
- [485] MAAF / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2000, 2005 et 2011

- [486] CITEPA - Méthodologie d'estimation des quantités de matière sèche et d'azote contenues dans les résidus de culture en France, 2013.
- [487] EMEP/EEA - 4B Crop production and agricultural soils, 2009
- [488] INERIS - Facteurs d'émission de polluants de feux simulés de déchets et de produits issus de la biomasse, 2011
- [489] ADEME - Enquête nationale sur la gestion des déchets organiques - septembre 2008
- [490] EMEP / EEA - Chapitre 4F Field burning of agricultural wastes, 2009
- [491] ARER/OER (Observatoire Energie Réunion) - Bilan énergétique de la Réunion, Chiffres clés, publication annuelle
- [492] DIMENC - Données internes du gouvernement de Nouvelle-Calédonie relative au bilan énergétique, 2011
- [493] IFN/FCBA/SOLAGRO - Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020, Novembre 2009
- [494] ANMF - Fiches statistiques
- [495] ANSES / AFSSA - Enquête INCA (Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires), 1999
- [496] ANSES / AFSSA - Enquête INCA2 (Étude Individuelle Nationale des Consommations Alimentaires), 2009
- [497] Direction générale des douanes - importation et exportation du carbure de calcium
- [499] Kreider et al. - Physical and chemical characterization of tire-related particles: Comparison of particles generated using different methodologies - Science of total environment, 2010, p 632-659
- [500] ADEME - Véhicules particuliers vendus en France. Evolution du marché, caractéristiques environnementales et techniques. Données et Références. Publication annuelle
- [501] MIQUEL G. - Les effets des métaux lourds sur l'environnement et la santé. Rapport n° 261 du Sénat, avril 2001
- [503] CORPEN - Estimation des rejets d'azote par les élevages avicoles. Groupe alimentation animale, sous-groupe aviculture, 1996
- [504] CORPEN - Estimation des rejets d'azote - phosphore - calcium - cuivre et zinc par les élevages avicoles. Mise à jour des références CORPEN - Volailles de 2006, 2012, 61p.
- [505] IFIP - GTE : Evolution des résultats moyens nationaux
- [506] Haras Nationaux - Chiffres Clés de la filière équine, 2011 -. <http://www.haras-nationaux.fr/fileadmin/bibliotheque/chiffres-2011-internet.pdf>
- [507] Haras Nationaux, 2012. Annuaire de la monte 2011 - Chiffres globaux, 2012 - http://www.haras-nationaux.fr/uploads/tx_dlcubeargus/chiffres_globaux_elevage.pdf
- [508] EUGENE M., DOREAU M., LHERM M., VIALARD D., FAVERDIN F., SAUVANT D. - Rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, 57p. à paraître.
- [509] EUGENE M. - Outil de calcul accompagnant le rapport préliminaire du projet MONDFERENT « Emissions de méthane par les bovins en France », 2012, non publié.
- [510] SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S., SERMENT A., BROUDISCOU L. - « Influences des régimes et de leur fermentation dans le rumen sur la production de méthane par les ruminants » - INRA Prod. Anim., 24, 2011, 429-442
- [511] MEDDE/DEB - Base de Données sur les Eaux Résiduaire Urbaines, 05/03/2012

- [512] ADEME - ITOM : Les installations de traitement des ordures ménagères, résultats 2010
- [513] INERIS - Caractérisation des biogaz - Bibliographie - mesures sur sites, 2002
- [514] EPA - Background information Document for Updating AP42 section 2,4 for estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills, 2010
- [515] ADEME - Communications personnelles, 2000-2002
- [516] ADEME - ITOM 6 : sixième inventaire des installations de traitement, de transit ou de mise en décharge de déchets ménagers et assimilés en France, 1995, p. 35
- [517] Syndicat national du charbon de bois - Données annuelles internes
- [518] Fédération nationale du bois - Données internes à partir de 2009
- [519] Environnement Canada - Division des gaz à effet de serre - " La production d'aluminium de première fusion - Guide pour l'estimation des gaz à effet de serre produits par des systèmes de combustion et des procédés industriels ", mars 2004
- [520] EReIE - Inventaires d'émissions de gaz fluorés dans le secteur d'activité des mousses d'isolation - résultats, novembre 2012
- [521] GSK - GlaxoSmithKline - communication annuelle de données internes
- [522] Arrêté du 22 septembre 2005 relatif à la réception des moteurs destinés à être installés sur les engins mobiles non routiers installés sur les engins mobiles non routiers
- [523] US EPA - AP42 Ch.11 - Mineral product industry & Ch. 13 - Miscellaneous sources, 1995.
- [524] KALIVODA Manfred T., KUDRNA Monika - MEET PROJECT - Task 3.1 Air Emission factors and traffic parameters, Methodologies for estimating emissions from air traffic, October 1997, Annex (pour les facteurs croisières)
- [525] Arrêté du 31 octobre 2012 relatif à la vérification et à la quantification des émissions déclarées dans le cadre du système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre pour sa troisième période (2013-2020)
- [526] Données fournies par des producteurs de sucre, juillet 2009
- [527] SNFS (Syndicat National des Fabricants de Sucre) - Données internes, octobre 2012
- [528] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories - 2006, Chapitre 4 : Metal Industry Emissions, p4.65
- [529] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories de 1996 - Page 2.7
- [530] BREF Fabrication des polymères, Août 2007 - Chapitre PVC - p. 107 et 108
- [532] SSP - Mémento Agreste Filière Forêt-Bois édition 2012
- [533] IGN - Communication personnelle, septembre 2012
- [534] ONF - Communication personnelle, septembre 2012
- [535] Chambre d'Agriculture de la Somme - Epandage des produits organiques, Cahier Technique, Annexe 2, Août 2010
- [536] CITEPA/MEDDE - Enquête auprès des exploitants d'ISDND sur les quantités de déchets stockés, 2012
- [537] ADEME - Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, 2005
- [538] EMEP/EEA emission inventory guidebook 2012 - Chapitre 2.C.2 Ferroalloys production

- [539] USGS Minerals Information - Aluminium
- [540] Guide EMEP/EEA 2013 - Chapitre 2.C.3
- [541] <http://ledialoguesurlaluminium.com/laluminium/sa-fabrication/laluminium-de-premiere-fusion>
- [542] PULLES T. et al. - Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles, Atmospheric Environment 2012, n°61, pp 641-651
- [543] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook - Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b.vi Road tyre and brake wear
- [544] EMEP/EEA - Air Pollutant Emission Inventory Guidebook -- Technical report N° 12/2013 - 1.A.3.b Road transport
- [545] EEA - Données annuelles relatives à la surveillance des émissions de CO2 des véhicules particuliers en application du règlement 443/2009
- [546] Observatoire national interministériel de la sécurité routière - Bilans annuels de la sécurité routière en France
- [547] ANDRE M. et al. - Statistiques de parcs et trafic pour le calcul des émissions de polluants des transports routiers en France, rapport provisoire de l'IFSTTAR, 2013
- [548] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquêtes annuelles sur le transport routier de marchandises (TRM)
- [549] MEDDE/CGDD/SOeS - Le transport collectif routier de voyageurs (publication annuelle)
- [550] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquêtes sur l'utilisation des VUL (publication quinquennale depuis 1986)
- [551] MEDDE/CGDD/SOeS - Enquête sur l'utilisation des deux-roues motorisés, 2012
- [552] DOUANES - Données annuelles de mise à la consommation d'agro-carburants issues des déclarations relatives à la TGAP (données non publiques)
- [553] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1.A.3.c Railways
- [554] Buckowiecki et al. - Iron, manganese and copper emitted by cargo and passenger trains in Zürich (Switzerland): size-segregated mass concentrations in ambient air, 2006
- [555] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1.B.2.c Venting and flaring (p 11 - table 3-4)
- [556] Base aérienne 702 - communication de données internes, octobre 2013
- [557] Société Française de Radiothérapie Oncologique - Livre blanc de la radiothérapie en France, 2013
- [558] GTT - communication de données internes, 2013
- [559] MEDDE/CGDD/SOeS - Logement et construction Sit@del2 (publication annuelle)
- [560] EMEP/EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 1A2 Cement production (table 3-24)
- [561] CFA - Comité Français des Aérosols - Estimation des ventes d'aérosols de crème chantilly en France et quantité de N2O contenu dans un boîtier, 2013
- [562] EMEP / CORINAIR Guidebook 1999, section B146-11 coke oven furnaces, table 8-2
- [563] ADEME/ATEE/ Club Biogaz - Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), page 44, 2011
- [564] ADEME/ATEE/ Club Biogaz - Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), pages 25-26, 2011

- [565] EMEP / EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 5.C.1.b.v Cremation (p9 - table 3-1)
- [566] DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE - Services d'incendie et de secours, statistiques annuelles
- [567] ADEME - Amélioration de la connaissance des émissions atmosphériques liées aux brûlages de véhicules - contribution de cette source à l'inventaire national d'émissions, 2013
- [568] EMEP / EEA - Emission Inventory Guidebook 2013 - 5.E Other Waste, Tier 2 Emissions factors, car fires (p.6)
- [569] EMEP/EEA 2013 - 6.C Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 11, table 3-2)
- [570] EMEP / EEA 2013 - 6.C Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 10, table 3-1)
- [571] EMEP / EEA 2013 - 6.C Clinical waste incineration (page 10, table 3-2)
- [572] EMEP / EEA 2013 - 11.C Other natural sources/lightning (page 4, table 8-1)
- [573] Tinus et al. - Atmospheric Environment 61, 2012, 641-651
- [574] EMEP / EEA 2013 - 1A4 Non-road mobile source & machinery, Table 3-1 (Tier 1)
- [575] EMEP / EEA 2013 - 1A4 Small combustion, Table 3-13
- [576] EPA - AP 42 Compilation of air pollutant emission factors, version en vigueur en Août 2013
- [577] California Air resources Board - CATEF (California Air Toxics Emission Factor) - Base de données (<http://www.arb.ca.gov/ei/catef/catef.htm>), Facteurs d'émission pour les HAP
- [578] Brasseurs de France - Statistiques de vente 2006-2010 (www.brasseurs-de-france.com), novembre 2013
- [579] EMEP/EEA 2013 - Section 2.H.2 Food and beverages industry
- [580] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Tables 3-22 et 3-28
- [581] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A1, Table 3-7 "Heavy fuel oil"
- [582] EMEP CORINAIR décembre 2006 - Page B111(S1)-6
- [583] EMEP / CORINAIR Guidebook 1996 - section B333-6
- [584] CITEPA - Technical note on BAT in iron foundry industry, 1992, page 34
- [585] EMEP / CORINAIR Guidebook 1996 - section B339-5
- [586] Guidebook EMEP/EEA 2013 Part B - Section 2C7a Copper production - Table 3.2
- [587] EPA - AP42, Janvier 1995, tableau 12.12-1
- [588] EMEP / CORINAIR Guidebook 1999 - section B427-5 à 7
- [589] EMEP / EEA 2013 - Section 2.C.7.b Nickel production, Table 3.1
- [590] GIEC - Guide sur les Bonnes Pratiques, 2003, chapitre 4, table 4.6
- [591] MEDDE - Evaluation des quantités actuelles et futures de déchets épandus sur les sols agricoles et provenant de certaines activités, 2002, p 51-52. Disponible à l'adresse suivante : <http://www.biomasse-normandie.org/IMG/pdf/rapport.pdf>.
- [592] Voortgangsrapport mestbank reports - Disponible à l'adresse suivante : http://www.vlm.be/lijsten/publicaties/Pages/MB_Voortgangsrapporten.asp

- [593] EMEP / CORINAIR Guidebook 1996 - section B146-6
- [594] IGN - <http://inventaire-forestier.ign.fr/>
- [595] VALLET et al - Development of total aboveground volume equations for seven important forest tree species in France, 2006
- [596] ANDERSEN A. - Biomasse Normandie. Le chauffage domestique au bois - Approvisionnement et marchés. Réalisée pour l'ADEME, 1999
- [597] Les cahiers du CLIP - La ressource en bois énergie, n° 3 Octobre 1994
- [598] AFOCEL - CTBA - Communication personnelle
- [599] GUERIN F. - Emission de gaz à effet de serre (CO₂,CH₄) par une retenue de barrage hydroélectrique en zone tropicale (Petit-saut, Guyane française) : expérimentation et modélisation. Thèse soutenue en 2006
- [600] DESCLOUX - EDF - Mise à jours de données de la thèse de F. GUERIN pour le barrage de Petit-Saut, 2013
- [601] DRAAF Réunion - Surfaces incendiées annuellement sur l'île de La Réunion
- [602] ONF - Université de Louvain - Analyse du réseau RENECOFOR, 2013
- [603] GIEC - Guidelines for national greenhouse gases inventories », 2006, Vol. 3 chap.4.7, paragraphe 4.7.2.2, p 4.80
- [604] Commission européenne - Règlement UE N° 601/2012 du 21 juin 2012 relatif à la surveillance et à la déclaration des émissions de gaz à effet de serre au titre de la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil
- [605] ADEME - Déchets / Chiffres clés, édition 2014
- [606] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5 Déchets, Chapitre 3
- [607] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 3, Table 3.2
- [608] MEDDE - Bureau de la Planification et de la Gestion des Déchets - Plan déchets 2014-2020, selon les hypothèses d'application du scénario de prospective tendancielle à l'horizon 2025
- [609] IGN - GEOFLA
- [610] INSEE (www.insee.fr)
- [611] IEDOM/IEOM (www.iedom.fr / www.ieom.fr)
- [612] Commission européenne - Annexe 1 aux lignes directrices DAU (TAXUD/1619/08 rev.3.4): Liste des pays de l'Union européenne, novembre 2013
- [613] GIEC - Lignes directrices 2006 pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre - Volume 3 Procédés industriels et utilisation des produits - Chapitre 2 - section 2.2
- [614] Lignes directrices du GIEC - Version 2006 - Chapitre 2 : émissions dans l'industrie minérale - tableau 2.4
- [615] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Tables 6.2, 6.3, 6.4
- [616] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Wastewater treatment and discharge, 6.3.1.2 choice of emission factors
- [617] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 2, table 2.4

- [618] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 2, chapitre 2.1
- [619] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, table 5.3
- [620] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 5, table 5.6
- [621] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 5, table 5.2
- [622] INSEE - Indice de la production industrielle - Produit détaillé dans les industries manufacturières
- [623] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 2, Table 2.3 (combustion stationnaire)
- [624] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 3, Combustion mobile, Table 3.3.1 et 3.2.2
- [625] EMEP/EEA Emission Inventory Guidebook - Table 3-24 cement production - 1A2, Edition 2013
- [626] EMEP/EEA Emission inventory guidebook - Edition 2013 - Chapitre 1.B.1.b Fugitive emissions from solid fuels ; solid fuel transformation, Section 3.2.2, table 3-1 Tier 1 emission factors
- [627] GIEC - Lignes directrices 2006, Chapitre 4, Fugitive emissions, Table 4.2.4, p4.50
- [628] EMEP / EEA 2013 - Section 1.B.2.a.v Distribution of oil products, p.17
- [629] Transport Infrastructure Gaz France (TIGF) - Données internes, avril - octobre 2014
- [630] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook - Technical report N° 12/2013- 1.A.3.b.v Gasoline evaporation
- [631] OREC (Observatoire Régional de l'Energie et du Climat) créé en 2013 - Bilan énergétique de la Guadeloupe, publication annuelle
- [632] OREDD (Observatoire Régional de l'Energie et du Développement Durable) créé en 2008 - Bilan énergétique de la Guyane, publication annuelle
- [633] OMEGA (Observatoire Martiniquais de l'Energie et des Gaz à effet de serre) créé en 2013 - Bilan énergétique de la Martinique, publication annuelle
- [634] COGO Base Carbone du 19 septembre 2012 - PCI anhydre moyen du bois
- [635] IPCC - 2006 Guidelines for National Greenhouse gas Inventories - Volume 2 - chapitre 1 - table 1.2
- [636] Données internes ATILH - S dans les farines animales
- [637] EMEP/EEA Guidebook - edition 2013 - 1A1 Energy industries - Appendix C sulphur content in fuels - contenu en soufre du gaz de haut fourneau (blast furnace)
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO₂) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH₄ et N₂O)
- [639] Données internes Gaz de France basées sur des mesures
- [640] FE de HAP issus du modèle COPERT
- [641] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 3 - Industrial Processes and product Use - Chapter 1: Introduction
- [642] EMEP/EEA guidebook, 1A3b road transport, version 2013 updated 09/2014
- [643] Commission Européenne - BREF Incinération des déchets p406 et 412 - Août 2006
- [644] Direction générale des douanes - importation et exportation d'urée
- [645] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.3.1
- [646] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 2 Combustion sources fixes, Table 2.5

- [647] EMEP EEA Guidebook - mai 2009 - Secteur 1A4, table 3.22
- [648] F2 Chemicals - Communication de données internes annuelles
- [649] ADEME - Déclaration des flux de SF6 dans le secteur des équipements électriques
- [650] Oko-Recherch - « SF6 Bestand und Emissionen aus Teilchenbeschleunigern », 2012
- [651] INRA - communication de données internes, 2014
- [652] IRSN - communication de données internes, 2014
- [653] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 3, Chapitre 5, section 5.2.2.2
- [654] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 3, Chapitre 5, section 5.3.2.2
- [655] Aubert et Coutelet, 2013, Les rejets d'azote et de phosphore par les élevages de lapins : évolution et perspectives. TeMA n°28 - octobre/novembre/décembre 2013
- [656] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 10
- [657] CIV, 2012. Alimentation des bovins : rations moyennes et autonomie alimentaire
- [658] INRA, 2007. Alimentation des bovins, ovins et caprins - Besoins des animaux - Valeurs des aliments - Tables INRA 2007
- [659] EMEP/EEA emission inventory guidebook, 2013, 3B Manure Management
- [660] MeteoFrance, www.meteofrance.com
- [661] Ecosecurities - CITEPA, 2007. Méthodologie spécifique pour les projets de Méthanisation des effluents d'élevage
- [662] Enquêtes TERUTI, 1992-2003, Service Statistique et Prospective du Ministère de l'Agriculture.
- [663] La culture du riz en Camargue <http://www.rizdecamargue.com/section/culture/une-r%C3%A9gion-un-m%C3%A9tier>
- [664] EMEP/EEA emission inventory guidebook, 2013, 3D Crop production and agricultural soils
- [665] EMEP / EEA emission inventory guidebook, 2013, 3F Field burning of agricultural residues
- [666] Bilan de l'énergie Outre-mer annuel compilé par le CITEPA
- [667] Gasoline Aviation Designation, DERD 2485, 91-90/Issue 1, 8 May 1996
- [668] Edition annuelle du Bilan RSE SNCF
- [669] GIEC - Guidelines 2006, Volume 2, Chapitre 3
- [670] Commission des Comptes et Transports de la Nation (CCTN), Les transports, éditions annuelles. Section transport de marchandises - Tableau E.4.c
- [671] EMEP/EEA Emission inventory Guidebook 2013, Navigation section
- [672] GIEC 2006 - Agriculture, foresterie et autres affectations des terres, Vol. 4
- [673] IGN - ONF Suivi de l'occupation du sol et des changements d'occupation du sol entre 1990 et 2012, Novembre 2014
- [674] Carbone 4. Méthode opérationnelle de comptabilisation des produits-bois dans l'inventaire national GES, Juin 2014.

- [675] Emission factors for heavy metals from diesel and petrol used in European vehicles - Table 6. Atmospheric environment 61 (2012) 641-651. Pulles et al.
- [676] Guide méthodologique E-PRTR de déclaration des rejets polluants des sites thermiques à flamme
- [677] CONCAWE - Air Pollutant emission estimation methods for E-PRTR reporting by refineries, 2009 edition, HAP unece pour le gaz de raffinerie (p78 - table 29)
- [678] Guidebook EMEP-2009 p.122
- [679] Aide-mémoire du thermicien Edition 1997. Chapitre 3 production de chaleur. Tableau 3.2.4.2 Composition-types des principaux combustibles gazeux p.272-273
- [680] IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories - Draft 2006. Volume 3, chapitre 4, p. 4.31 à 4.39
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011
- [682] FE CO2 par défaut du transport aérien, CENWG10 EG 5 : "Default values for air transport" - FNAME, Date: 11/02/2010
- [683] CEFIC - European Chemical Industry Council. Communication de données sectorielles pour le nettoyage à sec et le dégraissage.
- [684] INSEE - Données statistiques sur les productions et consommations de produits à base de solvants ou aqueux (peintures, encres, etc.)
- [685] Direction générale des douanes et droits indirects - Données imports/exports
- [686] ADEME - Panorama du marché du polyuréthane et état de l'art de ses techniques de recyclage (février 2014)
- [687] CITEPA - Mise à jour des données relatives aux moyens de réduction des émissions de pentane issues de la transformation du polystyrène expansé. Citepa, 2015
- [688] ADEME - Observatoire des Fluides Frigorigènes
- [689] Etude isOlafrance sur la production de polyuréthane projeté <http://www.association-technique-polyurethane-projete.fr/>
- [690] BASF - Communication confidentielle annuelle
- [691] Lignes directrices du GIEC 2006 - Volume 3 - Chapitre 7 - Tableaux 7.6 et 7.7
- [692] GIFAM - Communication confidentielle annuelle
- [693] Siemens - informations sur le taux d'émission de HFC lors du recyclage
- [694] DuPont - Communication annuelle de données internes
- [695] Solvay - Communication annuelle de données internes
- [696] Schneider Electric - taux de perte vidange du SF6 des équipements en fin de vie
- [697] BORT R., ANDRE J-M., SERVEAU L. - Guide méthodologique pour la détermination des émissions dans l'atmosphère d'une zone aéroportuaire à l'exception des aéronefs - CITEPA, 2013
- [698] SSP - AGRESTE. PRODCOM - Production commercialisée des produits des IAA. Données téléchargeables sur : <https://stats.agriculture.gouv.fr/disar>
- [699] Projet CORTEA EMICER : Estimation des émissions liées à la manutention et au séchage des céréales. Note du CITEPA 2015

- [700] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.5.3
- [701] MEDDE /CGDD /Ministère des Travaux Publics, des Transports et du Tourisme/SES. Mémento de statistiques des transports – Résultats de 1980 à 2014, éditions bisannuelles. Chapitre 6 Navigation intérieure – Tableau 6.5.1.
- [702] Alliance contre le tabac - Livre Blanc sur le contrôle du tabac en France d’Outre-Mer, Septembre 2014
- [703] Guidebook EMEP 2013 - 1A4 Non-road mobile source & machinery - Table 3-1 (Tier 1)
- [704] Institut de l’élevage - Communication des poids moyens relatifs aux ovins en France. 2015
- [705] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, vol. 3, chap. 3, page 3.75
- [706] IFA - FAO - Estimation des émissions gazeuses de NH₃, NO et N₂O par les terres agricoles à l’échelle mondiale - édité en 2003
- [707] MAAPRAT / SSP - Résultats des Enquêtes Pratiques Culturelles 2006 (viticulture)
- [708] AMADEPA - Le brûlage de la canne à sucre en Martinique : évolution, motivations, impacts. De la nécessité d’un engagement collectif, 2007
- [709] CIRAD - LA canne à sucre et l’environnement à la Réunion, 2005
- [710] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 4, Chap. 12
- [711] INSEE, nomenclature des nouvelles régions
(http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=nomenclatures/cog/codes_regions_2016.htm)
- [712] A3M - Communication de données annuelles relatives à la consommation de plomb
- [713] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Lead production
- [714] Recytech - Communications annuelles
- [715] USIRF (Union des Syndicats de l'Industrie Routière Française) - Les produits de l'industrie routière. Publication annuelle
- [716] COPERT 4 software, version 11.0 Sept 2014 -www.emisia.com
- [717] CITEPA - Analyse réglementaire relative aux émissions atmosphériques des installations de production d’enrobés routiers. Rapport d’étude et base de données B11. Janvier 2016, confidentiel
- [718] Marland, E. S., Stellar, K. & Marland, G. H. A distributed approach to accounting for carbon in wood products. Mitigation Adapt. Strat. Glob. Change 15, 71:91 (2010).
- [719] INRA, Unité Infosol, Base de données géographique des sols de France, 1999.
- [720] Cubizolle, H., Mouandza, M. M., & Muller, F. (2013). Mires and Histosols in French Guiana (South America): new data relating to location and area. Mires and Peat, 12(3), 1-10.
- [721] Robert C. 2016, Comprendre les changements d’utilisation des terres en France pour mieux estimer leurs impacts sur les émissions de gaz à effet de serre. De l’observation à la modélisation. Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris-Diderot, ADEME-CITEPA-LADYSS, 530p
- [722] JRC, Carte des zones climatiques en Europe, d’après le Giec.
<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/projects/RenewableEnergy/>
- [723] base de données sur les incendies de forêt (BDIFF). bdiff.ifn.fr
- [724] "SDIS974, Dispositif de lutte contre les feux de forêts à La Réunion Saison 2015. Présentation du dispositif de lutte contre les feux de forêts. Mercredi 7 octobre 2014

- http://www.sdis974.re/fileadmin/user_upload/les_rencontres_de_la_securite__2015/2015_DISPOSITIF_FEUX_DE_FORET_dossier_de_presse.pdf
- [725] "Feux de végétation - d'après l'état major de la zone de défense de Guyane

<http://www.guyane.pref.gouv.fr/Politiques-publiques/Protection-de-la-population/Enseignements-et-evenements-reels/Les-feux-de-vegetations-en-Guyane-et-retour-d-experience>"
- [726] "Orientations Forestières du Département de Mayotte Préfigurant le Programme de la Forêt et du Bois du Département de Mayotte, 2015.

voir pages utilisées dans l'onglet DOM, section Mayotte

http://www.mayotte.pref.gouv.fr/content/download/4924/41778/file/OFDM-PFBDM%20Mayotte_versionFinale.pdf
- [727] Eurobitume - European bitumen consumption statistics. Publication annuelle depuis 2008
- [728] ToiturePro - Bardeaux d'asphalte, Description du produit -
<https://www.toiturepro.com/revetement/bardeau-d-asphalte>
- [729] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B, 2.D.3.c Asphalt roofing
- [730] R. Sonan Occho. CCCFA. adblue® pour véhicules légers diesel (véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers). Réunion UIP/CCFA - Octobre 2014
- [731] GIEC, IPCC Waste Tool (modèle de cinétique de dégradation d'ordre 1 des déchets)
- [732] GIEC - Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 2, Table 2.4
- [733] Rhodia - Communication de données confidentielles. Octobre 2002
- [734] SESSI/INSEE - Enquêtes (2006, 2008, 2012) sur la production des déchets dans l'industrie
- [735] EMEP/EEA 2013 - 5A Biological treatment - Solid waste disposal on land
- [736] ADEME - Programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage - connaissances acquises et synthèse bibliographique;
- [737] SYPRED - Panorama de la gestion des déchets dangereux (tonnages traités en France en 2014)
- [738] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.4.2
- [739] Jared Downard & al. - Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill Part 1 : characterization of gaseous and particles emissions, 2015
- [740] EMEP / EEA Emission inventory guidebook 2013 - 2.B Chemical industries
- [741] EMEP / EEA Emission inventory guidebook 2013 - 5.C.2 Open burning of waste / Table 3-1 : Tier 1 Emissions factors for small scale burning
- [742] Pechiney - Vérification des émissions de gaz à effet de serre dans le cadre de l'Engagement Volontaire AERES -Périmètre France Années 2001, 2002 et 2003. Octobre 2004
- [743] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.2.1.1, equation 5.2
- [744] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2C Aluminium production
- [745] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Part B section 2D3b Road paving with asphalt
- [746] IIASA - Interim report: Primary Emissions of Submicron and Carbonaceous particles in Europe and the Potential for their Control - Kaarle Kupiainen, Zbigniew Klimont, 2004

- [747] EMEP / EEA Mai 2009 - Secteur 1A4, Table 3-9 « Other liquid fuels »
- [748] UNEP - Standardized Toolkit for Identification and Quantification of Dioxin and Furan Releases. Edition 2.1 - Décembre 2005 - UNEP Chemicals - Table 35, 37, 48, 50
- [749] INSEE - Statistiques ProdFRA de 2008 à année N-1 - production de polyesters (codes 2016407000; 2016408000)
- [750] MEDDE - Publication "Vers l'interdiction du perchloréthylène en France" - Aout 2013
- [751] CEMAGREF -Le lagunage naturel, leçons tirées de 15 ans de pratiques en France (96/0219), 1997
- [752] Ministère de l'environnement - Base de Données sur les Eaux Résiduaire Urbaines
- [753] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A1 Cement production - table 3.1
- [754] US EPA - AP 42 - 5ème édition, Volume 1 - Chapter 11.6 : portland cement manufacturing
- [755] IIASA - A framework to estimate the potential and costs for the control of fine particulate emissions in Europe, Interim Report IR-01-023 - 2001.
- [756] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1A2 Manufacturing industries and construction - table 3.3 Tier 1 emission factor for 1A2 combustion in industry using gaseous fuels
- [757] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A3 Glass Production, tables 3.2 à 3.7
- [758] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2A2 Lime Production, table 3.1
- [759] <http://outils.ifip.asso.fr/CritStand/CourbeCroit/Default.aspx>
- [760] Agreste, 1999. La cuniculture française - Enquête cuniculture 1994. Les cahiers de l'Agreste novembre 1999 n° 42 et 43.
- [761] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.2 Manufacturing industries and construction (combustion), tables 3-2 à 3-5
- [762] Methodology report on the calculation of emissions to air from the sectors Energy, Industry and Waste, as used by the Dutch Pollutant Release and Transfer Register - National Institute for Public Health and the Environment - RIVM Report 2016-0055 - page 48
- [763] GIEC - Guidelines 2006, Volume 3, Chapitre 2, Industrial industry - Table 2.1
- [764] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.1 Energy industries, table 3-2 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using hard coal
- [765] HOULLIER C. et CROZET B. - Analyse critique des méthodes utilisées par différents pays pour établir leurs inventaires nationaux d'émissions de dioxyde de carbone - mai 1992, CITEPA
- [766] Rapport CARBOFOR - teneur moyenne en carbone du bois (page 65), Juin 2004
- [767] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.B.1.b Fugitive emissions from solid fuels - Solid fuel transformation, Table 3-1 Tier 1 emission factors for source category 1.B.1.b Solid fuel transformation
- [768] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 1.A.1 Energy industries, table 3-5 Tier 1 emission factors for source category 1.A.1.a using heavy fuel oil
- [769] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2.C.1 Iron and steel production, Table 3.1 Tier 1 emission factors for source category 2.C.1 Iron and steel production
- [770] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, section 2.C.2 Ferroalloys production, Table 3.1 Tier 1 emission factors for source category 2.C.2 Ferroalloys production

- [771] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_1_Chapitre 1_Introduction, Box 1.1
- [772] 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Vol. 3_5_Chapitre 5_Non energy products from fuels and solvent use, paragraphe 5.5 Solvent use
- [773] EDF - Electricité de France - rapport annuel « Développement Durable »
- [774] Enertime - Base de données système ORC en France, 2016
- [775] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, Table 3-38 p76 et Table 3-40 p78
- [776] Communication personnelle de COOP de France Déshydratation sur les données de production et de consommation d'énergie pour le secteur de la déshydratation de fourrage vert
- [777] Guide technique : Méthodes de quantification des flux annuels des unités de déshydratation de fourrages pour les polluants du registre E-PRTR - Etude LRD/CITEPA - Juillet 2010 - ETUDE CONFIDENTIELLE
- [778] Rapport de synthèse réglementaire - Impact du préfanage à plat sur les rejets de polluants atmosphériques des installations du secteur de la déshydratation - Etude LRD/CITEPA - Juillet 2010 - ETUDE CONFIDENTIELLE
- [779] MISE A JOUR DU FACTEUR D'EMISSION DES COVNM DES INSTALLATIONS DE DESHYDRATATION DE FOURRAGE UTILISE DANS LE CADRE DE L'ARRETE GEREP - CITEPA pour COOP de France - Avril 2016 - ETUDE CONFIDENTIELLE
- [780] Compte rendu du CITEPA (Laëtitia SERVEAU) de la réunion dans les locaux de COOP de France déshydratation avec Yann MARTINET du 24 août 2016
- [781] Données communiquées par COOP de France déshydratation (Yann MARTINET) par mail le 20 juillet 2016
- [782] Mail reçu de COOP de France déshydratation (Yann MARTINET) du 24/08/2016 sur deux rapports d'essai réalisés sur les particules en termes de granulométrie - ETUDE CONFIDENTIELLE
- [783] Méthode GRDF pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de distribution de gaz naturel en France
- [784] Méthode GRTgaz pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de transport de gaz naturel en France, GRTgaz, 17/10/2016
- [785] Méthode TIGF pour déterminer les émissions de méthane du Réseau de transport de gaz naturel en France, TIGF, mail 04/14/2016
- [786] Evaluation des rejets d'azote, phosphore, potassium, cuivre et zinc des porcs. RMT Elevages et Environnement, 2015, Paris, 26 pages.
- [787] Guide EMEP/EEA 2013 - Chapitre 1A3a - Aviation
- [788] "Institut de Physique du Globe de Paris (IPGP). Observatoires volcanologiques
<http://www.ipgp.fr/fr/ovpf/activite-recente-piton-de-fournaise>
http://www.ipgp.fr/sites/default/files/liste_activite_fournaise_1998_2016_0.pdf
<http://www.ipgp.fr/fr/ovsg/soufriere-de-guadeloupe>
<http://www.ipgp.fr/fr/ovsm/montagne-pelee>"
- [789] Agreste, L'essentiel du recensement agricole 2010 - Mayotte

- [790] Schéma directeur de l'aménagement agricole et rural de Mayotte, 2009.
- [791] FAO, Evaluation des ressources forestières mondiales 2010 - Mayotte
- [792] Base de données OMINEA
- [793] Rigolot C., Espagnol S., Pomar C., Dourmad J.Y., 2010a. Modelling of manure production by pigs and NH₃, N₂O and CH₄ emissions. Part I: animal excretion and enteric CH₄, effect of feeding and performance. *Animal*, 4, 1401-1412
- [794] SAUVANT D., GIGER-REVERDIN S. - « Modélisation des interactions digestives et de la production de méthane chez les ruminants » - *INRA Prod. Anim.*, 22, 2009, 375-384
- [795] SIMPSON D. Inventorying emissions from nature in Europe. *Journal of Geophysical Research*. 1999
- [796] EUGENE M., MANSARD L. - Rapport final du projet MONDFERENT 2 « Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France », 2015, non publié.
- [797] EUGENE M., MANSARD L. - Outil de calcul accompagnant le rapport du projet MONDFERENT 2 «Emissions de méthane entérique et MOND des petits ruminants en France», 2015, non publié.
- [798] Base de données SINOE - ADEME
- [799] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 11
- [800] Groot Koerkamp, 1993. Review on emissions of ammonia from housing systems for laying hens in relation to sources, processes, building design and manure handling.
- [801] Acquisition de facteurs d'émissions d'ammoniac en élevages de volailles - Rapport final. ITAVI/ADEME. 11 décembre 2015. P. 30/45
- [802] Clement and Tashiro (1991). Forest fires as a source of PCDD and PCDF. 11th International Symposium on Chlorinated dioxins and related compounds, 1991
- [803] Analyse du potentiel de 10 actions de réduction des émissions d'ammoniac des élevages français aux horizons 2020 et 2030. ADEME. Juillet 2013
- [804] Revised Supplementary Methods and Good Practice Guidance Arising from the Kyoto Protocol
- [805] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 5
- [806] RTE Guyane - Référentiel Technico-Economique agricole, 2002 et 2012
- [807] Fiches d'Itinéraires Technique - Chambre d'Agriculture de Martinique, 2014
- [808] Base de données Corine Land Cover, Agence Européenne pour l'Environnement
- [809] Options for Ammonia Mitigation - Guidance from the UNECE Task Force on Reactive Nitrogen
- [900] EMEP 2016, Chapitre 3D - Crop production and agricultural soils.
- [901] Composition des effluents porcins - Institut Technique du Porc, 2005
- [902] GIEC - Lignes directrices 2006, Volume 4, Chapitre 2

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 04/03/2016 | AD | 08/03/2016 | JPC |

ANNEXE 1 : NOMENCLATURE D'ACTIVITES EMETTRICES SNAP 97c

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|---|
| 01 | Combustion dans les industries de l'énergie et de la transformation de l'énergie | 01 | Combustion in energy and transformation industries |
| 0101 | Production d'électricité | 0101 | Public power |
| 010101 | Production d'électricité - Install. ³ 300 MW (chaudières) | 010101 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 010102 | Production d'électricité - Install. ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 010102 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 010103 | Production d'électricité - Installations < 50 MW (chaudières) | 010103 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 010104 | Production d'électricité - Turbines à gaz | 010104 | Gas turbines |
| 010105 | Production d'électricité - Moteurs fixes | 010105 | Stationary engines |
| 010106 | Production d'électricité - Autres équipements (incinération de déchets domestiques avec récupération d'énergie) | 010106 | Other (domestic waste incineration with energy recovery) |
| 0102 | Chauffage urbain | 0102 | District heating plants |
| 010201 | Chauffage urbain - Installations ³ 300 MW (chaudières) | 010201 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 010202 | Chauffage urbain - Installations ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 010202 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 010203 | Chauffage urbain - Installations < 50 MW (chaudières) | 010203 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 010204 | Chauffage urbain - Turbines à gaz | 010204 | Gas turbines |
| 010205 | Chauffage urbain - Moteurs fixes | 010205 | Stationary engines |
| 0103 | Raffinage du pétrole | 0103 | Petroleum refining plants |
| 010301 | Raffineries - Installations ³ 300MW (chaudières) | 010301 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 010302 | Raffineries - Installations ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 010302 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 010303 | Raffineries - Installations < 50 MW (chaudières) | 010303 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 010304 | Raffineries - Turbines à gaz | 010304 | Gas turbines |
| 010305 | Raffineries - Moteurs fixes | 010305 | Stationary engines |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 010306 | Raffineries - Fours de procédés | 010306 | Process furnaces |
| 0104 | Transformation des combustibles minéraux solides | 0104 | Solid fuel transformation plants |
| 010401 | Installations de combustion ³ 300 MW (chaudières) | 010401 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 010402 | Installations de combustion ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 010402 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 010403 | Installations de combustion < 50 MW (chaudières) | 010403 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 010404 | Installations de combustion - Turbines à gaz | 010404 | Gas turbines |
| 010405 | Installations de combustion - Moteurs fixes | 010405 | Stationary engines |
| 010406 | Four à Coke | 010406 | Coke oven furnaces |
| 010407 | Autre (gazéification du charbon, liquéfaction ...) | 010407 | Other (coal gasification, liquefaction, ...) |
| 0105 | Mines de charbon, extraction de gaz/pétrole, stations de compression | 0105 | Coal mining, oil / gas extraction, pipeline compressors |
| 010501 | Installations de combustion ³ 300 MW (chaudières) | 010501 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 010502 | Installations de combustion ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 010502 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 010503 | Installations de combustion < 50 MW (chaudières) | 010503 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 010504 | Installations de combustion - Turbines à gaz | 010504 | Gas turbines |
| 010505 | Installations de combustion - Moteurs fixes | 010505 | Stationary engines |
| 010506 | Stations de compression | 010506 | Pipeline compressors |
| 02 | Combustion hors industrie | 02 | Non-industrial combustion plants |
| 0201 | Commercial et institutionnel | 0201 | Commercial and institutional plants |
| 020101 | Installations de combustion ³ 300 MW (chaudières) | 020101 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 020102 | Installations de combustion ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 020102 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 020103 | Installations de combustion < 50 MW (chaudières) | 020103 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 020104 | Installations de combustion - Turbines à gaz | 020104 | Stationary gas turbines |
| 020105 | Installations de combustion - Moteurs fixes | 020105 | Stationary engines |
| 020106 | Autres Installations fixes | 020106 | Other stationary equipments |
| 0202 | Résidentiel | 0202 | Residential plants |
| 020201 | Installations de combustion ³ 50 MW (chaudières) | 020201 | Combustion plants ³ 50 MW (boilers) |
| 020202 | Installations de combustion < 50 MW (chaudières) | 020202 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 020203 | Turbines à gaz | 020203 | Gas turbines |
| 020204 | Moteurs fixes | 020204 | Stationary engines |
| 020205 | Autres équipements (fourneaux, poêles, cheminées, gazinières ...) | 020205 | Other equipments (stoves, fireplaces, cooking,...) |
| 0203 | Agriculture, sylviculture et aquaculture | 0203 | Plants in agriculture, forestry and aquaculture |
| 020301 | Installations de combustion ³ 50 MW (chaudières) | 020301 | Combustion plants ³ 50 MW (boilers) |
| 020302 | Installations de combustion < 50 MW (chaudières) | 020302 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 020303 | Turbines à gaz fixes | 020303 | Stationary gas turbines |
| 020304 | Moteurs fixes | 020304 | Stationary engines |
| 020305 | Autres équipements fixes | 020305 | Other stationary equipments |
| 03 | Combustion dans l'industrie manufacturière | 03 | Combustion in manufacturing industry |
| 0301 | Chaudières, turbines à gaz, moteurs fixes | 0301 | Comb. in boilers, gas turbines and stationary engines |
| 030101 | Combustion industrie - Installations ³ 300 MW (chaudières) | 030101 | Combustion plants ³ 300 MW (boilers) |
| 030102 | Combustion industrie - Install. ³ 50 MW et < 300 MW (chaudières) | 030102 | Combustion plants ³ 50 and < 300 MW (boilers) |
| 030103 | Combustion industrie - Installations < 50 MW (chaudières) | 030103 | Combustion plants < 50 MW (boilers) |
| 030104 | Combustion industrie - Turbines à gaz | 030104 | Gas turbines |
| 030105 | Combustion industrie - Moteurs fixes | 030105 | Stationary engines |
| 030106 | Autres équipements fixes | 030106 | Other stationary equipments |
| 0302 | Fours sans contact | 0302 | Process furnaces without contact |
| 030203 | Régénérateurs de haut fourneau | 030203 | Blast furnace cowpers |
| 030204 | Fours à plâtre | 030204 | Plaster furnaces |
| 030205 | Autres fours | 030205 | Other furnaces |
| 0303 | Procédés énergétiques avec contact | 0303 | Processes with contact |
| 030301 | Chaînes d'agglomération de minerai | 030301 | Sinter and pelletizing plants |
| 030302 | Fours de réchauffage pour l'acier et métaux ferreux | 030302 | Reheating furnaces steel and iron |
| 030303 | Fonderies de fonte grise | 030303 | Gray iron foundries |
| 030304 | Plomb de première fusion | 030304 | Primary lead production |
| 030305 | Zinc de première fusion | 030305 | Primary zinc production |
| 030306 | Cuivre de première fusion | 030306 | Primary copper production |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 030307 | Plomb de seconde fusion | 030307 | Secondary lead production |
| 030308 | Zinc de seconde fusion | 030308 | Secondary zinc production |
| 030309 | Cuivre de seconde fusion | 030309 | Secondary copper production |
| 030310 | Aluminium de seconde fusion | 030310 | Secondary aluminium production |
| 030311 | Ciment | 030311 | Cement |
| 030312 | Chaux | 030312 | Lime (includes iron and steel and paper pulp industries) |
| 030313 | Produits de recouvrement des routes (stations d'enrobage) | 030313 | Asphalt concrete plants |
| 030314 | Verre plat | 030314 | Flat glass |
| 030315 | Verre creux | 030315 | Container glass |
| 030316 | Fibre de verre (hors liant) | 030316 | Glass wool (except binding) |
| 030317 | Autres verres | 030317 | Other glass |
| 030318 | Fibres minérales (hors liant) | 030318 | Mineral wool (except binding) |
| 030319 | Tuiles et briques | 030319 | Bricks and tiles |
| 030320 | Céramiques fines | 030320 | Fine ceramic materials |
| 030321 | Papeterie (séchage) | 030321 | Paper-mill industry (drying processes) |
| 030322 | Alumine | 030322 | Alumina production |
| 030323 | Production de magnésium (traitement à la dolomie) | 030323 | Magnesium production (dolomite treatment) |
| 030324 | Production de nickel (procédé thermique) | 030324 | Nickel production (thermal process) |
| 030325 | Production d'émail | 030325 | Enamel production |
| 030326 | Autres | 030326 | Other |
| 04 | Procédés de production | 04 | Production processes |
| 0401 | Procédés de l'industrie pétrolière | 0401 | Processes in petroleum industries |
| 040101 | Elaboration de produits pétroliers | 040101 | Petroleum products processing |
| 040102 | Craqueur catalytique - chaudière à CO | 040102 | Fluid catalytic cracking - CO boiler |
| 040103 | Récupération de soufre (unités Claus) | 040103 | Sulphur recovery plants |
| 040104 | Stockage et manutention produits pétroliers en raffinerie | 040104 | Storage and handling of petroleum products. in refinery |
| 040105 | Autres | 040105 | Other |
| 0402 | Procédés de la sidérurgie et des houillères | 0402 | Processes in iron and steel industries and collieries |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 040201 | Fours à coke (fuites et extinction) | 040201 | Coke oven (door leakage and extinction) |
| 040202 | Chargement des hauts fourneaux | 040202 | Blast furnace charging |
| 040203 | Coulée de la fonte brute | 040203 | Pig iron tapping |
| 040204 | Fabrication de combustibles solides défumés | 040204 | Solid smokeless fuel |
| 040205 | Fours creuset pour l'acier | 040205 | Open hearth furnace steel plant |
| 040206 | Fours à l'oxygène pour l'acier | 040206 | Basic oxygen furnace steel plant |
| 040207 | Fours électriques pour l'acier | 040207 | Electric furnace steel plant |
| 040208 | Laminoirs | 040208 | Rolling mills |
| 040209 | Chaînes d'agglomération de minerai (excepté 03.03.01) | 040209 | Sinter and pelletizing plant (except comb. 03.03.01) |
| 040210 | Autres | 040210 | Other |
| 0403 | Procédés de l'industrie des métaux non-ferreux | 0403 | Processes in non-ferrous metal industries |
| 040301 | Production d'aluminium (électrolyse) | 040301 | Aluminium production (electrolysis) |
| 040302 | Ferro alliages | 040302 | Ferro alloys |
| 040303 | Production de silicium | 040303 | Silicium production |
| 040304 | Production de magnésium (excepté 03.03.23) | 040304 | Magnesium production (except 03.03.23) |
| 040305 | Production de nickel (excepté 03.03.24) | 040305 | Nickel production (except 03.03.24) |
| 040306 | Fabrication de métaux alliés | 040306 | Allied metal manufacturing |
| 040307 | Galvanisation | 040307 | Galvanizing |
| 040308 | Traitement électrolytique | 040308 | Electroplating |
| 040309 | Autres | 040309 | Other |
| 0404 | Procédés de l'industrie chimique inorganique | 0404 | Processes in inorganic chemical industries |
| 040401 | Acide sulfurique | 040401 | Sulfuric acid |
| 040402 | Acide nitrique | 040402 | Nitric acid |
| 040403 | Ammoniac | 040403 | Ammonia |
| 040404 | Sulfate d'ammonium | 040404 | Ammonium sulphate |
| 040405 | Nitrate d'ammonium | 040405 | Ammonium nitrate |
| 040406 | Phosphate d'ammonium | 040406 | Ammonium phosphate |
| 040407 | Engrais NPK | 040407 | NPK fertilisers |
| 040408 | Urée | 040408 | Urea |
| 040409 | Noir de carbone | 040409 | Carbon black |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|---|
| 040410 | Dioxyde de titane | 040410 | Titanium dioxide |
| 040411 | Graphite | 040411 | Graphite |
| 040412 | Carbure de calcium | 040412 | Calcium carbide production |
| 040413 | Chlore | 040413 | Chlorine production |
| 040414 | Engrais phosphatés | 040414 | Phosphate fertilizers |
| 040415 | Stockage et manutention des produits chimiques inorganiques | 040415 | Storage and handling of inorganic chemical products |
| 040416 | Autres | 040416 | Other |
| 0405 | Procédés de l'industrie chimique organique | 0405 | Process in organic chemical industry (bulk production) |
| 040501 | Ethylène | 040501 | Ethylene |
| 040502 | Propylène | 040502 | Propylene |
| 040503 | 1,2 dichloroéthane (excepté 04.05.05) | 040503 | 1,2 dichloroethane (except 04.05.05) |
| 040504 | Chlorure de vinyle (excepté 04.05.05) | 040504 | Vinylchloride (except 04.05.05) |
| 040505 | 1,2 dichloroéthane + chlorure de vinyle (balanced process) | 040505 | 1,2 dichloroethane + vinylchloride (balanced process) |
| 040506 | Polyéthylène basse densité | 040506 | Polyethylene Low Density |
| 040507 | Polyéthylène haute densité | 040507 | Polyethylene High Density |
| 040508 | Polychlorure de vinyle | 040508 | Polyvinylchloride |
| 040509 | Polypropylène | 040509 | Polypropylene |
| 040510 | Styrène | 040510 | Styrene |
| 040511 | Polystyrène | 040511 | Polystyrene |
| 040512 | Butadiène styrène | 040512 | Styrene butadiene |
| 040513 | Butadiène styrène latex | 040513 | Styrene-butadiene latex |
| 040514 | Butadiène styrène caoutchouc (SBR) | 040514 | Styrene-butadiene rubber (SBR) |
| 040515 | Résines butadiène styrène acrylonitrile (ABS) | 040515 | Acrylonitrile Butadiene Styrene (ABS) resins |
| 040516 | Oxyde d'éthylène | 040516 | Ethylene oxide |
| 040517 | Formaldéhyde | 040517 | Formaldehyde |
| 040518 | Ethylbenzène | 040518 | Ethylbenzene |
| 040519 | Anhydride phtalique | 040519 | Phtalic anhydride |
| 040520 | Acrylonitrile | 040520 | Acrylonitrile |
| 040521 | Acide adipique | 040521 | Adipic acid |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 040522 | Stockage et manipulation de produits chimiques organiques | 040522 | Storage and handling of organic chemical products |
| 040523 | Acide glyoxylique | 040523 | Glyoxylic acid |
| 040524 | Production d'hydrocarbures halogénés | 040524 | Halogenated hydrocarbons production |
| 040525 | Production de pesticides | 040525 | Pesticide production |
| 040526 | Production de composés organiques persistants | 040526 | Production of persistent organic compounds |
| 040527 | Autres (produits phytosanitaires, ...) | 040527 | Other (phytosanitary,...) |
| 0406 | Procédés des industries du bois, de la pâte à papier, de l'alimentation, de la boisson et autres | 0406 | Processes in wood, paper pulp, food, drink and other industries |
| 040601 | Panneaux agglomérés | 040601 | Chipboard |
| 040602 | Pâte à papier (procédé kraft) | 040602 | Paper pulp (kraft process) |
| 040603 | Pâte à papier (procédé au bisulfite) | 040603 | Paper pulp (acid sulfite process) |
| 040604 | Pâte à papier (procédé mi-chimique) | 040604 | Paper pulp (Neutral Sulphite Semi-Chemical process) |
| 040605 | Pain | 040605 | Bread |
| 040606 | Vin | 040606 | Wine |
| 040607 | Bière | 040607 | Beer |
| 040608 | Alcools | 040608 | Spirits |
| 040610 | Matériaux asphaltés pour toiture | 040610 | Roof covering with asphalt materials |
| 040611 | Recouvrement des routes par l'asphalte | 040611 | Road paving with asphalt |
| 040612 | Ciment (décarbonatation) | 040612 | Cement (decarbonizing) |
| 040613 | Verre (décarbonatation) | 040613 | Glass (decarbonizing) |
| 040614 | Chaux (décarbonatation) | 040614 | Lime (decarbonizing) |
| 040615 | Fabrication d'accumulateurs | 040615 | Batteries manufacturing |
| 040616 | Extraction de minerais minéraux | 040616 | Extraction of mineral ores |
| 040617 | Autres (y compris produits contenant de l'amiante) | 040617 | Other (including asbestos products manufacturing) |
| 040618 | Utilisation de calcaire et de dolomie | 040618 | Limestone and dolomite use |
| 040619 | Utilisation et production de carbonate de soude et dérivés | 040619 | Production and use of Soda ash and derivatives |
| 040620 | <i>Travail du bois</i> | 040620 | <i>Wood manufacturing</i> |
| 040621 | <i>Manutention de céréales</i> | 040621 | <i>Cereals handling</i> |
| 040622 | <i>Production de produits explosifs</i> | 040622 | <i>Explosives manufacturing</i> |
| 040623 | <i>Exploitation de carrières</i> | 040623 | <i>Quarrying</i> |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|--|
| 040624 | Chantier et BTP | 040624 | Public works and building sites |
| 040625 | Production de sucre | 040625 | Sugar production |
| 040626 | Production de farine | 040626 | Flour production |
| 040627 | Fumage de viande | 040627 | Meat curing |
| 040628 | Tuiles et briques (décarbonatation) | 040628 | Bricks and tiles (decarbonizing) |
| 040629 | Céramiques fines (décarbonatation) | 040629 | Fine ceramic materials (decarbonizing) |
| 040630 | Papeterie (décarbonatation) | 040630 | Paper-mill industry (decarbonizing) |
| 040631 | Autre décarbonatation | 040631 | Other decarbonizing |
| 0408 | Production d'halocarbures et d'hexafluorure de soufre | 0408 | Production of halocarbons and sulphur hexafluoride |
| 040801 | Production d'hydrocarbures halogénés - produits dérivés | 040801 | Halogenated hydrocarbons production - By-products |
| 040802 | Production d'hydrocarbures halogénés - émissions fugitives | 040802 | Halogenated hydrocarbons production - Fugitive |
| 040803 | Production d'hydrocarbures halogénés - autres | 040803 | Halogenated hydrocarbons production - Other |
| 040804 | Production d'hexafluorure de soufre - produits dérivés | 040804 | Sulphur hexafluoride production - By-products |
| 040805 | Production d'hexafluorure de soufre - émissions fugitives | 040805 | Sulphur hexafluoride production - Fugitive |
| 040806 | Production d'hexafluorure de soufre - autres | 040806 | Sulphur hexafluoride production - Other |
| 05 | Extraction et distribution de combustibles fossiles/énergie géothermique | 05 | Extraction and distribution of fossil fuels and geothermal energy |
| 0501 | Extraction et premier traitement des combustibles fossiles solides | 0501 | Extraction and 1st treatment of solid fossil fuels |
| 050101 | Mines découvertes | 050101 | Open cast mining |
| 050102 | Mines souterraines | 050102 | Underground mining |
| 050103 | Stockage des combustibles solides | 050103 | Storage of solid fuel |
| 0502 | Extraction, premier traitement et chargement des combustibles fossiles liquides | 0502 | Extraction, 1st treatment and loading of liquid |
| 050201 | Activités terrestres | 050201 | Land-based activities |
| 050202 | Activités en mer | 050202 | Off-shore activities |
| 0503 | Extraction, premier traitement et chargement des combustibles fossiles gazeux | 0503 | Extraction, 1st treatment and loading of gaseous fossil fuels |
| 050301 | Activités terrestres - désulfuration | 050301 | Land-based desulfuration |
| 050302 | Activités terrestres - autres que la désulfuration | 050302 | Land-based activities (other than desulfuration) |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 050303 | Activités en mer | 050303 | Off-shore activities |
| 0504 | Distribution de combustibles liquides (sauf essence) | 0504 | Liquid fuel distribution (except gasoline distribution) |
| 050401 | Terminaux de navires (pétroliers, manutention, stockage) | 050401 | Marine terminals (tankers, handling and storage) |
| 050402 | Autres manutentions et stockages | 050402 | Other handling and storage (including pipeline) |
| 0505 | Distribution de l'essence | 0505 | Gasoline distribution |
| 050501 | Station d'expédition en raffinerie | 050501 | Refinery dispatch station |
| 050502 | Transport et dépôts (excepté stations service) | 050502 | Transport and depots (except 05.05.03) |
| 050503 | Stations service (y compris refoulement des réservoirs) | 050503 | Service stations (including refuelling of cars) |
| 0506 | Réseaux de distribution de gaz | 0506 | Gas distribution networks |
| 050601 | Pipelines | 050601 | Pipelines |
| 050603 | Réseaux de distribution | 050603 | Distribution networks |
| 0507 | Extraction énergie géothermique | 0507 | Geothermal energy extraction |
| 06 | Utilisation de solvants et autres produits | 06 | Solvent and other product use |
| 0601 | Application de peinture | 0601 | Paint application |
| 060101 | Construction de véhicules automobiles | 060101 | Paint application : manufacture of automobiles |
| 060102 | Réparations de véhicules | 060102 | Paint application : car repairing |
| 060103 | Bâtiment et construction (sauf 060107) | 060103 | Paint application : construction and buildings |
| 060104 | Utilisation domestique (sauf 060107) | 060104 | Paint application : domestic use (except 06.01.07) |
| 060105 | Prélaquage | 060105 | Paint application : coil coating |
| 060106 | Construction de bateaux | 060106 | Paint application : boat building |
| 060107 | Bois | 060107 | Paint application : wood |
| 060108 | Autres applications industrielles de peinture | 060108 | Other industrial paint application |
| 060109 | Autres applications de peinture (hors industrie) | 060109 | Other non industrial paint application |
| 0602 | Dégraissage, nettoyage à sec et électronique | 0602 | Degreasing, dry cleaning and electronics |
| 060201 | Dégraissage des métaux | 060201 | Metal degreasing |
| 060202 | Nettoyage à sec | 060202 | Dry cleaning |
| 060203 | Fabrication de composants électroniques | 060203 | Electronic components manufacturing |
| 060204 | Autres nettoyages industriels | 060204 | Other industrial cleaning |
| 0603 | Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques | 0603 | Chemical products manufacturing or processing |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|---|
| 060301 | Mise en œuvre du polyester | 060301 | Polyester processing |
| 060302 | Mise en œuvre du polychlorure de vinyle | 060302 | Polyvinylchloride processing |
| 060303 | Mise en œuvre du polyuréthane | 060303 | Polyurethane processing |
| 060304 | Mise en œuvre de mousse de polystyrène | 060304 | Polystyrene foam processing |
| 060305 | Mise en œuvre du caoutchouc | 060305 | Rubber processing |
| 060306 | Fabrication de produits pharmaceutiques | 060306 | Pharmaceutical products manufacturing |
| 060307 | Fabrication de peinture | 060307 | Paints manufacturing |
| 060308 | Fabrication d'encre | 060308 | Inks manufacturing |
| 060309 | Fabrication de colles | 060309 | Glues manufacturing |
| 060310 | Soufflage de l'asphalte | 060310 | Asphalt blowing |
| 060311 | Fabrication de supports adhésifs, films et photos | 060311 | Adhesive, magnetic tapes, films and photographs manufacturing |
| 060312 | Apprêtage des textiles | 060312 | Textile finishing |
| 060313 | Tannage du cuir | 060313 | Leather tanning |
| 060314 | Autres | 060314 | Other |
| 0604 | Autres utilisations de solvants et activités associées | 0604 | Other use of solvents and related activities |
| 060401 | Enduction de fibres de verre | 060401 | Glass wool enduction |
| 060402 | Enduction de fibres minérales | 060402 | Mineral wool enduction |
| 060403 | Imprimerie | 060403 | Printing industry |
| 060404 | Extraction d'huiles comestibles et non comestibles | 060404 | Fat, edible and non edible oil extraction |
| 060405 | Application de colles et adhésifs | 060405 | Application of glues and adhesives |
| 060406 | Protection du bois | 060406 | Preservation of wood |
| 060407 | Traitement de protection du dessous des véhicules | 060407 | Underseal treatment and conservation of vehicles |
| 060408 | Utilisation domestique de solvants (autre que la peinture) | 060408 | Domestic solvent use (other than paint application) |
| 060409 | Préparation des carrosseries de véhicules | 060409 | Vehicles dewaxing |
| 060411 | Utilisation domestique de produits pharmaceutiques | 060411 | Domestic use of pharmaceutical products |
| 060412 | Autres (conservation du grain ...) | 060412 | Other (preservation of seeds,...) |
| 0605 | Utilisation du HFC, N₂O, NH₃, PFC et SF₆ | 0605 | Use of HFC, N₂O, NH₃, PFC and SF₆ |
| 060501 | Anesthésie | 060501 | Anaesthesia |
| 060502 | Equipements de réfrigération et d'air conditionné, utilisant des halocarbures ou du SF ₆ | 060502 | Refrigeration and air conditioning equipments using halocarbons |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|---|
| 060503 | Equipements de réfrigération et d'air conditionné, utilisant des produits autres que des halocarbures ou du SF6 | 060503 | Refrigeration and air conditioning equipments using other products than halocarbons |
| 060504 | Mise en oeuvre de mousse (excepté 060304) | 060504 | Foam blowing (except 060304) |
| 060505 | Extincteurs d'incendie | 060505 | Fire extinguishers |
| 060506 | Bombes aérosols | 060506 | Aerosol cans |
| 060507 | Equipements électriques (excepté 060203) | 060507 | Electrical equipments (except 060203) |
| 060508 | Autres | 060508 | Other |
| 0606 | Autres | 0606 | Other |
| 060601 | Utilisation de feux d'artifice | 060601 | Use of fireworks |
| 060602 | Consommation de tabac | 060602 | Use of tobacco |
| 060603 | Usure des chaussures | 060603 | Use of shoes |
| 060604 | Utilisation non énergétique de produits combustibles et solvants | 060604 | Non energy uses of products from fuels and solvents |
| 07 | Transport routier | 07 | Road transport |
| 0701 | Voitures particulières | 0701 | Passenger cars |
| 070101 | Transports routiers - Voitures particulières - autoroute | 070101 | Highway driving |
| 070102 | Transports routiers - Voitures particulières - route | 070102 | Rural driving |
| 070103 | Transports routiers - Voitures particulières - ville | 070103 | Urban driving |
| 0702 | Véhicules utilitaires légers < 3,5 t | 0702 | Light duty vehicles < 3.5 t |
| 070201 | Transports routiers - Utilitaires légers - autoroute | 070201 | Highway driving |
| 070202 | Transports routiers - Utilitaires légers - route | 070202 | Rural driving |
| 070203 | Transports routiers - Utilitaires légers - ville | 070203 | Urban driving |
| 0703 | Poids lourds > 3,5 t et bus | 0703 | Heavy duty vehicles > 3.5 t and buses |
| 070301 | Transports routiers - Utilitaires lourds - autoroute | 070301 | Highway driving |
| 070302 | Transports routiers - Utilitaires lourds - route | 070302 | Rural driving |
| 070303 | Transports routiers - Utilitaires lourds - ville | 070303 | Urban driving |
| 0704 | Motocyclettes et motos < 50 cm³ | 0704 | Mopeds and Motorcycles < 50 cm³ |
| 0705 | Motos > 50 cm³ | 0705 | Motorcycles > 50 cm³ |
| 070501 | Transports routiers - Motocyclettes > 50 cm ³ (autoroute) | 070501 | Highway driving |
| 070502 | Transports routiers - Motocyclettes > 50 cm ³ - route | 070502 | Rural driving |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|--------|--|--------|---|
| 070503 | Transports routiers - Motocyclettes > 50 cm ³ - ville | 070503 | Urban driving |
| 0706 | Evaporation d'essence des véhicules | 0706 | Gasoline evaporation from vehicles |
| 0707 | Pneus et plaquettes de freins | 0707 | Automobile tyre and brake wear |
| 0708 | Usure des routes | 0708 | Road abrasion |
| 08 | Autres sources mobiles et machines | 08 | Other mobile sources and machinery |
| 0801 | Activités militaires | 0801 | Military |
| 0802 | Trafic ferroviaire | 0802 | Railways |
| 080201 | Manoeuvre des locomotives | 080201 | Shunting locs |
| 080202 | Autorails | 080202 | Rail-cars |
| 080203 | Locomotives | 080203 | Locomotives |
| 080204 | Usure des freins, roues et rails | 080204 | Railways brake, wheel and rail abrasion |
| 080205 | Usure des caténaires | 080205 | Trolley wire abrasion |
| 0803 | Navigation fluviale | 0803 | Inland waterways |
| 080301 | Bateaux équipés de moteurs auxiliaires | 080301 | Sailing boats with auxilliary engines |
| 080302 | Bateaux à moteurs/usage professionnel | 080302 | Motorboats / workboats |
| 080303 | Bateaux de plaisance | 080303 | Personal watercraft |
| 080304 | Navigation intérieure de transport de marchandises | 080304 | Inland goods carrying vessels |
| 0804 | Activités maritimes | 0804 | Maritime activities |
| 080402 | Trafic maritime national dans la zone EMEP | 080402 | National sea traffic within EMEP area |
| 080403 | Pêche nationale | 080403 | National fishing |
| 080404 | Trafic maritime international (soutes internationales) | 080404 | International sea traffic (international bunkers) |
| 0805 | Trafic aérien | 0805 | Air traffic |
| 080501 | Trafic domestique (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m) | 080501 | Domestic airport traffic (LTO cycles - < 1000 m) |
| 080502 | Trafic international (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m) | 080502 | International airport traffic (LTO cycles - < 1000 m) |
| 080503 | Trafic domestique (croisière - partie du vol > 1000 m) | 080503 | Domestic cruise traffic (> 1000 m) |
| 080504 | Trafic international (croisière - partie du vol > 1000 m) | 080504 | International cruise traffic (> 1000 m) |
| 080505 | Trafic domestique (cycle d'atterrissage/décollage - < 1000 m)- Abrasion des pneus et des freins | 080505 | Domestic airport traffic (LTO cycles - < 1000 m) - tyres and brakes abrasion |
| 080506 | Trafic international (cycle d'atterrissage/décollage - < 1000 m)- Abrasion des pneus et des freins | 080506 | International airport traffic (LTO cycles - < 1000 m) - tyres and brakes abrasion |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 0806 | Engins spéciaux - Agriculture | 0806 | Agriculture |
| 080601 | <i>Echappement moteur</i> | 080601 | <i>Exhaust engine</i> |
| 080602 | <i>Abrasion des freins, embrayages et pneus</i> | 080602 | <i>Tyre and brake wear abrasion</i> |
| 0807 | Engins spéciaux - Sylviculture | 0807 | Forestry |
| 080701 | <i>Echappement moteur</i> | 080701 | <i>Exhaust engine</i> |
| 080702 | <i>Abrasion des freins, embrayages et pneus</i> | 080702 | <i>Tyre and brake wear abrasion</i> |
| 0808 | Engins spéciaux - Industrie | 0808 | Industry |
| 080801 | <i>Echappement moteur</i> | 080801 | <i>Exhaust engine</i> |
| 080802 | <i>Abrasion des freins, embrayages et pneus</i> | 080802 | <i>Tyre and brake wear abrasion</i> |
| 0809 | Engins spéciaux - Loisirs / jardinage | 0809 | Household and gardening |
| 080901 | <i>Echappement moteur</i> | 080901 | <i>Exhaust engine</i> |
| 080902 | <i>Abrasion des freins, embrayages et pneus</i> | 080902 | <i>Tyre and brake wear abrasion</i> |
| 0810 | Autres machines | 0810 | Other off-road |
| 081001 | <i>Echappement moteur</i> | 081001 | <i>Exhaust engine</i> |
| 081002 | <i>Abrasion des freins, embrayages et pneus</i> | 081002 | <i>Tyre and brake wear abrasion</i> |
| 09 | Traitement et élimination des déchets | 09 | Waste treatment and disposal |
| 0902 | Incinération des déchets | 0902 | Waste incineration |
| 090201 | Incinération des déchets domestiques et municipaux | 090201 | Incineration of domestic or municipal wastes |
| 090202 | Incinération des déchets industriels (sauf torchères) | 090202 | Incineration of industrial wastes (except flaring) |
| 090203 | Torchères en raffinerie de pétrole | 090203 | Flaring in oil refinery |
| 090204 | Torchères dans l'industrie chimique | 090204 | Flaring in chemical industries |
| 090205 | Incinération des boues résiduelles du traitement des eaux | 090205 | Incineration of sludges from waste water treatment |
| 090206 | Torchères dans l'extraction de gaz et de pétrole | 090206 | Flaring in gas and oil extraction |
| 090207 | Incinération des déchets hospitaliers | 090207 | Incineration of hospital wastes |
| 090208 | Incinération des huiles usagées | 090208 | Incineration of waste oil |
| 0904 | Décharges de déchets solides | 0904 | Solid Waste Disposal on Land |
| 090401 | Décharges compactées | 090401 | Managed Waste Disposal on Land |
| 090402 | Décharges non compactées | 090402 | Unmanaged Waste Disposal Sites |
| 090403 | Autres | 090403 | Other |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|---|
| 0907 | Feux ouverts (sauf écobuage 10.03 et feux de forêt 1103xx) | 0907 | Open burning (except 10.03 and 1103xx) |
| 090701 | Feux ouverts de déchets agricoles (hors 10.03) | 090701 | Open burning of agricultural wastes (except 10.03) |
| 090702 | Feux ouverts de déchets verts | 090702 | Open burning of household garden wastes |
| 090703 | Feux ouverts - Autres (feux de véhicules, etc.) | 090703 | Open burning - Other (vehicle burning, etc.) |
| 0909 | Crémation | 0909 | Cremation |
| 090901 | Incinération de cadavres | 090901 | Incineration of corpses |
| 090902 | Incinération de carcasses animales | 090902 | Incineration of carcasses |
| 0910 | Autres traitements de déchets | 0910 | Other waste treatment |
| 091001 | Traitement des eaux usées dans l'industrie | 091001 | Waste water treatment in industry |
| 091002 | Traitement des eaux usées dans le secteur résidentiel/commercial | 091002 | Waste water treatment in residential/commercial sectors |
| 091003 | Epandage des boues | 091003 | Sludge spreading |
| 091005 | Production de compost | 091005 | Compost production |
| 091006 | Production de biogaz | 091006 | Biogas production |
| 091007 | Latrines | 091007 | Latrines |
| 091008 | Autres productions de combustibles dérivés à partir de déchets | 091008 | Other production of fuel (refuse derived fuel,...) |
| 10 | Agriculture et sylviculture | 10 | Agriculture |
| 1001 | Culture avec engrais | 1001 | Cultures with fertilizers |
| 100101 | Cultures permanentes | 100101 | Permanent crops |
| 100102 | Terres arables | 100102 | Arable land crops |
| 100103 | Rizières | 100103 | Rice field |
| 100104 | Vergers | 100104 | Market gardening |
| 100105 | Prairies | 100105 | Grassland |
| 100106 | Jachères | 100106 | Fallows |
| 1002 | Culture sans engrais | 1002 | Cultures without fertilizers |
| 100201 | Cultures permanentes | 100201 | Permanent crops |
| 100202 | Terres arables | 100202 | Arable land crops |
| 100203 | Rizières | 100203 | Rice field |
| 100204 | Vergers | 100204 | Market gardening |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|--|
| 100205 | Prairies | 100205 | Grassland |
| 100206 | Jachères | 100206 | Fallows |
| 1003 | Ecobuage | 1003 | On-field burning of stubble, straw,... |
| 100301 | Céréales | 100301 | Cereals |
| 100302 | Légumes | 100302 | Pulse |
| 100303 | Racines et tubercules | 100303 | Tuber and Root |
| 100304 | Cannes à sucre | 100304 | Sugar Cane |
| 100305 | Autres | 100305 | Other |
| 1004 | Fermentation entérique | 1004 | Enteric fermentation |
| 100401 | Vaches laitières | 100401 | Dairy cows |
| 100402 | Autres bovins | 100402 | Other cattle |
| 100403 | Ovins | 100403 | Ovines |
| 100404 | Porcins à l'engraissement | 100404 | Fattening pigs |
| 100405 | Chevaux | 100405 | Horses |
| 100406 | Mules et ânes | 100406 | Mules and asses |
| 100407 | Caprins | 100407 | Goats |
| 100408 | Poules | 100408 | Laying hens |
| 100409 | Poulets | 100409 | Broilers |
| 100410 | Autres volailles (canards, oies, ...) | 100410 | Other poultry (ducks, geese, etc.) |
| 100411 | Animaux à fourrure | 100411 | Fur animals |
| 100412 | Truies | 100412 | Sows |
| 100413 | Chameaux | 100413 | Camels |
| 100414 | Buffles | 100414 | Buffalo |
| 100415 | Autres | 100415 | Other |
| 1005 | Composés organiques issus des déjections animales | 1005 | Manure management regarding organic compounds |
| 100501 | Vaches laitières | 100501 | Dairy cows |
| 100502 | Autres bovins | 100502 | Other cattle |
| 100503 | Porcins à l'engraissement | 100503 | Fattening pigs |
| 100504 | Truies | 100504 | Sows |
| 100505 | Moutons | 100505 | Ovines |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|---|
| 100506 | Chevaux | 100506 | Horses |
| 100507 | Poules | 100507 | Laying hens |
| 100508 | Poulets | 100508 | Broilers |
| 100509 | Autres volailles | 100509 | Other poultry (ducks, geese, etc.) |
| 100510 | Animaux à fourrure | 100510 | Fur animals |
| 100511 | Caprins | 100511 | Goats |
| 100512 | Ânes et mulets | 100512 | Mules and asses |
| 100513 | Chameaux | 100513 | Camels |
| 100514 | Buffles | 100514 | Buffalo |
| 100515 | Autres | 100515 | Other |
| 1006 | Utilisation de pesticides et de calcaire | 1006 | Use of pesticides and limestone |
| 100601 | Agriculture | 100601 | Agriculture |
| 100602 | Forêt | 100602 | Forestry |
| 100603 | Maraîchage | 100603 | Market gardening |
| 100604 | Lacs | 100604 | Lakes |
| 1009 | Composés azotés issus des déjections animales | 1009 | Manure management regarding nitrogen compounds |
| 100901 | Anaérobie | 100901 | Anaerobic |
| 100902 | Systèmes liquides | 100902 | Liquid systems |
| 100903 | Stockage solide | 100903 | Solid storage and dry lot |
| 100904 | Autres | 100904 | Other |
| 11 | Autres sources et puits | 11 | Other sources and sinks |
| 1101 | Forêts naturelles de feuillus | 1101 | Non-managed broadleaf forests |
| 110104 | Chênes européens | 110104 | European oak |
| 110105 | Chênes à feuilles sessiles | 110105 | Sessile oak |
| 110106 | Autres chênes feuillus | 110106 | Other deciduous oaks |
| 110107 | Chênes verts | 110107 | Holm oak |
| 110108 | Chênes lièges | 110108 | Cork oak |
| 110109 | Autres chênes à feuilles vertes | 110109 | Other evergreen oaks |
| 110110 | Hêtres | 110110 | Beech |
| 110111 | Bouleaux | 110111 | Birch |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|---|
| 110115 | Autres espèces de feuillus à larges feuilles | 110115 | Other deciduous broadleaf species |
| 110116 | Autres espèces de feuillus à feuilles vertes | 110116 | Other evergreen broadleaf species |
| 110117 | Sols (CO ₂ exclu) | 110117 | Soils (excluding CO ₂) |
| 1102 | Forêts naturelles de conifères | 1102 | Non-managed coniferous forests |
| 110204 | Epicéas | 110204 | Norway spruce |
| 110205 | Sapinettes | 110205 | Sitka spruce |
| 110206 | Autres sapins | 110206 | Other spruce |
| 110207 | Pins | 110207 | Scots pine |
| 110208 | Pins maritimes | 110208 | Maritime pine |
| 110209 | Pins d'Alep | 110209 | Aleppo pine |
| 110210 | Autres pins | 110210 | Other pines |
| 110211 | Sapins | 110211 | Fir |
| 110212 | Mélèzes | 110212 | Larch |
| 110215 | Autres conifères | 110215 | Other conifers |
| 110216 | Sols (CO ₂ exclu) | 110216 | Soils (excluding CO ₂) |
| 1103 | Feux de forêt | 1103 | Forest and other vegetation fires |
| 110301 | Feux dus à l'homme | 110301 | Man-induced |
| 110302 | Autres | 110302 | Other |
| 1104 | Prairies naturelles et autres végétations | 1104 | Natural grassland and other vegetation |
| 110401 | Prairies | 110401 | Grassland |
| 110402 | Toundra | 110402 | Tundra |
| 110403 | Autres prairies | 110403 | Other low vegetation |
| 110404 | Autres végétations (garrigues...) | 110404 | Other vegetation (Mediterranean scrub,...) |
| 110405 | Sols (CO ₂ exclu) | 110405 | Soils (excluding CO ₂) |
| 1105 | Zones humides | 1105 | Wetlands (marshes - swamps) |
| 110501 | Marécages non drainés et saumâtres | 110501 | Undrained marshes |
| 110502 | Marécages drainés | 110502 | Drained marshes |
| 110503 | Tourbières | 110503 | Bogs |
| 110504 | Plaines marécageuses | 110504 | Fens |
| 110505 | Terrains humides | 110505 | Swamps |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|------------------------------------|
| 110506 | Terrains inondables | 110506 | Floodplains |
| 1106 | Eaux | 1106 | Waters |
| 110601 | Lacs | 110601 | Lakes |
| 110602 | Marais salants (< 6m) | 110602 | Shallow saltwaters (< 6m) |
| 110603 | Eaux souterraines | 110603 | Ground waters |
| 110604 | Drainages | 110604 | Drainage waters |
| 110605 | Rivières | 110605 | Rivers |
| 110606 | Fossés et canaux | 110606 | Ditches and canals |
| 110607 | Eaux côtières (> 6m) | 110607 | Coastal waters (> 6m) |
| 1107 | Animaux | 1107 | Animals |
| 110701 | Termites | 110701 | Termites |
| 110702 | Mammifères | 110702 | Mammals |
| 110703 | Autres animaux | 110703 | Other animals |
| 1108 | Volcans | 1108 | Volcanoes |
| 1109 | Hydrates de gaz | 1109 | Gas seeps |
| 1110 | Foudre | 1110 | Lightning |
| 1111 | Forêts de feuillus exploitées | 1111 | Managed broadleaf forests |
| 111104 | Chênes européens | 111104 | European oak |
| 111105 | Chênes à feuilles sessiles | 111105 | Sessile oak |
| 111106 | Autres chênes feuillus | 111106 | Other deciduous oaks |
| 111107 | Chênes verts | 111107 | Holm oak |
| 111108 | Chênes lièges | 111108 | Cork oak |
| 111109 | Autres chênes à feuilles vertes | 111109 | Other evergreen oaks |
| 111110 | Hêtres | 111110 | Beech |
| 111111 | Bouleaux | 111111 | Birch |
| 111115 | Autres espèces de feuillus à larges feuilles | 111115 | Other deciduous broadleaf species |
| 111116 | Autres espèces de feuillus à feuilles vertes | 111116 | Other evergreen broadleaf species |
| 111117 | Sols (CO ₂ exclu) | 111117 | Soils (excluding CO ₂) |
| 1112 | Forêts de conifères exploitées | 1112 | Managed coniferous forests |
| 111204 | Épicéas | 111204 | Norway spruce |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|---|
| 111205 | Sapinettes | 111205 | Sitca spruce |
| 111206 | Autres sapins | 111206 | Other spruce |
| 111207 | Pins | 111207 | Scots pine |
| 111208 | Pins maritimes | 111208 | Maritime pine |
| 111209 | Pins d'Alep | 111209 | Aleppo pine |
| 111210 | Autres pins | 111210 | Other pines |
| 111211 | Sapins | 111211 | Fir |
| 111212 | Mélèzes | 111212 | Larch |
| 111215 | Autres conifères | 111215 | Other conifers |
| 111216 | Sols (CO ₂ exclu) | 111216 | Soils (excluding CO ₂) |
| 1125 | UTCF : Autres / Produits Bois | 1125 | LULUCF : Other / Harvested Wood Products |
| 112500 | UTCF : Autres / Produits Bois | 112500 | LULUCF : Other / Harvested Wood Products |
| 1131 | UTCF : Forêt | 1131 | LULUCF : Forest |
| 113101 | Forêt restant forêt - tropical | 113101 | Forest Land remaining Forest Land - tropical |
| 113102 | Terre cultivée devenant forêt - tropical | 113102 | Cropland converted to Forest Land - tropical |
| 113103 | Prairie devenant forêt - tropical | 113103 | Grassland converted to Forest - tropical |
| 113104 | Terre humide devenant forêt - tropical | 113104 | Wetlands converted to Forest - tropical |
| 113105 | Zone urbanisée devenant forêt - tropical | 113105 | Settlements converted to Forest - tropical |
| 113106 | Autre terre devenant forêt - tropical | 113106 | Other Land converted to Forest - tropical |
| 113111 | Forêt restant forêt - tempéré | 113111 | Forest remaining Forest - temperate |
| 113112 | Terre cultivée devenant forêt - tempéré | 113112 | Cropland converted to Forest Land - temperate |
| 113113 | Prairie devenant forêt - tempéré | 113113 | Grassland converted to Forest - temperate |
| 113114 | Terre humide devenant forêt - tempéré | 113114 | Wetlands converted to Forest - temperate |
| 113115 | Zone urbanisée devenant forêt - tempéré | 113115 | Settlements converted to Forest - temperate |
| 113116 | Autre terre devenant forêt - tempéré | 113116 | Other Land converted to Forest - temperate |
| 1132 | UTCF : Terre cultivée | 1132 | LULUCF : Cropland |
| 113201 | Terre cultivée restant Terre cultivée - tropical | 113201 | Cropland remaining Cropland - tropical |
| 113202 | Forêt devenant Terre cultivée - tropical | 113202 | Forest converted to Cropland - tropical |
| 113203 | Prairie devenant Terre cultivée - tropical | 113203 | Grassland converted to Cropland - tropical |
| 113204 | Terre humide devenant Terre cultivée - tropical | 113204 | Wetlands converted to Cropland - tropical |

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|---|-------------|--|
| 113205 | Zone urbanisée devenant Terre cultivée - tropical | 113205 | Settlements converted to Cropland - tropical |
| 113206 | Autre terre devenant Terre cultivée - tropical | 113206 | Other Land converted to Cropland - tropical |
| 113211 | Terre cultivée restant Terre cultivée - tempéré | 113211 | Cropland remaining Cropland - temperate |
| 113212 | Forêt devenant Terre cultivée - tempéré | 113212 | Forest converted to Cropland - temperate |
| 113213 | Prairie devenant Terre cultivée - tempéré | 113213 | Grassland converted to Cropland - temperate |
| 113214 | Terre humide devenant Terre cultivée - tempéré | 113214 | Wetlands converted to Cropland - temperate |
| 113215 | Zone urbanisée devenant Terre cultivée - tempéré | 113215 | Settlements converted to Cropland - temperate |
| 113216 | Autre terre devenant Terre cultivée - tempéré | 113216 | Other Land converted to Cropland - temperate |
| 1133 | UTCf : Prairie | 1133 | LULUCF : Grassland |
| 113301 | Prairie restant Prairie - tropical | 113301 | Grassland remaining Grassland - tropical |
| 113302 | Forêt devenant Prairie - tropical | 113302 | Forest converted to Grassland - tropical |
| 113303 | Terre cultivée devenant Prairie - tropical | 113303 | Cropland converted to Grassland - tropical |
| 113304 | Terre humide devenant Prairie - tropical | 113304 | Wetlands converted to Grassland - tropical |
| 113305 | Zone urbanisée devenant Prairie - tropical | 113305 | Settlements converted to Grassland - tropical |
| 113306 | Autre terre devenant Prairie - tropical | 113306 | Other Land converted to Grassland - tropical |
| 113311 | Prairie restant Prairie - tempéré | 113311 | Grassland remaining Grassland - temperate |
| 113312 | Forêt devenant Prairie - tempéré | 113312 | Forest converted to Grassland - temperate |
| 113313 | Terre cultivée devenant Prairie - tempéré | 113313 | Cropland converted to Grassland - temperate |
| 113314 | Terre humide devenant Prairie - tempéré | 113314 | Wetlands converted to Grassland - temperate |
| 113315 | Zone urbanisée devenant Prairie - tempéré | 113315 | Settlements converted to Grassland - temperate |
| 113316 | Autre terre devenant Prairie - tempéré | 113316 | Other Land converted to Grassland - temperate |
| 1134 | UTCf : Terre humide | 1134 | LULUCF : Wetlands |
| 113401 | Terre humide restant Terre humide - tropical | 113401 | Wetlands remaining Wetlands - tropical |
| 113402 | Forêt devenant Terre humide - tropical | 113402 | Forest converted to Wetlands - tropical |
| 113403 | Terre cultivée devenant Terre humide - tropical | 113403 | Cropland converted to Wetlands - tropical |
| 113404 | Prairie devenant Terre humide - tropical | 113404 | Grassland converted to Wetlands - tropical |
| 113405 | Zone urbanisée devenant Terre humide - tropical | 113405 | Settlements converted to Wetlands - tropical |
| 113406 | Autre terre devenant Terre humide - tropical | 113406 | Other Land converted to Wetlands - tropical |
| 113411 | Terre humide restant Terre humide - tempéré | 113411 | Wetlands remaining Wetlands - temperate |
| 113412 | Forêt devenant Terre humide - tempéré | 113412 | Forest converted to Wetlands - temperate |
| 113413 | Terre cultivée devenant Terre humide - tempéré | 113413 | Cropland converted to Wetlands - temperate |

**AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)**

**EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)**

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|-------------|--|-------------|--|
| 113414 | <i>Prairie devenant Terre humide - tempéré</i> | 113414 | <i>Grassland converted to Wetlands - temperate</i> |
| 113415 | <i>Zone urbanisée devenant Terre humide - tempéré</i> | 113415 | <i>Settlements converted to Wetlands - temperate</i> |
| 113416 | <i>Autre terre devenant Terre humide - tempéré</i> | 113416 | <i>Other Land converted to Wetlands - temperate</i> |
| 1135 | UTCF : Zone urbanisée | 1135 | LULUCF : Settlements |
| 113501 | <i>Zone urbanisée restant Zone urbanisée - tropical</i> | 113501 | <i>Settlements remaining Settlements - tropical</i> |
| 113502 | <i>Forêt devenant Zone urbanisée - tropical</i> | 113502 | <i>Forest converted to Settlements - tropical</i> |
| 113503 | <i>Terre cultivée devenant Zone urbanisée - tropical</i> | 113503 | <i>Cropland converted to Settlements - tropical</i> |
| 113504 | <i>Prairie devenant Zone urbanisée - tropical</i> | 113504 | <i>Grassland converted to Settlements - tropical</i> |
| 113505 | <i>Terre humide devenant Zone urbanisée - tropical</i> | 113505 | <i>Wetlands converted to Settlements - tropical</i> |
| 113506 | <i>Autre terre devenant Zone urbanisée - tropical</i> | 113506 | <i>Other Land converted to Settlements - tropical</i> |
| 113511 | <i>Zone urbanisée restant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113511 | <i>Settlements remaining Settlements - temperate</i> |
| 113512 | <i>Forêt devenant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113512 | <i>Forest converted to Settlements - temperate</i> |
| 113513 | <i>Terre cultivée devenant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113513 | <i>Cropland converted to Settlements - temperate</i> |
| 113514 | <i>Prairie devenant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113514 | <i>Grassland converted to Settlements - temperate</i> |
| 113515 | <i>Terre humide devenant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113515 | <i>Wetlands converted to Settlements - temperate</i> |
| 113516 | <i>Autre terre devenant Zone urbanisée - tempéré</i> | 113516 | <i>Other Land converted to Settlements - temperate</i> |
| 1136 | UTCF : Autre terre | 1136 | LULUCF : Other Land |
| 113601 | <i>Autre terre restant Autre terre - tropical</i> | 113601 | <i>Other Land remaining Other Land - tropical</i> |
| 113602 | <i>Forêt devenant Autre terre - tropical</i> | 113602 | <i>Forest converted to Other Land - tropical</i> |
| 113603 | <i>Terre cultivée devenant Autre terre - tropical</i> | 113603 | <i>Cropland converted to Other Land - tropical</i> |
| 113604 | <i>Prairie devenant Autre terre - tropical</i> | 113604 | <i>Grassland converted to Other Land - tropical</i> |
| 113605 | <i>Terre humide devenant Autre terre - tropical</i> | 113605 | <i>Wetlands converted to Other Land - tropical</i> |
| 113606 | <i>Zone urbanisée devenant Autre terre - tropical</i> | 113606 | <i>Settlements converted to Other Land - tropical</i> |
| 113611 | <i>Autre terre restant Autre terre - tempéré</i> | 113611 | <i>Other Land remaining Other Land - temperate</i> |
| 113612 | <i>Forêt devenant Autre terre - tempéré</i> | 113612 | <i>Forest converted to Other Land - temperate</i> |
| 113613 | <i>Terre cultivée devenant Autre terre - tempéré</i> | 113613 | <i>Cropland converted to Other Land - temperate</i> |
| 113614 | <i>Prairie devenant Autre terre - tempéré</i> | 113614 | <i>Grassland converted to Other Land - temperate</i> |
| 113615 | <i>Terre humide devenant Autre terre - tempéré</i> | 113615 | <i>Wetlands converted to Other Land - temperate</i> |
| 113616 | <i>Zone urbanisée devenant Autre terre - tempéré</i> | 113616 | <i>Settlements converted to Other Land - temperate</i> |

Notes :

Notes :

AEE / CTE - SNAP 97 version 1.0 (1998) adaptée par le CITEPA
(version de décembre 2013)

EEA / ETC - SNAP 97 version 1.0 (1998) adapted by CITEPA
(version of December 2013)

| SNAP | ACTIVITE EMETTRICE | SNAP | EMITTING ACTIVITY |
|------|---|------|---|
| 1) | <i>Les lignes en italique correspondent à des ajouts par rapport à la version originale de la SNAP97</i> | 1) | <i>Lines in italics relate to additional lines compared to the initial SNAP97 version.</i> |
| 2) | <i>Les codes SNAP 1121xx à 1125 ont été supprimés et remplacés par les codes 113xxx du fait des dernières lignes directrices du GIEC et des dernières tables CRF pour l'UTCF (cf. IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003)</i> | 2) | <i>SNAP codes 1121xx to 1125 were removed and replaced by codes 113xxx because of the last IPCC guidelines and CRF reporting format for LULUCF (cf. IPCC Good Practice Guidance for LULUCF, 2003)</i> |

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 23/02/2012 | AD | 23/02/2012 | JPC |

ANNEXE 2 : NOMENCLATURE DE COMBUSTIBLES NAPFUE NAPFUE 94c (NAPFUE 94 [17] ETENDUE PAR LE CITEPA)

| Code NAPFUE c | Désignation |
|---------------|----------------------------------|
| 101 | Charbon à coke |
| 102 | Charbon vapeur |
| 103 | Charbon sous-bitumineux |
| 104 | Aggloméré de houille |
| 105 | Lignite |
| 106 | Brique de lignite |
| 107 | Coke de houille |
| 108 | Coke de lignite |
| 109 | Coke de gaz |
| 110 | Coke de pétrole |
| 111 | Bois et assimilé |
| 112 | Charbon de bois |
| 113 | Tourbe |
| 114 | Ordures ménagères |
| 115 | Déchets industriels solides |
| 116 | Déchets de bois |
| 117A | Farines animales |
| 1170 | Autres déchets agricoles solides |
| 118 | Boues d'épuration |
| 119 | Combustibles dérivés de déchets |

| | |
|---------------|--|
| 120 | Schistes bitumineux |
| 121A | Pneumatiques |
| 121B | Plastiques |
| 1210 | Autres combustibles solides |
| 201 | Pétrole brut |
| 203 | Fioul lourd (tous types) |
| 204 | Fioul domestique |
| 205 | Gazole |
| 206 | Kérosène |
| Code NAPFUE c | Désignation |
| 207 | Carburéacteur |
| 208 | Essence auto |
| 209 | Essence aviation |
| 210 | Naphta |
| 211 | Huile de schiste bitumineux |
| 212 | Huile de moteur à essence |
| 213 | Huile de moteur diesel |
| 214 | Autres solvants usagés |
| 215 | Liqueur noire |
| 216 | Mélange fioul / charbon |
| 217 | Produit d'alimentation des raffineries |
| 218 | Autres déchets liquides |
| 219 | Autres lubrifiants |
| 220 | White spirit |
| 221 | Cires et paraffines |
| 222 | Bitumes |
| 223 | Bio alcool |
| 224 | Autres produits pétroliers (graisses, ...) |

| | |
|-----|---|
| 225 | Autres combustibles liquides |
| 301 | Gaz naturel type H (Lacq) / B (Groningue) |
| 302 | Gaz naturel liquéfié |
| 303 | Gaz de pétrole liquéfié |
| 304 | Gaz de cokerie |
| 305 | Gaz de haut fourneau |
| 306 | Mélange de gaz sidérurgiques |
| 307 | Gaz industriel |
| 308 | Gaz de raffinerie / pétrochimie |
| 309 | Biogaz (55% CH ₄) |
| 310 | Gaz de décharge |
| 311 | Gaz d'usine à gaz |
| 312 | Gaz d'aciérie |
| 313 | Hydrogène |
| 314 | Autres combustibles gazeux |

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 04/03/2016 | AD | 04/03/2016 | JPC |

ANNEXE 3 : CORRESPONDANCES ENTRE LES NOMENCLATURES CRF / NFR ET SNAP

Cette correspondance peut évoluer au cours du temps, celle-ci est consultable et disponible dans un fichier annexe de la base de données OMINEA (cf. <http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ominea>)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 04/03/16 | AD | 08/03/2016 | JPC |

ANNEXE 4 : CATEGORIES DU PLAN CLIMAT

Catégories de sources considérées dans le Plan Climat et précédemment dans le Plan National de Lutte contre le Changement Climatique (PNLCC)

| Secteurs | Correspondance CRF |
|---|-----------------------|
| Transports | |
| Aérien (trafic domestique uniquement) | 1A3a |
| Routier | 1A3b, 2D (p) |
| Fer | 1A3c |
| Maritime (trafic domestique uniquement) | 1A3d |
| Autre | 1A3e |
| Consommation de gaz fluorés (partiel) | 2F (p) |
| Résidentiel tertiaire Institutionnel et Commercial | |
| Résidentiel (p) | 1A4b, 2D (p), 5C |
| Tertiaire | 1A4a, 2G (p) |
| Consommation de gaz fluorés (partiel) | 2F (p), 2G (p) |
| Solvants et produits divers (partiel) | 2D (p), 2G (p) |
| Industrie manufacturière | |
| Combustion industrie manufacturière et construction | 1A2 |
| Procédés industrie chimique | 2B (p), 2D (p) |
| Procédés produits minéraux | 2A, 2D (p) |
| Procédés production de métaux | 2C |
| Solvants et produits divers (partiel) | 2D (p), 2G (p) |

| | |
|---------------------------------------|--------------------|
| Production de gaz fluorés | 2B (p) |
| Autres productions | 2H, 2D (p) |
| Consommation de gaz fluorés (partiel) | 2E, 2F (p), 2G (p) |

Industrie de l'énergie

| | |
|--|----------------|
| Production centralisée d'électricité et chauffage urbain (y compris incinération des déchets avec récupération d'énergie) | 1A1a |
| Raffinage | 1A1b |
| Transformation de combustibles minéraux solides et autres combustibles | 1A1c |
| Emissions fugitives des combustibles | 1B |
| Consommation de gaz fluorés (partiel) | 2F (p), 2G (p) |

(p) partiel (catégorie CRF répartie entre plusieurs secteurs)

Agriculture / sylviculture

| | |
|-------------------------------|------------|
| Consommation d'énergie | 1A4c |
| Sols agricoles | 3D, 3G, 3H |
| Fermentation entérique | 3A |
| Déjections animales | 3B |
| Culture du riz | 3C |
| Brûlage de résidus de récolte | 3F |
| Consommation de gaz fluorés | 2F (p) |

Traitement des déchets

| | |
|---|------------|
| Mise en décharge | 5A |
| Incinération des ordures (hors incinération avec récupération d'énergie) | 5C, 2D (p) |

| | |
|---|-------------|
| Eaux usées | 5D |
| Autres | 5B |
| Utilisation des terres, leur changement et la forêt (UTCf) | |
| Emissions | 4 (partiel) |
| Puits | 4 (partiel) |

(p) partiel (catégorie CRF répartie entre plusieurs secteurs)

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 16/01/2017 | AD/CR | 21/02/2017 | JPC |

ANNEXE 5 : TERRITOIRES CONSTITUTIFS DE LA FRANCE - NOMENCLATURES DES UNITES TERRITORIALES STATISTIQUES ET ADMINISTRATIVES

La France étend sa souveraineté sur un ensemble de territoires géographiquement dispersés tout autour du globe. Ces territoires présentent des différences importantes quant à leurs caractéristiques : statutaire, démographique, géophysique, climatique, floristique, faunistique, économique, etc.

Ils présentent également des différences notamment vis-à-vis de leur prise en compte relativement aux émissions de polluants dans l'atmosphère.

Références utilisées :

- [303] Témoignages, mercredi 11 juillet 2007, p 10
- [304] Tout sur la France, n°4, octobre 2007
- [305] Encyclopédie Wikipedia, 2007
- [307] Ministère de l'Ecologie du développement et de l'Aménagement Durables (site Internet www.ecologie.gouv.fr rubrique « biodiversités et paysages »), 2007
- [389] TAAF - www.taaf.fr, 2009
- [390] JOST C. - www.clipperton.fr
- [609] IGN - GEOFLA
- [610] INSEE (www.insee.fr)
- [611] IEDOM/IEOM (www.iedom.fr / www.ieom.fr)
- [612] Commission européenne - Annexe 1 aux lignes directrices DAU (TAXUD/1619/08 rev.3.4): Liste des pays de l'Union européenne, novembre 2013
- [711] INSEE, nomenclature des nouvelles régions (http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=nomenclatures/cog/codes_regions_2016.htm)

Géographie et cadre institutionnel :

Les principaux sous-ensembles sont définis comme suit au jour de la mise à jour de ce rapport [305]:

- la Métropole, constituée par les territoires situés sur le continent européen (Corse incluse).
- l'Outre-mer, constitué des divers territoires disséminés hors du continent européen :
- Les départements d'Outre-mer (DOM) ou également régions d'outre-mer (ROM) rassemblant la Guadeloupe et la Martinique situées dans les Antilles, la Guyane (dite française) en Amérique du Sud, l'île de la Réunion et Mayotte (depuis courant 2011) dans l'océan Indien. Leur statut est identique à celui de la Métropole (cf. article 73 de la Constitution),
- Les collectivités d'Outre-mer (COM) sont des territoires à statuts divers régies par les articles 73 et 74 de la Constitution. Elles englobent un ensemble de territoires très variés et disséminés :
- la Polynésie Française, Wallis et Futuna, dans l'océan Pacifique,
- Saint-Pierre-et-Miquelon, Saint-Barthélemy et Saint-Martin (partie française) dans l'océan Atlantique,

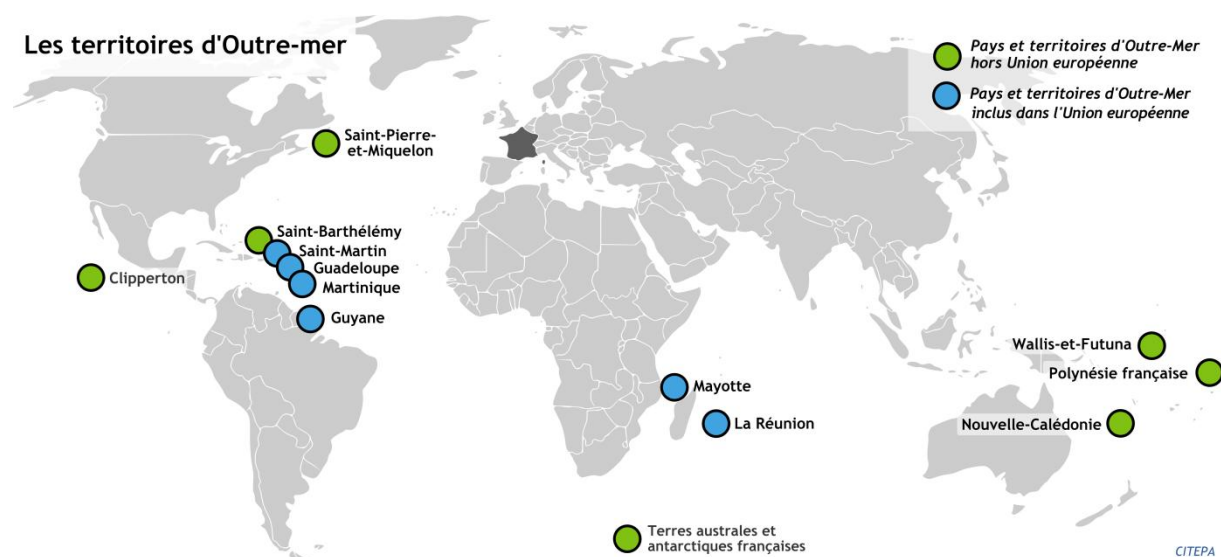
- Mayotte dans l'océan Indien (jusqu'à son changement de statut courant 2011).
- La Nouvelle-Calédonie dans l'océan Pacifique qui est régie spécifiquement par la Constitution (cf. articles 76 et 77) et constitue une collectivité « sui generis » n'est donc pas une COM. La Nouvelle-Calédonie dispose depuis 1998 d'un statut particulier lui conférant une grande autonomie.
- Les Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF) dans l'océan Indien et sur le continent Antarctique (cf. article 72-3 de la Constitution).
- L'île de Clipperton dans l'océan Pacifique, propriété domaniale privée de l'Etat, administrée directement par lui.

Le statut des territoires situés outre-mer évolue au cours du temps comme l'illustrent la Loi constitutionnelle du 28 mars 2003 relative à l'organisation décentralisée de la République et la Loi 2007-224 du 21 février 2007 portant sur des dispositions statutaires et institutionnelles qui configurent le statut actuel des divers territoires constitutifs de l'Outre-mer.

La notion de Territoires d'Outre-Mer (TOM) créée après le second conflit mondial est remplacée en partie par celui de Collectivités Territoriales d'Outre-Mer (COM). Un nouvel article à la Constitution reconnaît le droit d'autodétermination interne aux populations des DOM et des COM.

Suite au référendum du 29 mars 2009, Mayotte est devenue officiellement DOM depuis le 4 avril 2011.

Les îles de Saint-Barthélemy et de Saint-Martin rattachées précédemment à la Guadeloupe sont passées en 2007 du statut de DOM à celui de COM.



Seuls certains de ces territoires français d'outre-mer se trouvent donc inclus dans l'Union européenne et constituent des régions dites « ultrapériphériques ».

La France comme d'autres Etats-membres¹⁸ comporte donc des territoires situés Outre-mer et n'appartenant pas à l'Union européenne ; ils ont généralement des liens d'association particuliers avec l'UE. Ils figurent nommément dans l'annexe II de la Partie IV du Traité établissant une constitution pour l'Europe. Le recouplement est le suivant :

| Territoire | Statut « français » | Statut « UE » [612] |
|------------|---------------------|---------------------|
| Guadeloupe | DOM | Incluse |
| Guyane | DOM | Incluse |

¹⁸ De même, Le Danemark, les Pays-Bas et le Royaume-Uni disposent de territoires disséminés non inclus dans l'Union européenne

| | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Martinique | DOM | Incluse |
| Mayotte ^(a) | DOM (depuis 04/2011 – ex-COM) | Incluse (depuis 01/01/2014) |
| Nouvelle-Calédonie | Statut spécifique | Exclue |
| Polynésie française | COM | Exclue |
| La Réunion | DOM | Incluse |
| Saint-Barthélemy | COM (depuis mi-2007) | Exclue (depuis 01/01/2012) |
| Saint-Martin | COM (depuis mi-2007) | |
| Saint-Pierre-et-Miquelon | COM | Exclue |
| TAAF et Clipperton ^(b) | Statuts spécifiques | Exclues |
| Wallis-et-Futuna | COM | Exclue |

(a) Mayotte est incluse dans l'UE depuis le 1^{er} janvier 2014 suite à la décision du Conseil européen publiée au journal officiel le 31 juillet 2012 (2012/419/UE - L204/131).

(b) l'île de Clipperton n'est pas citée dans l'annexe du Traité, elle n'appartient donc pas à l'UE (cas similaire à celui des îles anglo-normandes pour le Royaume-Uni).

Zone Economique Exclusive (ZEE)

Cette notion est juridiquement établie par la Convention des Nations unies sur le droit de la mer (Convention dite de Montego Bay signée en décembre 1982).

La ZEE ne s'étend pas au-delà de 200 miles marins des lignes de base à partir desquelles est mesurée la largeur de la mer territoriale. Dans cette zone, l'Etat côtier a des droits souverains d'exploration et d'exploitation ainsi que la responsabilité de la protection et la préservation du milieu marin.

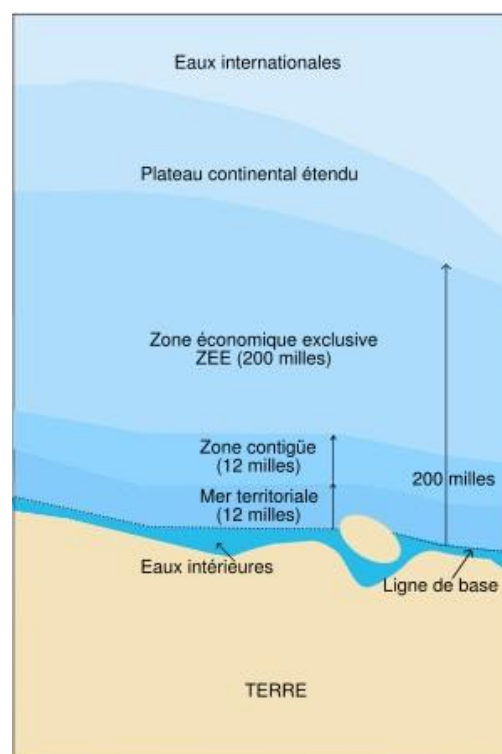
Les Etats sont libres de définir ou non des ZEE dans les limites définies. Lorsque les revendications de deux Etats se superposent, la limite est fixée d'un commun accord. Tous les Etats ne revendiquent pas de ZEE partout où ce serait possible (exemple en Méditerranée, très peu de ZEE ont été créées).

La France est le second pays par ordre d'importance de ZEE (11 millions de km², soit 20 fois le territoire métropolitain) derrière les Etats-Unis (11,351) mais loin devant l'Australie (8,148), la Russie (7,567), le Canada (5,599), le Japon (4,479), la Nouvelle-Zélande (4,084), le Royaume-Uni (3,974), le Brésil (3,661).

Les multiples possessions de la France disséminées dans les différents océans expliquent l'importante étendue de la ZEE.

Caractéristiques de la catégorie (communes au NIR et à l'IIR) :

Les différents sous ensembles sont importants à considérer au regard de la question des inventaires d'émission et du périmètre géographique considéré dans les conventions, protocoles et autres



dispositions pour lesquels la France a souscrit des engagements relatifs aux émissions de polluants dans l'atmosphère.



Ainsi, l'Union européenne (UE) englobe la Métropole et les territoires d'Outre-mer inclus dans l'UE. Certaines directives européennes (par exemple, la directive sur les plafonds d'émission nationaux) ne s'appliquent pas à certains territoires faisant partie de l'Union européenne comme les DOM (Guadeloupe, Guyane, Martinique et La Réunion).



La convention des Nations-unies sur la pollution atmosphérique transfrontalière (CEE-NU) et les protocoles associés (EMEP, Göteborg, etc.) intéressent seulement la Métropole.



La convention cadre des Nations-unies sur les changements climatiques (CCNUCC) prend en compte la France dans son acceptation la plus large (Métropole + Outre-mer y compris les territoires hors UE), tandis que pour le protocole de Kyoto, le périmètre est réduit à la Métropole et aux territoires d'Outre-mer inclus dans l'UE.

Les TAAF et l'île de Clipperton étant quasi exempts de toute activité humaine hormis quelques bases scientifiques ou passages sporadiques sont négligées au regard des émissions engendrées pour autant que ces territoires devraient en principe être pris en compte dans certains périmètres.

Lorsque cela s'avère nécessaire, les rapports d'inventaires d'émissions font donc mention des identifiants suivants ou de termes similaires:

- **France (Métropole)** : concerne les émissions de la France limitée au territoire de la métropole y compris la Corse,
- **France (Métropole et territoires d'Outre-mer inclus dans l'UE)** : concerne les émissions de la France au périmètre de l'Union européenne,
- **France (Métropole et Outre-mer)** : concerne les émissions de la France au sens le plus large, c'est-à-dire en incluant tous les territoires situés outre-mer même ceux n'entrant pas dans le périmètre de l'Union européenne.

Caractéristiques des territoires français :

La Métropole [305, 609, 610]

La Métropole est la partie du territoire français située sur le continent européen y compris la Corse. C'est également le berceau de la nation française.

Le territoire est subdivisé en :

- 13 régions (dont la Corse) depuis le 1^{er} janvier 2016 (22 avant), cf. carte ci-dessous. Les noms de ces régions, en vigueur depuis 2016, sont encore provisoires.
- 96 départements (cf. carte ci-dessous).

Les départements sont eux-mêmes subdivisés en arrondissements (environ 430) disposant chacun d'un chef-lieu abritant une sous-préfecture et en communes (environ 36 000). D'autres subdivisions territoriales existent dans certains cadres de gestion, d'élection et d'aménagement du territoire (pays, canton, SCOT, etc.).

Les coordonnées des points extrêmes sont environ :

- au nord, 51° 04' Nord et 2° 31' Est (Nord),
- au sud, 41° 19' Nord et 9° 15' Est (Corse),
- à l'ouest, 48° 27' Nord et 5° 08' Ouest (Finistère),
- à l'est, 42° 07' Nord et 9° 31' Est.

La Métropole s'étend sur environ 548 500 km², soit 83% de la superficie totale de la France (~ 660 200 km² hors Terre-Adélie). Le territoire comporte des grandes plaines et des massifs montagneux.

Le climat de la métropole est globalement tempéré mais différencié selon les régions (océanique, continental, montagneux, méditerranéen).

Sa situation géographique au centre des principaux flux commerciaux d'Europe occidentale constitue un atout important. Grand pays agricole, la France métropolitaine dispose aussi d'une industrie dominée par la mécanique, l'électrique et l'électronique avec des secteurs en pointe comme l'aéronautique, les télécommunications, etc.). Cependant, le secteur des services et du tertiaire domine largement (près des trois quarts de la population active) avec un poids très fort de la grande distribution.

Les secteurs historiquement les plus performants à l'exportation sont : l'agro-alimentaire, l'automobile et les biens d'équipement.

La France est également caractérisée par la filière nucléaire largement développée (environ 5 douzaines de réacteurs, soit le second parc mondial après les Etats-Unis et le premier rang quant à la part du nucléaire dans la production d'électricité).



source : <http://cartesmurales.fr/>

Les Départements d'Outre-mer (DOM) [305, 307, 611]

Les départements d'outre-mer sont actuellement au nombre de cinq :

- les îles de la Guadeloupe et de la Martinique dans les Antilles,
- la Guyane française sur le continent sud-américain,

- les îles de La Réunion et de Mayotte (depuis 2011) dans l'océan Indien.

Ces départements d'Outre-mer font partie de l'Union européenne (Mayotte depuis 2014 seulement).

Guadeloupe



La Guadeloupe est un archipel, français depuis 1674, situé dans les Antilles dans l'océan Atlantique (16° 20' Nord, 61° 30' Ouest) à 950 km au Sud-est des Etats-Unis, 600 km au nord de l'Amérique du Sud et à 7 000 km de la métropole.

Elle est constituée de deux îles principales (Basse Terre et Grande Terre) raccordées par une étroite bande de terre ainsi que de plusieurs îles (Marie Galante, Les Saintes qui sont en fait un ensemble de 9 îlets dont 2 habités et Petite terre)¹⁹.

L'économie est fragile et se développe autour de l'agriculture (canne à sucre, banane, melon) et des industries agro-alimentaires (sucreries, rhumeries, conserveries). On y recense une cimenterie et plusieurs centrales thermiques. Le tourisme est le principal atout économique sans oublier les subventions de la métropole.

Le chef-lieu, Pointe à Pitre et son agglomération, regroupe 40% de la population.

La Guadeloupe bénéficie d'un climat de type tropical maritime. L'anticyclone des Açores dirige vers les îles un vent d'Est plus connu sous le nom d'Alizé. La température de la mer des Caraïbes, ainsi que celle de l'océan Atlantique est d'environ 27 °C. La température de l'air est à 27 °C en moyenne et peut monter jusqu'à 32 °C.

Les îles de Saint-Barthélemy et de Saint-Martin (partie française) y étaient rattachées jusqu'au milieu de l'année 2007, date de changement de statut de ces territoires (voir la section relative aux COM).

Martinique

Île des Antilles dans l'océan Atlantique (14° 40' Nord, 64° 12' Ouest) à 150 km au sud de la Guadeloupe, française depuis 1635, la Martinique a un climat tropical présentant des différences marquées entre le Nord (humide, végétation luxuriante, relief important), l'Est (venteux et humide du fait des alizés) et l'Ouest (sec). La température moyenne est de 26 °C (12 à 37 °C).

Relativement riche pour cette partie du monde, l'économie est basée sur l'exportation des bananes, du rhum, de l'ananas ainsi que sur le tourisme, sans oublier les subventions de la Métropole et de l'Europe du fait de son statut de territoire ultrapériphérique²⁰ comme les autres DOM. Au plan industriel on y recense des centrales thermiques et une raffinerie.

Le chef-lieu, Fort de France, regroupe le quart de la population. La densité de population est élevée ainsi que la croissance démographique.



Guyane

¹⁹ Basse-Terre 848 km², Grande-Terre 590 km², La Désirade 22 km², Marie-Galante 158 km², Les Saintes 14 km²

²⁰ Il y a 7 régions ultrapériphériques en Europe : outre les cinq DOM de la France, les îles Canaries (Espagne), Madère et les Açores (Portugal)



Située sur le continent Sud-américain (entre 2 à 5° Nord et 51 à 54° Ouest), la Guyane dont le chef-lieu est Cayenne est le plus grand département français. Couverte à plus de 96% par une forêt équatoriale primaire à grande biodiversité et peu fragmentée. Seule la bande côtière est facilement accessible. Le climat est tropical (températures de 22 à 36°C, humidité relative > 80%).

Plus de 40 nationalités s'y côtoient dont six ethnies amérindiennes. La Guyane attire des milliers de clandestins à la recherche de l'or et de ce territoire dont le niveau de vie est relativement beaucoup plus élevé comparé aux autres qui l'entourent.

Colonie française depuis le début du XVII^{ème} siècle avec diverses vicissitudes, la découverte de gisements

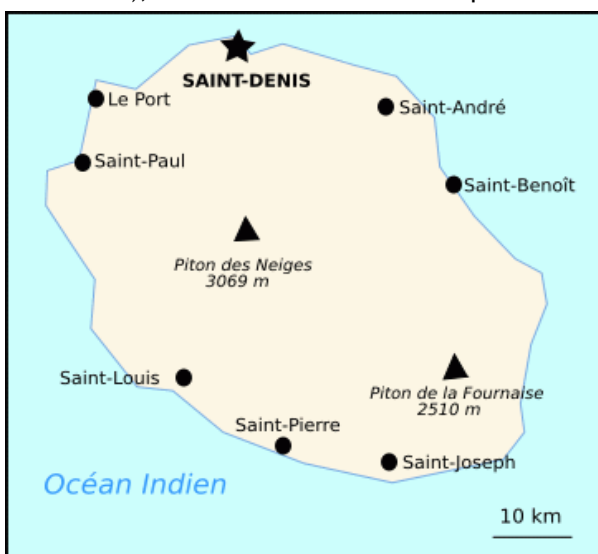
aurifères remonte à 1815.

L'économie dépend du soutien de la Métropole et de l'industrie spatiale (depuis 1989 et développement de la base de Kourou d'où sont lancées les fusées Ariane) ainsi que de l'industrie du bois, de la pêche aux crevettes (près d'un quart des exportations), de l'agriculture (agrumes, manioc, riz, canne à sucre, fleurs), des industries métallurgiques et agroalimentaires.

La Réunion

De formation volcanique située dans l'océan Indien à environ 700 km à l'est de Madagascar dans l'archipel des Mascareignes (environ 21° Sud, 55° 28' Est), l'île de La Réunion comporte deux volcans dont le plus récent le Piton de la Fournaise est l'un des plus actifs de la planète. Le climat est du type tropical tempéré, les températures vont de 20 à 30°C, de fortes précipitations sont observées au Nord et à l'Est, tandis que le climat est plus sec au Sud et à l'Ouest. Des cyclones y sont parfois dévastateurs (vents > 200 km/h et pluies diluviennes).

L'île n'a pas été habitée avant le milieu du XVII^{ème} siècle mais connaît de nos jours une forte évolution démographique. La croissance économique s'appuie principalement sur le tourisme, la production et la transformation de canne à sucre et sur la pêche (secteur en émergence).



Mayotte



Mayotte est un ensemble d'îles et îlots de l'archipel des Comores situé dans le canal du Mozambique ($12^{\circ} 48' 44''$ Sud, $45^{\circ} 12' 44''$ Est)²¹. Française depuis 1841, la population s'est prononcée en 1975 en faveur du maintien au sein de la République française contrairement à celles des autres îles de l'archipel des Comores. Le référendum du 29 mars 2009 conduit au nouveau statut de DOM depuis le 4 avril 2011, Mayotte est donc le 5^{ème} département d'Outre-mer. Pour autant, Mayotte n'entre dans le périmètre de l'UE qu'à partir du 1^{er} janvier 2014 suite à la décision du Conseil européen publiée au Journal officiel le 31 juillet 2012 (2012/419/UE - L204/131).

Collectivité territoriale bénéficiant de statuts juridictionnels particuliers, elle est constituée en 17 communes administratives. Son chef-lieu est Mamoudzou

et sa monnaie est l'euro.

Un lagon de plus de 1 100 km² (l'un des plus grands du monde) entoure Mayotte. Le climat est de type tropical maritime (températures entre 23 et 30°C).

L'activité économique est limitée (agriculture d'auto subsistance, culture de la banane, du manioc, de l'ylang-ylang, de la vanille, du girofle). Le tourisme est peu développé (faible capacité hôtelière, liaison avec escales) avec cependant un espoir d'évolution.

Les Collectivités d'Outre-mer (COM) [305, 611]

Les collectivités d'outre-mer comprennent à ce jour plusieurs entités physiques situées :

- Dans l'océan Pacifique : Polynésie Française, Wallis et Futuna,
- Dans l'océan Atlantique : Saint-Pierre et Miquelon, Saint-Barthélemy et Saint-Martin.

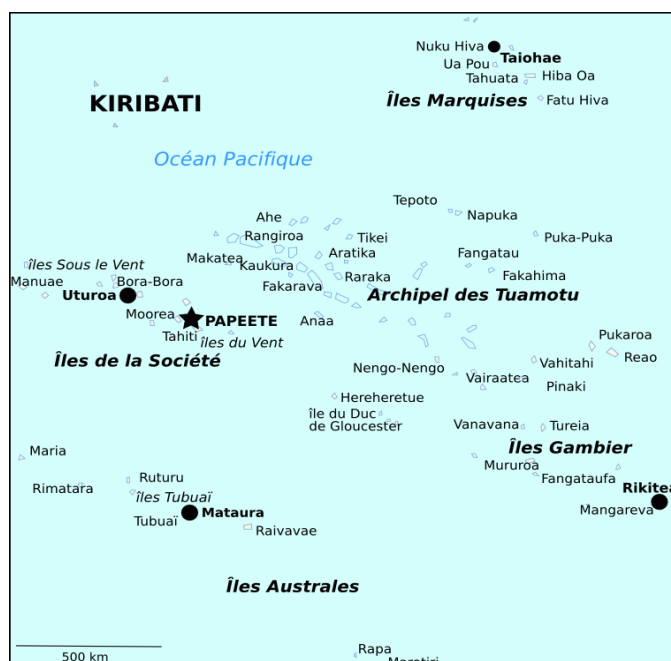
Autrefois désignés par le terme « Territoire d'Outre-mer (TOM) », la plupart de ces territoires ne font pas partie de l'Union européenne à l'exception Saint-Martin qui, précédemment rattaché à la Guadeloupe, avait le statut de DOM jusqu'en 2007. Quant à Saint-Barthélemy, également précédemment rattaché à la Guadeloupe jusqu'en 2007 avec le statut de DOM, ne fait pas partie de l'Union européenne.

Polynésie française

Vaste ensemble d'îles disséminées sur 5 millions de km², soit l'équivalent de l'Europe, constitué de plusieurs groupes d'îles issus de l'activité volcanique :

- Archipel de la Société avec Bora-Bora, Maupiti, Moorea, Tahiti, etc. (1 600 km²),
- Îles Australes avec Marotiri, Raivavae, Rapa, Rurutu, Tubuai, etc. (150 km²),
- Îles Marquises avec Eiao, Hatutaa, Hiba Oa, Nuku Hiva, Ua Pou, etc. (1 040 km²),
- Archipel des Tuamotu avec Amanu, Anaa, Fakarava, Hao, Katiu, Manihi, Rangiroa, Tikehau, etc. (690 km²),
- Îles Gambier avec Fangataufa, Mangaréva, Mururoa, etc. (40 km²).

²¹ Grande-Terre 365 km² et Petite-Terre 10 km²



La Polynésie française bénéficie d'une autonomie interne et constitue un pays d'outre-mer (POM) avec le statut de COM au sein de la République.

La capitale est Papeete sur l'île de Tahiti et la monnaie est le Franc CFP (acronyme de Comptoirs Français du Pacifique) ou XPF qui a une parité fixe avec le franc et maintenant l'euro (1 euro = environ 119 CFP). L'économie moyennement développée est dépendante du tourisme et des dotations financières. La culture des perles pour la bijouterie est également très développée. S'y ajoutent la pêche, le coprah, la vanille, etc.

Saint-Barthélemy



Canton détaché en 2007 de la Guadeloupe pour constituer une Collectivité Territoriale, Saint-Barthélemy se situe à environ 230 km au Sud (17° 5' Nord, 62° 5' Ouest) de cette île des Antilles. Elle présente un profil très montagneux, est entourée de nombreux petits îlets et concentre une population de colons normands et bretons. La principale activité économique est le tourisme de luxe. La monnaie est l'euro.

Ce territoire bénéficie d'exonération fiscale qui remonte à l'époque où elle était administrée par la Suède (d'où le nom du chef-lieu Gustavia) avant que cette dernière ne la revende à la France en 1878.

C'est par référendum en 2003 que la population a entériné le changement de statut.

Saint-Martin



Située dans les Antilles (18° 05' Nord, 63° 05' Ouest) à environ 250 km au nord de la Guadeloupe, l'île est partagée entre les Pays-Bas (au sud, 42%) et la France (au nord, 58%). Son appartenance à la France s'est complètement clarifiée en 1816.

L'activité touristique y est très développée. La monnaie est l'euro, le chef-lieu est Marigot.

C'est par référendum en 2003 que la population a entériné le changement de statut qui depuis mi-2007 est celui de Collectivité Territoriale.

Saint-Pierre-et-Miquelon

Archipel de 8 îles situé à l'est du Canada à 25 km au sud de Terre-Neuve (46°50' Nord, 56°20' Ouest) dont deux îles principales, celle de Saint Pierre qui regroupe la très grande majorité de la population au chef-lieu Saint-Pierre et celle de Miquelon²². Le climat est du type océanique froid.

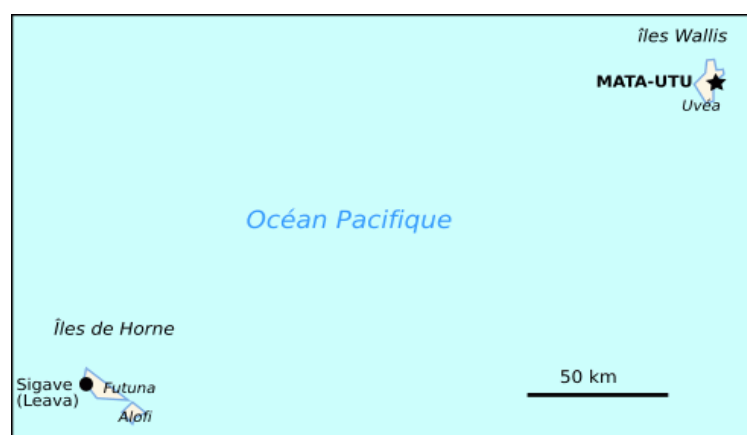
Colonisé par des marins basques et normands en 1604, l'archipel est définitivement français depuis 1814 (Traité de Paris).

Son statut a été celui de DOM en 1976 puis de collectivité territoriale en 1985.

La monnaie est l'euro. L'activité économique autrefois orientée sur la pêche est sinistrée et dépend des subventions de la Métropole.



Wallis-et-Futuna



Deux archipels du Pacifique (13°18' Sud, 176°12' Ouest) au relief volcanique, celui de Wallis à l'Est, qui accueille le chef-lieu Mata-Utu, et celui de Futuna à l'Ouest distants de 200 km sont peuplés d'habitants d'origine polynésienne.

Le climat est du type tropical chaud et humide.

Les institutions de l'Etat gouvernent avec trois rois coutumiers. Ces

derniers ont demandé en 1887 à être placés sous protectorat français. Ce territoire est devenu TOM en 1961 puis COM en 2003.

Trois îles principales : Alofi, Futuna (Futuna) et Uvéea (Wallis)²³ et deux villes Mata-Utu sur Uvéea et Sigave (ou Leava) sur Futuna.

L'économie est basée sur la pêche lagunaire et l'agriculture vivrière et dépend essentiellement des subventions. Une forte immigration vers la Nouvelle-Calédonie est observée dont la population comporte plus de Wallisiens que sur les îles.

Nouvelle-Calédonie

²² Saint-Pierre 26 km² et Miquelon-Langlade 216 km²

²³ Wallis 78 km², Futuna 46 km² et Alofi 18 km²



Cette grande île et les territoires rattachés (îles Loyauté, îles Belep, îles des Pins, îles Chesterfield, récifs de Bellone), dont le chef-lieu est Nouméa, se situe dans l'océan Pacifique (Mélanésie) entre l'Australie à 1 500 km à l'Ouest, la Nouvelle-Zélande 2 000 km au Sud et le Vanuatu au Nord-est (21° 30' Sud, 165° 30' Est)²⁴. Le territoire est relativement peu peuplé.

Un lagon de 24 000 km² s'y déploie (barrière de corail de 1 600 km présenté comme étant le plus beau lagon du monde) avec une température de l'eau comprise entre 21 et 28°C. Le climat est du type tropical océanique (températures comprises entre 20 et 30°C au cours de l'année).

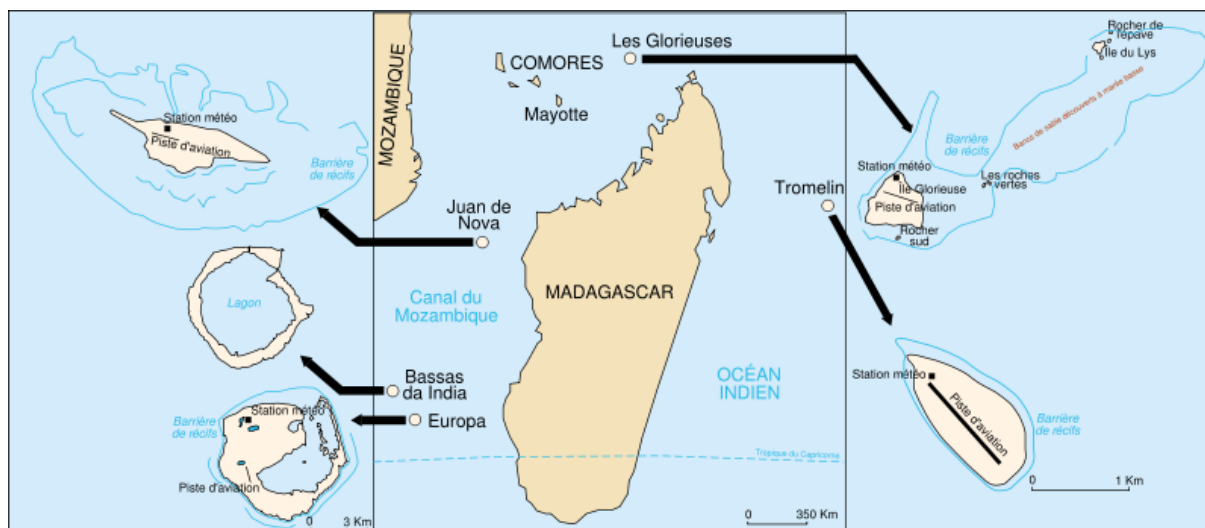
La monnaie est le franc CFP (acronyme de Comptoirs Français du Pacifique) ou XPF qui a une parité fixe avec le franc et maintenant l'euro (1 euro = environ 119 CFP). L'économie est basée sur la production de nickel, l'agriculture (cultures subtropicales, café, cocotiers) et le tourisme qui se développe. Plus de 70% de la population se concentre dans la province sud principalement autour de Nouméa.

La Nouvelle-Calédonie placée sous la souveraineté de la France depuis le XIX^{ème} siècle, est une collectivité dite « sui generis » (« de son propre genre ») au statut de Pays d'Outre-mer (POM). Ce statut particulier fait suite aux accords de Matignon et au référendum national de 1988 prévoyant un référendum sur l'indépendance en 1998, lequel a été repoussé à une date située en 2018. Son classement fréquent au sein des COM n'est donc qu'une assimilation par simplification.

Terres Australes et Antarctiques Françaises (TAAF)

Les TAAF regroupent des éléments très disparates situés dans l'océan Indien ainsi que la Terre Adélie sur le continent Antarctique.

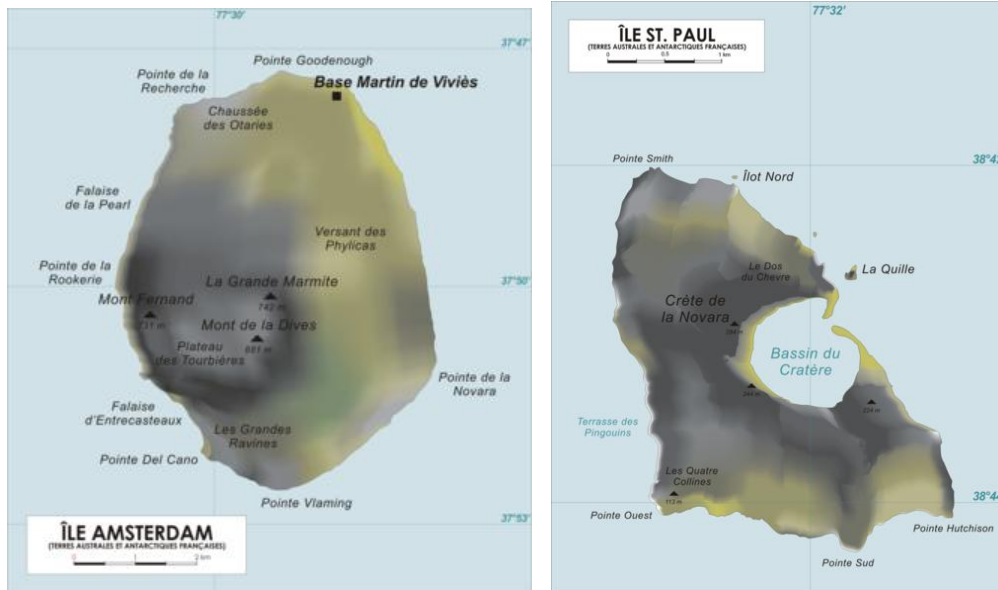
²⁴ Grande-Terre 16375 km², Îles des Pins 150 km², archipel de Belep 70 km² et Îles Loyauté 1981 km²



Les TAAF sont constituées de cinq districts [303, 304, 305, 389] :

- **Les îles Eparses** qui regroupent différentes îles proches de Madagascar (voir carte ci-après). Ces îles, placées sous la souveraineté de la France, ne font pas partie de la République française bien que la constitution et la législation française s'y appliquent (domaine privé de l'Etat). Ces îles sont situées, mis à part Tromelin, dans le canal du Mozambique, passage stratégique du trafic pétrolier. Elles permettent à la France de disposer d'une zone économique exclusive (ZEE) de 640 000 km². Les îles Eparses sont des réserves naturelles intégrales.
 - **Tromelin** située à 450 km à l'Est de Madagascar et 500 km au nord de La Réunion a une taille réduite (1,7 km x 0,7 km). L'île dont le climat est du type tropical maritime, est balayée par les alizés. Française depuis 1722, elle est revendiquée par Maurice. Une station météorologique permanente y est installée.
 - **Archipel des Glorieuses** situé au nord de Madagascar et constitué de deux îles coralliennes (Grande Glorieuse et île du Lys) et de divers îlots rocheux. Sa superficie est de 5 km² et le climat y est tropical. Ce territoire est français depuis 1892 mais est revendiqué par Madagascar et les Seychelles. Il abrite une garnison d'une douzaine de personnes faisant fonctionner une station radio et un poste météorologique.
 - **Juan de Nova** localisée à 150 km à l'Ouest de Madagascar, d'une superficie de 5 km² et française depuis 1896 mais revendiquée par Madagascar. L'île héberge une garnison de 14 hommes.
 - **Bassas da India** positionnée à 350 km à l'Ouest de Madagascar est une couronne de récifs coralliens d'une dizaine de kilomètres de diamètre dont la plus grande partie ne se découvre qu'à marée basse. Cette île est française depuis 1897.
 - **Europa** se trouve à 330 km au Sud-ouest de Madagascar dans le canal du Mozambique. Sa superficie est de 28 km², son climat est tropical et elle dispose d'une présence permanente d'une quinzaine de personnes (militaires et météorologistes). L'île, française depuis 1897, est revendiquée par Madagascar.
- **Les îles Saint Paul et Amsterdam** sont situées dans l'océan Indien (vers 38° Sud et 77° Est), soit au niveau de la partie sud de l'Australie. Toutes deux, françaises depuis 1892, sont des volcans actuellement inactifs (dernière éruption en 1792) et jouissent d'un climat océanique tempéré et très venteux car situées au-dessus de la zone de convergence antarctique (séparation des eaux chaudes de l'océan Indien et froides de l'océan Antarctique).

La plus grande, Amsterdam, accueille une trentaine de personnes en moyenne sur une base scientifique permanente (Martin de Viviès). C'est également sur cette île que l'on trouve le seul troupeau de bovins sauvages au monde ; ces derniers ayant survécus à des tentatives d'installation de colons au XIX^{ème} siècle.



- L'archipel des **Kerguelen** est localisé dans le sud de l'océan Indien (vers 49° Sud et 69-70° Est). Il est volcanique et presque aussi grand que la Corse. Son climat est océanique et froid (vents violents atteignant couramment 150 km/h et dépassant 200 km/h, houle de 12 à 15m) comparable à un climat polaire de toundra (pas de température moyenne $<0^{\circ}\text{C}$, amplitude de -10 à $+20^{\circ}\text{C}$ au niveau de la mer).

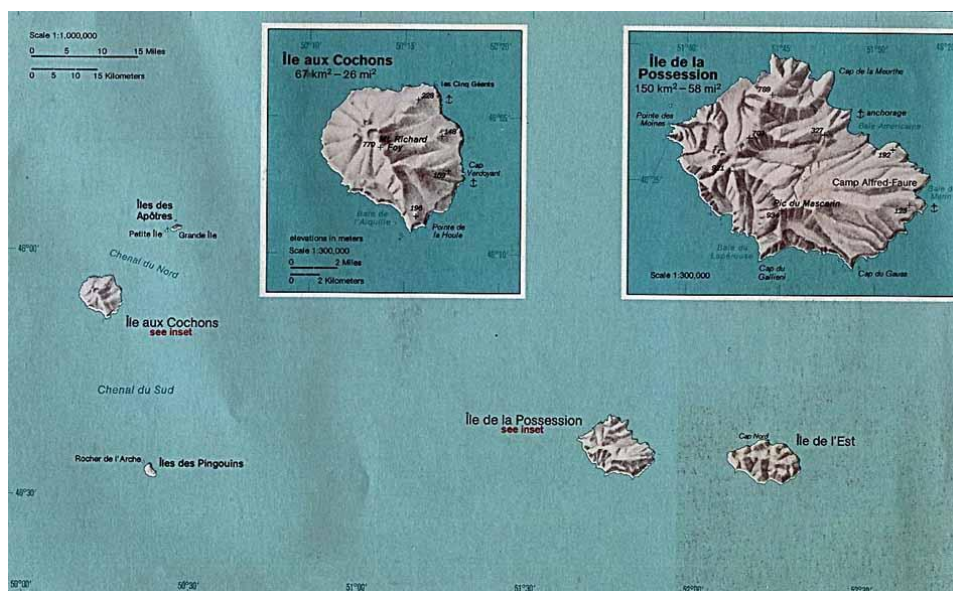
L'archipel comporte une île principale « Grande Terre » (environ 150 x 120 km) et 300 îles et îlots dont les plus notables sont « Foch », « Saint-Lanne Gramont », « Howe », « Mac Murdo », « Roland », « Croÿ », « de Castries », « du Port », « Longue », « Australia », « Haute », « Gaby », « Altazin », « Prince de Monaco », « de l'Ouest ».

L'île principale est le siège d'une base logistique technique et scientifique permanente depuis le milieu du XX^{ème} siècle dimensionnée pour 60 à 100 personnes.

La France en a pris officiellement possession en 1893.



- Les îles **Crozet** sont en fait un archipel subantarctique au sud de l'océan Indien (46° Sud, 51° à 53° Est) français depuis 1772 et constitué de 5 îles volcaniques réparties en deux groupes distants de 110 km. Le groupe occidental ou « îles Froides » comporte « les Cochons » (volcan potentiellement actif), « les îlots des Apôtres » et « les « Pingouins ». Le groupe oriental recense l'île de la Possession où se situe une base permanente de recherche (Alfred Faure) accueillant de 18 à 30 personnes et l'île de l'Est.



Le climat y est pluvieux et venteux (fortes précipitations avec 300 jours de pluie par an, vents de 100 km/h plus de 100 jours par an), la température moyenne est de 5°C avec des amplitudes de 0 à 20°C. Elles constituent la plus grande réserve naturelle d'oiseaux au monde (25 millions d'oiseaux).

- La **Terre Adélie** est une bande « étroite » s'étirant sur plus de 2 000 km, d'une part, entre la latitude 67° Sud et le pôle Sud et, d'autre part, les longitudes 136 et 142° Est. Cette étendue d'environ 432 000 km² abrite deux bases scientifiques : Dumont d'Urville (30 à 120 personnes) et Commandant Charcot.



Son altitude moyenne est de 2 500 m, la température moyenne est de l'ordre de -25 à -35°C l'été et -60 à -70°C l'hiver (minima -75 à -80°C). Les tempêtes engendrent des vents chargés de particules de glace (blizzards) dépassant 200 km/h (maxi 300 km/h).

La souveraineté française s'exerce dans le cadre du Traité sur l'Antarctique signé à Washington en 1959 qui établit un gel des revendications territoriales et du protocole de Madrid en 1991 concernant la préservation de son environnement.

La France n'a pas revendiqué de ZEE pour la Terre Adélie mais réserve ses droits quant à la revendication du plateau continental et des droits d'exploiter les ressources qui

pourraient s'y trouver.

Clipperton ou île de la Passion



Ile au 2/3 constituée par un lagon intérieur, large de 50 à 400 m, située à 1 300 km à l'est des côtes du Mexique et 6 000 km au nord de Tahiti (10° 17' Nord, 109° 12' Ouest), Clipperton n'a aucune population sédentaire. Un poste météorologique automatique y est installé.

Définitivement française depuis 1931, elle confère à la France une ZEE de 425 000 km² [303, 390]. Autrefois rattachée à l'autorité de la Polynésie, Clipperton est régit par les mêmes lois que les TAAF depuis 2007 et

dépend directement du gouvernement de la Métropole.

Nomenclature des unités territoriales définies par EUROSTAT et l'INSEE [711]

| Territoire | Niveau | EUROSTAT NUTS | INSEE | |
|--------------------------------|---------------|------------------|-----------|-------------|
| | | | Région | Département |
| FRANCE | Pays | FR | 00 | 00 |
| ÎLE DE FRANCE | Région | (FR10) | 11 | |
| Paris | Dép. | FR101 | | 75 |
| Seine-et-Marne | Dép. | FR102 | | 77 |
| Yvelines | Dép. | FR103 | | 78 |
| Essonne | Dép. | FR104 | | 91 |
| Hauts-de-Seine | Dép. | FR105 | | 92 |
| Seine-Saint-Denis | Dép. | FR106 | | 93 |
| Val-de-Marne | Dép. | FR107 | | 94 |
| Val-d'Oise | Dép. | FR108 | | 95 |
| CENTRE-VAL DE LOIRE | Région | (FR24) | 24 | |
| Cher | Dép. | FR241 | | 18 |
| Eure-et-Loir | Dép. | FR242 | | 28 |
| Indre | Dép. | FR243 | | 36 |
| Indre-et-Loire | Dép. | FR244 | | 37 |
| Loir-et-Cher | Dép. | FR245 | | 41 |
| Loiret | Dép. | FR246 | | 45 |
| BOURGOGNE-FRANCHE-COMTE | Région | | 27 | |
| <i>(Bourgogne)</i> | | <i>(FR26)</i> | | |
| Côte-d'Or | Dép. | FR261 | | 21 |
| Nièvre | Dép. | FR262 | | 58 |
| Saône-et-Loire | Dép. | FR263 | | 71 |
| Yonne | Dép. | FR264 | | 89 |
| <i>(Franche-Comté)</i> | | <i>(FR43)</i> | | |
| Doubs | Dép. | FR431 | | 25 |
| Jura | Dép. | FR432 | | 39 |
| Haute-Saône | Dép. | FR433 | | 70 |
| Territoire de Belfort | Dép. | FR434 | | 90 |
| NORMANDIE | Région | | 28 | |
| <i>(Haute-Normandie)</i> | | <i>(FR23)</i> | | |
| Eure | Dép. | FR231 | | 27 |
| Seine-Maritime | Dép. | FR232 | | 76 |
| <i>(Basse-Normandie)</i> | | <i>(FR25)</i> | | |

| Territoire | Niveau | EUROSTAT NUTS | INSEE | |
|-----------------------------|---------------|------------------|-----------|-------------|
| | | | Région | Département |
| Calvados | Dép. | FR251 | | 14 |
| Manche | Dép. | FR252 | | 50 |
| Orne | Dép. | FR253 | | 61 |
| HAUTS-DE-FRANCE | Région | | 32 | |
| <i>(Nord-Pas de Calais)</i> | | <i>(FR30)</i> | | |
| Nord | Dép. | FR301 | | 59 |
| Pas-de-Calais | Dép. | FR302 | | 62 |
| <i>(Picardie)</i> | | <i>(FR22)</i> | | |
| Aisne | Dép. | FR221 | | 02 |
| Oise | Dép. | FR222 | | 60 |
| Somme | Dép. | FR223 | | 80 |
| GRAND-EST | Région | | 44 | |
| <i>(Alsace)</i> | | <i>(FR42)</i> | | |
| Bas-Rhin | Dép. | FR421 | | 67 |
| Haut-Rhin | Dép. | FR422 | | 68 |
| <i>(Lorraine)</i> | | <i>(FR41)</i> | | |
| Meurthe-et-Moselle | Dép. | FR411 | | 54 |
| Meuse | Dép. | FR412 | | 55 |
| Moselle | Dép. | FR413 | | 57 |
| Vosges | Dép. | FR414 | | 88 |
| <i>(Champagne-Ardenne)</i> | | <i>(FR21)</i> | | |
| Ardennes | Dép. | FR211 | | 08 |
| Aube | Dép. | FR212 | | 10 |
| Marne | Dép. | FR213 | | 51 |
| Haute-Marne | Dép. | FR214 | | 52 |
| PAYS DE LA LOIRE | Région | (FR51) | 52 | |
| Loire-Atlantique | Dép. | FR511 | | 44 |
| Maine-et-Loire | Dép. | FR512 | | 49 |
| Mayenne | Dép. | FR513 | | 53 |
| Sarthe | Dép. | FR514 | | 72 |
| Vendée | Dép. | FR515 | | 85 |
| BRETAGNE | Région | (FR52) | 53 | |
| Côtes-d'Armor | Dép. | FR521 | | 22 |
| Finistère | Dép. | FR522 | | 29 |
| Ille-et-Vilaine | Dép. | FR523 | | 35 |
| Morbihan | Dép. | FR524 | | 56 |
| NOUVELLE-AQUITAINE | Région | | 75 | |
| <i>(Aquitaine)</i> | | <i>(FR61)</i> | | |
| Dordogne | Dép. | FR611 | | 24 |
| Gironde | Dép. | FR612 | | 33 |
| Landes | Dép. | FR613 | | 40 |
| Lot-et-Garonne | Dép. | FR614 | | 47 |
| Pyrénées-Atlantiques | Dép. | FR615 | | 64 |
| <i>(Limousin)</i> | | <i>(FR63)</i> | | |
| Corrèze | Dép. | FR631 | | 19 |
| Creuse | Dép. | FR632 | | 23 |
| Haute-Vienne | Dép. | FR633 | | 87 |
| <i>(Poitou-Charentes)</i> | | <i>(FR53)</i> | | |
| Charente | Dép. | FR531 | | 16 |
| Charente-Maritime | Dép. | FR532 | | 17 |
| Deux-Sèvres | Dép. | FR533 | | 79 |

| Territoire | Niveau | EUROSTAT NUTS | INSEE | |
|-----------------------------------|---------------|------------------|-----------|-------------|
| | | | Région | Département |
| Vienne | Dép. | FR534 | | 86 |
| OCCITANIE | Région | | 76 | |
| <i>(Languedoc-Roussillon)</i> | | <i>(FR81)</i> | | |
| Aude | Dép. | FR811 | | 11 |
| Gard | Dép. | FR812 | | 30 |
| Hérault | Dép. | FR813 | | 34 |
| Lozère | Dép. | FR814 | | 48 |
| Pyrénées-Orientales | Dép. | FR815 | | 66 |
| <i>(Midi-Pyrénées)</i> | | <i>(FR62)</i> | | |
| Ariège | Dép. | FR621 | | 09 |
| Aveyron | Dép. | FR622 | | 12 |
| Haute-Garonne | Dép. | FR623 | | 31 |
| Gers | Dép. | FR624 | | 32 |
| Lot | Dép. | FR625 | | 46 |
| Hautes-Pyrénées | Dép. | FR626 | | 65 |
| Tarn | Dép. | FR627 | | 81 |
| Tarn-et-Garonne | Dép. | FR628 | | 82 |
| AUVERGNE-RHÔNE-ALPES | Région | | 84 | |
| <i>(Auvergne)</i> | | <i>(FR72)</i> | | |
| Allier | Dép. | FR721 | | 03 |
| Cantal | Dép. | FR722 | | 15 |
| Haute-Loire | Dép. | FR723 | | 43 |
| Puy-de-Dôme | Dép. | FR724 | | 63 |
| <i>(Rhône-Alpes)</i> | | <i>(FR71)</i> | | |
| Ain | Dép. | FR711 | | 01 |
| Ardèche | Dép. | FR712 | | 07 |
| Drôme | Dép. | FR713 | | 26 |
| Isère | Dép. | FR714 | | 38 |
| Loire | Dép. | FR715 | | 42 |
| Rhône | Dép. | FR716 | | 69 |
| PROVENCE-ALPES CÔTE D'AZUR | Région | (FR82) | 93 | |
| Alpes-de-Haute-Provence | Dép. | FR821 | | 04 |
| Hautes-Alpes | Dép. | FR822 | | 05 |
| Alpes-Maritimes | Dép. | FR823 | | 06 |
| Bouches-du-Rhône | Dép. | FR824 | | 13 |
| Var | Dép. | FR825 | | 83 |
| Vaucluse | Dép. | FR826 | | 84 |
| CORSE | Région | (FR83) | 94 | |
| Corse-du-Sud | Dép. | FR831 | | 2A |
| Haute-Corse | Dép. | FR832 | | 2B |
| OUTRE-MER | Région | FR9 | | |
| Guadeloupe | Dép. | FR910 | 01* | 971 |
| Martinique | Dép. | FR920 | 02* | 972 |
| Guyane | Dép. | FR930 | 03* | 973 |
| La Réunion | Dép. | FR940 | 04* | 974 |
| Mayotte | Dép. | FR950 | 06* | 976 |
| Saint-Pierre-et-Miquelon | COM | | | 975 |
| Saint-Barthélemy | COM | | | 977 |
| Saint-Martin | COM | | | 978 |

| Territoire | Niveau | EUROSTAT NUTS | INSEE | |
|---|--------|------------------|--------|-------------|
| | | | Région | Département |
| Wallis et Futuna | COM | | | 986 |
| Polynésie française | COM | | | 987 |
| Nouvelle-Calédonie | POM | | | 988 |
| Terres australes et antarctiques françaises | - | | | 984 |
| Île de Clipperton | - | | | 989 |

Les cinq départements d'outre-mer ont aussi chacun le statut de région. Ces cinq territoires sont parties intégrantes de l'UE et appartiennent à la nomenclature NUTS. A noter l'exception de Saint-Martin qui est resté partie intégrante de l'UE tout en ayant quitté le statut de département pour le statut de collectivité d'Outre-mer (depuis 2007).

N.B. Correspondance entre NUTS et nouvelles régions

Jusqu'au 31 déc. 2015, les NUTS étaient organisés ainsi : 101 Départements (NUTS 3), rassemblés en 27 régions (NUTS 2), rassemblées en 9 Zones d'Etudes et d'Aménagement du Territoire (ZEAT) (NUTS 1). Depuis le 1^{er} janvier 2016, plusieurs régions parmi les 27 ont été fusionnées, et ces nouvelles régions ne sont plus compatibles avec les 9 ZEAT, rendant ces dernières obsolètes. La mise à jour de la nomenclature NUTS pour prendre en compte cette réforme n'est pas encore réalisée. Nous considérons ici à titre indicatif : les départements comme NUTS 3, les anciennes régions comme NUTS 2 et les nouvelles régions comme NUTS 1. Dans ce tableau, les noms des NUTS (niveaux 3 et 2 seulement) sont donc indiqués à titre indicatif, dans l'attente de leur mise à jour.

| Date de mise à jour | Responsable | Date de validation | Vérificateur |
|---------------------|-------------|--------------------|--------------|
| 21/02/2011 | EM | 21/02/2011 | JPC |

ANNEXE 6 : CORRESPONDANCE ENTRE LA NOMENCLATURE TERUTI ET LA NOMENCLATURE GIEC

Légende :

| | | | | | | | |
|-----|-----------------|-----|----------------------|-----|--------------------|-----|--------------------------|
| 111 | Forêt feuillue | 212 | Prairies (herbe) | 312 | Cultures | 511 | Zones urbanisées (nu) |
| 112 | Forêt conifères | 213 | Prairies (Bosquets) | 313 | Cultures (vergers) | 512 | Zones urbanisées (herbe) |
| 113 | Forêt mixte | 214 | Prairies (Haies) | 314 | Cultures (vignes) | 513 | Zones urbanisées (arbre) |
| 114 | Forêt peuplier | 215 | Prairies (arbustive) | 400 | Zones humides | 600 | Autres terres |

Les tables qui suivent fournissent respectivement :

- la correspondance entre la nomenclature TERUTI (1982 - 1989, 1992-2004) et la nomenclature utilisée dans l'inventaire (basée sur celle du GIEC),
- la correspondance entre la nomenclature TERUTI-LUCAS (2005 - ...) et la nomenclature utilisée dans l'inventaire (basée sur celle du GIEC).

[illegible]

[illegible]