



# Rapport **OMINEA** | Autres secteurs

## Ed. 2025

Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

# Rapport **OMINEA** | Autres secteurs

## Ed. 2025

## Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

Avril 2025

### Rédaction

Contributeurs	Benjamin CUNIASSE, Adrien MERCIER, Shouwen ZHANG.
---------------	---------------------------------------------------

### Coordination, Vérification et Approbation finale

Coordination et Vérification	Grégoire BONGRAND, Ingénieur d'études Jean-Pierre CHANG, Directeur adjoint	15/04/2025
Approbation finale	Nadine ALLEMAND, Directrice adjointe Jérôme BOUTANG, Directeur général	15/04/2025

Pour citer ce document :

Citepa, 2025. Rapport OMINEA | Autres secteurs – 22<sup>ème</sup> édition

© Citepa 2025

Ce Rapport a été réalisé avec la participation financière du Ministère de la Transition écologique, de la Biodiversité, de la Forêt, de la Mer et de la Pêche (MTBFMT).

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

Rapport n°2590omi/ 2025 | 1. Autres secteurs.docx

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

<https://www.citepa.org/methodologie-de-linventaire-omineia/>

@ Citepa

42, rue de Paradis – 75010 PARIS – Tel. 01 44 83 68 83 – Fax 01 40 22 04 83

[www.citepa.org](http://www.citepa.org) | [contact@citepa.org](mailto:contact@citepa.org)



# Sommaire

Table des illustrations.....	3
Table des tableaux.....	3
Préambule .....	5
Autres secteurs   Introduction .....	6
Secteurs tertiaire / institutionnel / commercial .....	7
Secteur résidentiel .....	13
Agriculture / sylviculture (combustion) .....	27
Pêche nationale .....	38

## Table des illustrations

Figure 1 : Logigramme du processus d'estimation des émissions du secteur tertiaire / institutionnel / commercial .....	12
Figure 2 : Evolution des proportions d'appareil (poêles bûches) dans les ventes annuelles par catégorie de performance .....	16
Figure 3 : Logigrammes du processus d'estimation des émissions du secteur résidentiel (combustion fixe et mobile). ....	26
Figure 3 : Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources mobiles de l'agriculture/sylviculture .....	36
Figure 4 : Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources fixes de l'agriculture/sylviculture .....	37
Figure 5 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de la pêche .....	46

## Table des tableaux

Tableau 1 : Facteurs d'émission CH <sub>4</sub> des appareils domestiques au bois .....	17
Tableau 2 : Evolution des facteurs d'émission des NO <sub>x</sub> des chaudières domestiques au gaz naturel .....	18
Tableau 3 : Facteurs d'émission NO <sub>x</sub> des appareils domestiques au bois .....	18
Tableau 4 : Facteur d'émissions NO <sub>x</sub> des engins résidentiels essence par stage .....	19
Tableau 5 : Facteurs d'émission COVNM des appareils domestiques au bois .....	19
Tableau 6 : Facteur d'émissions COVNM des engins résidentiels essence par stage .....	20
Tableau 7 : Facteurs d'émission CO des appareils domestiques au bois .....	20
Tableau 8 : Facteur d'émissions CO des engins résidentiels essence par stage .....	21
Tableau 9 : Facteurs d'émission NH <sub>3</sub> des appareils domestiques au bois .....	22
Tableau 10 : Facteurs d'émission TSP des appareils domestiques au bois .....	22
Tableau 11 : Facteurs d'émission BC des appareils domestiques au bois .....	23
Tableau 12 : Facteurs d'émission ML des appareils domestiques au bois .....	24
Tableau 13 : Facteurs d'émission 8HAP des appareils domestiques au bois .....	25
Tableau 9 : Facteurs d'émission du CH <sub>4</sub> par gamme et par norme d'engin diesel .....	30
Tableau 10 : Facteurs d'émission pour les NO <sub>x</sub> par gamme et par norme d'engin diesel .....	31
Tableau 11 : Facteurs d'émission pour les NO <sub>x</sub> par gamme et par norme d'engin essence .....	31

Tableau 12 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par norme d'engin diesel .....	32
Tableau 13 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par norme d'engin essence.....	32
Tableau 14 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par norme d'engin diesel .....	33
Tableau 15 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par norme d'engin essence .....	33
Tableau 16 : Facteurs d'émission pour les TSP par gamme et par norme d'engin diesel.....	34
Tableau 17 : Facteurs d'émission pour les particules liées à l'abrasion .....	34
Tableau 18 : Facteurs d'émission de NO <sub>x</sub> du gazole pêche exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	41
Tableau 19 : Facteurs d'émission de NO <sub>x</sub> des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	41
Tableau 20 : Facteurs d'émission de COVNM des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	42
Tableau 21 : Facteurs d'émission du CO des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	42
Tableau 22 : Facteurs d'émission du NH <sub>3</sub> des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	42
Tableau 23 : Consommations spécifiques de carburant exprimées en g/kWh et ventilées par type de moteur et de carburant. ....	43
Tableau 24 : Facteurs d'émission des TSP des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur. ....	43
Tableau 25 : Facteurs d'émission de référence du BC ventilés par carburant et type de moteur et exprimé en g/GJ. ....	44
Tableau 26 : Facteurs d'émission des métaux lourds pour le FOL, exprimés en mg/GJ. ....	44

# Préambule

Le rapport OMINEA comprend une description détaillée, par secteur émetteur, des méthodologies utilisées pour estimer les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques (approche utilisée, données sources, hypothèses, facteurs d'émissions, etc.).

Le présent document s'attache à décrire les méthodologies utilisées pour estimer les émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques du secteur **Autres secteurs**.

En parallèle, les méthodologies détaillées des autres secteurs sont disponibles sur le site internet du Citepa. Les volumes sont structurés commeme suit :

- OMINEA. Parties générales
- OMINEA. Énergie. Éléments généraux
- OMINEA. Industrie de l'énergie
- OMINEA. Industrie manufacturière
- OMINEA. Transports
- OMINEA. Autres secteurs
- OMINEA. Non spécifiés
- OMINEA. Émissions fugitives des combustibles
- OMINEA. Produits minéraux
- OMINEA. Chimie
- OMINEA. Métallurgie
- OMINEA. Produits non énergétiques des carburants et de l'utilisation de solvants
- OMINEA. Industrie électronique
- OMINEA. Consommation d'halocarbures et SF6
- OMINEA. Autres usages et fabrication de produits
- OMINEA. Autres procédés
- OMINEA. Agriculture
- OMINEA. UTCATF
- OMINEA. Autres
- OMINEA. Références & Annexes

Toutes les références et annexes citées dans le présent document font références au document OMINEA. Références & Annexes évoqué ci-dessus. **Il est conseillé de télécharger ce document en parallèle dans le cadre d'une consultation du présent guide méthodologique.**



## Autres secteurs | Introduction

Ce secteur regroupe les autres activités consommatrices d'énergie que sont les activités commerciale et tertiaire, le secteur résidentiel et l'agriculture/sylviculture/pêche. Les usages énergétiques de ces activités reposent pour une part importante sur le chauffage qui est directement lié à la rigueur climatique.

Rédaction : **Benjamin CUNIASSE**, **Adrien MERCIER**, **Shouwen ZHANG**

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
08/01/2025	BC	21/01/2025	GB

# Secteurs tertiaire / institutionnel / commercial

Cette section concerne les installations de combustion du secteur tertiaire, institutionnel et commercial.

## Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	1.A.4.a
CEE-NU / NFR	1.A.4.a
SNAPc (extension Citepa)	02.01.01 à 02.01.05
CE / directive IED	1.1 (champ limité aux installations > 50 MW)
CE / E-PRTR	1c (champ limité aux installations > 50 MW)
CE / directive GIC	02.01.01, 02.01.02, (+02.01.04 à partir de l'inventaire relatif à 2004)

## 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 <sub>2</sub> , les NO <sub>x</sub> , les particules et le CO <sub>2</sub> pour les installations couvertes par le SEQE. 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] Ministère de l'Ecologie / CGDD / SDES et anciennement Observatoire de l'Energie – Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP – Pétrole (publication annuelle)
- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [39] Citepa – Inventaire des grandes installations de combustion en application des directives 88/609 et 2001/80/CE
- [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 (CO<sub>2</sub>) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O)
- [936] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1.A.1 Energy industries, tables 3-2 / 3-4 / 3-6 / 3-7 / 3-8 / 3-13 / 3-21, FE TSP et BC
- [1004] Note de l'ADEME - Proposition d'évolution des facteurs d'émission 1 à 20MW. 18/03/2019
- [1112] Panorama du gaz renouvelable - Publication annuelle - GRDF, GRTgaz, Syndicat des énergies renouvelables, SPEGNN, Teréga
- [1211] Valorisation et partage de la connaissance du parc des installations bois-énergie, rapports annuels, CIBE
- [1212] Cortea Acibioqa - Amélioration des connaissances en matière d'impact des chaufferies biomasse sur la qualité de l'air, ADEME
- [1273] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1.A.4 Small combustion, tables 3-7 / 3-8 / 3-9 / 3-23 / 3-45 pour FE BC

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID 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 types de bâtiments (bureaux, commerces, hôpitaux, universités, *datacenters*, bâtiments collectifs d'habitation, etc.).

## Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID 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]. Une distinction supplémentaire est effectuée pour distinguer les équipements inférieurs à 1 MW pour la biomasse uniquement (déterminés à partir des données annuelles du CIBE [1211]).

Les sites industriels pratiquant l'équarrissage comme activité principale sont pris en compte dans le secteur tertiaire (en lien avec leur code APE), et non en industrie manufacturière.

Les consommations des installations tertiaires sont intégrées dans le secteur « Commercial et services publics » du bilan énergétique national [1]. Ce bilan n’englobe pas les consommations d’énergie liées aux activités de la Défense dont la décomposition en divers sous-produits est comprise dans le secteur « non spécifié ».

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 [1] et publiées par le CPDP [14] permettent une distinction plus fine vis-à-vis de certains combustibles comme le gazole non routier (GnR), de la répartition entre secteurs résidentiel et tertiaire, ainsi que parmi les usages (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson).

La part de biométhane consommée est retranchée de la consommation de gaz naturel à partir des données du bilan énergétique national annuel [1] et des publications annuelles du panorama du gaz renouvelable [1112] (cf. section générale énergie).

Il est à noter que les consommations d’énergie de ce secteur sont étroitement liées à la rigueur climatique.

## Méthode d’estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont déterminées au moyen de facteurs d’émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie). Une vérification de la cohérence des émissions ainsi estimées avec les émissions déclarées par les quelques sites soumis aux quotas est réalisée.

### **Emissions de CH<sub>4</sub>**

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées à l’aide de facteurs d’émission issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

### **Emissions de N<sub>2</sub>O**

Les émissions de N<sub>2</sub>O 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 SO<sub>2</sub>**

Pour les quelques installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de SO<sub>2</sub> sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe 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 SO<sub>2</sub> sont déterminées à partir de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

### **Emissions de NO<sub>x</sub>**

Pour les quelques installations de puissance supérieure à 50 MW, les émissions de NO<sub>x</sub> sont déterminées à partir des déclarations annuelles des rejets [19]. En général, ces émissions sont estimées par les exploitants par mesure directe ou à partir de facteurs d'émission.

Pour les autres installations, les émissions de NO<sub>x</sub> sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible (cf. section générale énergie).

Une distinction spécifique est réalisée pour les facteurs d'émission de NO<sub>x</sub> des installations inférieures à 20 MW et pour celles inférieures à 1 MW fonctionnant à la biomasse [1212].

### **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).

Une distinction spécifique est réalisée pour les facteurs d'émission de COVNM des installations inférieures à 20 MW faisant partie du Fonds Chaleur de l'ADEME fonctionnant à la biomasse [1004] ainsi que pour les FE des installations inférieures à 1 MW [1212].

### **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). Une distinction spécifique est réalisée pour les facteurs d'émission de COVNM pour les installations inférieures à 1 MW fonctionnant à la biomasse [1212].

### **Emissions de NH<sub>3</sub>**

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut par combustible (cf. section générale énergie).

### **Emissions de poussières totales en suspension (TSP)**

Pour les quelques 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 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].

Une distinction spécifique est réalisée pour les facteurs d'émission de TSP des installations inférieures à 20 MW faisant partie du Fonds Chaleur de l'ADEME fonctionnant à la biomasse [1004].

### **Emissions de PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1.0</sub>**

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 [936][1273].

Les ratios retenus pour dépendent de la puissance de l'équipement :

Equipements > 50 MW :

- 2,2% pour les combustibles solides hors biomasse,
- 15% pour la biomasse solide,
- 5,6% pour les combustibles liquides - FOL,
- 33,5% pour les combustibles liquides - FOD,
- 2,5% pour les combustibles gazeux (hors biogaz),
- 4% pour le biogaz.

Equipements < 50 MW :

- 6,4% pour les combustibles solides (hors bois),
- 28% pour le bois,
- 56% 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).

Pour l'arsenic (As), le chrome (Cr), le cuivre (Cu), le nickel (Ni) et le plomb (Pb), des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés pour les installations de puissance inférieure à 20 MW ou inférieure à 1 MW fonctionnant au bois [1212].

### **Dioxines et furanes (PCDD-F)**

Les émissions de dioxines/furanes 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].

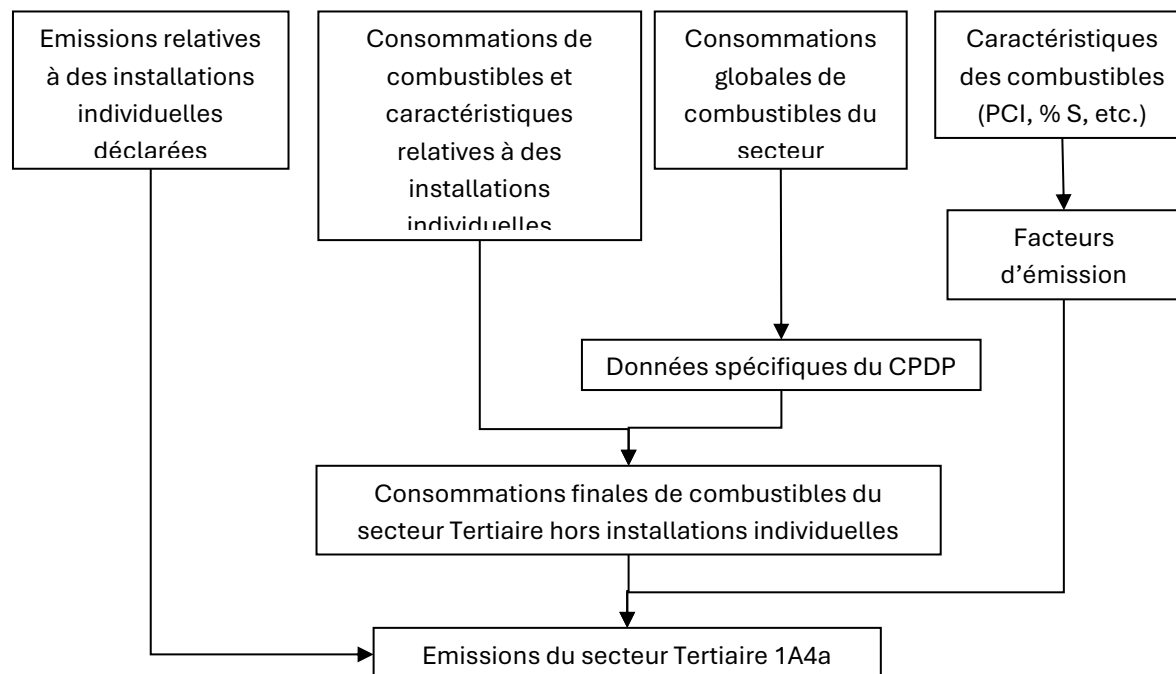
### **Polychlorobiphényles (PCB)**

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).

**Figure 1 : Logigramme du processus d'estimation des émissions du secteur tertiaire / institutionnel / commercial**



Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
09/01/2025	BC	22/01/2025	GB

## Secteur résidentiel

Cette section concerne les installations de combustion fixes et mobiles du secteur résidentiel.

### Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	1.A.4.b
CEE-NU / NFR	1.A.4.b
SNAPc (extension Citepa)	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)

### Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Bilan national de l'énergie	Valeurs nationales ou valeurs par défaut

### Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O : Rang 1 et 2

### Références utilisées :

- [1] Ministère de l'Ecologie / CGDD / SDES et anciennement Observatoire de l'Energie – Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP – Pétrole (publication annuelle)
- [41] SNCU – Enquête chauffage urbain (enquête annuelle)
- [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 PM<sub>10</sub>. 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<sub>10</sub> - PM<sub>2.5</sub> - PM<sub>0.1</sub>) in Europe in 1990 and 1993 – février 1997

- [183] Citepa – IER – Study on particulate matter emissions: particle size distribution chemical composition and temporal profiles – Interreg III for ASPA, January 2005
- [336] COLLET S. – HAP émis par la combustion du bois en foyers domestiques, INERIS, 2001
- [338] COLLET S.– Emissions de la combustion du bois par les foyers domestiques, INERIS, mai 2002
- [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 à partir des enquêtes Logement de l'INSEE, pluriannuelle
- [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
- [459] EMEP / EEA Guidebook – édition 2019 – 1A4 Small combustion - FE pour le 1A4b residential (Tables 3-15, 3-16, 3-18)
- [580] EMEP / EEA Mai 2009 – Secteur 1A4, Tables 3-22, 3-28 et 3-20
- [638] IPCC - Guidelines 2006 - Volume 2 - section I.8 - table 1- 4 (CO<sub>2</sub>) ; Volume 2 - tables 2.2, 2.3, 2.4 et 2.5 (CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O)
- [645] IPCC – Guidelines 2006 – Volume 2 – Chapitre 3 Combustion sources mobiles, Table 3.3.1
- [936] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1.A.1 Energy industries, tables 3-2 / 3-4 / 3-6 / 3-7 / 3-8 / 3-13 / 3-21, FE TSP et BC
- [1005] Note technique de faisabilité pour l'évolution de la méthodologie du calcul des émissions de NO<sub>x</sub> des chaudières résidentielles au fioul et gaz naturel, Citepa, 2019.
- [1006] Energi- og Miljødata, Dansk Gasteknisk Center, November 2009
- [1112] Panorama du gaz renouvelable - Publication annuelle - GRDF, GRTgaz, Syndicat des énergies renouvelables, SPEGNN, Teréga
- [1128] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1a4 Non-road mobile sources and machinery - Table 3-1, EF Tier 1
- [1132] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023- 1.A.3.b.vi-vii Road tyre and brake wear
- [1213] Réévaluation des facteurs d'émission des particules totales (solide et condensable) du chauffage domestique au bois, impacts sur les inventaires d'émission, Ineris & Citepa - 206576 - 2740861 - v2.0
- [1214] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1A4 Small combustion - Tables 3.39 à 3.44 - Tier 2 emission factors for NFR source category 1.A.4.b, using biomass
- [1271] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1a4 Non-road mobile sources and machinery, Annexe E - Table E.1 Diesel <130 kW 1991- Stage 1
- [1272] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 – 1A4 Small combustion - FE BC pour le 1A4b residential (Tables 3.3 et 3.4)
- [1305] ALBINET Alexandre, DEGRENDELE Céline, COLLET Serge, WORTHAM Henri, 2024. Emissions primaires et secondaires de particules par des appareils de chauffage domestique à granulés - EPOCHAG / Comparaison avec des appareils à bûches et au fioul. Rapport. 75 pages.

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID 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 NID 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 pour l'année 1990. Pour les années suivantes, l'évolution des consommations est ajustée proportionnellement à l'évolution de la population métropolitaine française. 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 » du bilan énergétique national [1]. Ces données incluent bien le bois récolté par des particuliers hors du marché économique conventionnel. 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 [1] et publiées par le CPDP [14] permettent une distinction plus fine vis-à-vis des combustibles, notamment pour la gazole non routier (GnR), de la répartition entre secteurs résidentiel et tertiaire ainsi que parmi les usages (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson).



La part de biométhane consommée est retranchée de la consommation de gaz naturel à partir des données du bilan énergétique national annuel [1] et des publications annuelles du panorama du gaz renouvelable [1112] (cf. section générale énergie).

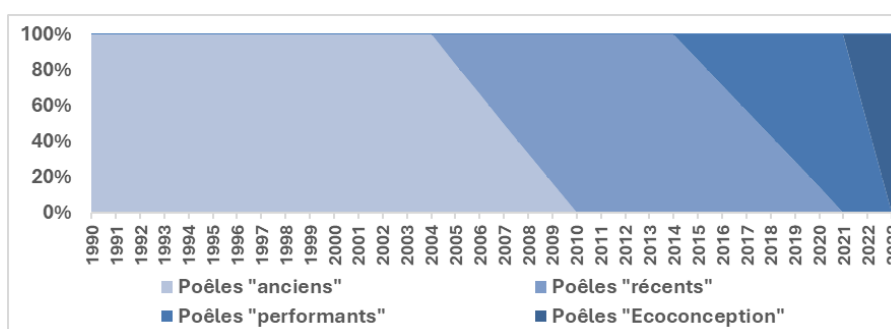
Il est à noter que les consommations d'énergie de ce secteur sont étroitement liées à la rigueur climatique.

### Chauffage domestique au bois

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 et de l'INSEE [421] proposant des distributions d'équipements au regard de certaines années (notamment les années 1992, 1996, 2001, 2006, 2013 et 2020) et, d'autre part, des données de ventes d'équipements fournies par Observ'ER [422]. La part spécifique de consommation des granulés de bois (généralement moins émissifs) est en forte hausse et est prise en compte à partir de l'année 2004 [1]. La répartition des consommations selon le type d'appareil est présentée dans la base de données OMINEA. Les différentes catégories de performance d'appareils, construites par le Citepa à partir de l'expertise de l'Ineris [1213], sont les suivantes :

- Appareils dits « anciens » : présents dans les ventes annuelles jusqu'en 2009 ;
- Appareils dits « récents » : ces appareils correspondent à des niveaux de performances assimilables à celles des labels Flamme verte 4 et 5 étoiles. Ils sont considérés comme présents dans les ventes annuelles à partir de 2005 et jusqu'en 2020 (évolution linéaire) ;
- Appareils dits « performants » : ces appareils correspondent à des niveaux de performances assimilables à celles des labels Flamme verte 6 et 7 étoiles. Ils sont considérés comme présents dans les ventes annuelles à partir de 2015 ;
- Appareils dits « écoconception » (appareils de chauffage décentralisés uniquement) : présents dans les ventes annuelles à partir de 2022 et constituant l'ensemble des ventes annuelles à partir de 2023.

**Figure 2 : Evolution des proportions d'appareil (poêles bûches) dans les ventes annuelles par catégorie de performance**



## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### Emissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> sont déterminées au moyen de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

### Emissions de CH<sub>4</sub>

### Sources fixes

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études françaises et des lignes directrices EMEP/EEA [67][1213] :

**Tableau 1 : Facteurs d'émission CH<sub>4</sub> des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE CH <sub>4</sub> (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	330	[67]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	100	[67]
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	17	[67]
Poêles, inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciennes » (jusqu'en 2009)	530	[67]
	Dits « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	223	[1213]
	Dits « performantes » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	151	[1213]
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	565	[67]
Chaudières - granulés	Pas de distinction de performance	17	Assimilé bûches
Poêles - granulés	Pas de distinction de performance	151	

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

### Sources mobiles

Les émissions de CH<sub>4</sub> 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 N<sub>2</sub>O**

#### Sources fixes

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont déterminées à l'aide de facteurs d'émission par défaut issus des lignes directrices du GIEC 2006 [638].

#### Sources mobiles

Les émissions de N<sub>2</sub>O 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 SO<sub>2</sub>

Les émissions de SO<sub>2</sub> sont déterminées à partir de facteurs d'émission nationaux par combustible (cf. section générale énergie).

## Emissions de NO<sub>x</sub>

### Sources fixes

Les émissions de NO<sub>x</sub> sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible [459].

Une évolution temporelle des émissions de NO<sub>x</sub> des chaudières domestiques fonctionnant au gaz naturel a été implémentée pour prendre en compte l'amélioration de la performance des brûleurs sur la période, supposant un taux de renouvellement constant de 4% sur la période [1005].

**Tableau 2 : Evolution des facteurs d'émission des NO<sub>x</sub> des chaudières domestiques au gaz naturel**

Gaz naturel	Période	FE NO <sub>x</sub> (g/GJ)	Source
Chaudières domestiques au gaz naturel	1970 - 1989	70	[580]
	1990 - 2004	42	[459]
	2004 - 2023	19	[1006]

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études françaises et des lignes directrices EMEP/EEA [1213][1214] :

**Tableau 3 : Facteurs d'émission NO<sub>x</sub> des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE NO <sub>x</sub> (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	80	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	87,5	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	95	[1214]
Poêles, inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	50	[1214]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	54	[1213]
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	62	[1213]
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	50	[1214]
Chaudières et poêles - granulés	Pas de distinction de performance	80	[1214]

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentées dans la base de données associée à ce rapport.

### Sources mobiles

Avant 2005, les émissions de NO<sub>x</sub> 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 :

**Tableau 4 : Facteur d'émissions NO<sub>x</sub> des engins résidentiels essence par stage**

Engin	Etape	FE NO <sub>x</sub> (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
	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 [459].

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études françaises et des lignes directrices EMEP/EEA [67][1213][1214] :

**Tableau 5 : Facteurs d'émission COVNM des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE COVNM (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	350	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	300	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	250	[1214]
Poêles, inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	1 600	[67]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	607	[1213]
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	294	[1213]
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	1 700	[67]
Chaudières et poêles - granulés	Pas de distinction de performance	10	[1214]

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

#### 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 :

**Tableau 6 : Facteur d'émissions COVNM des engins résidentiels essence par stage**

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 [459].

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études françaises et des lignes directrices EMEP/EEA [67], [1213], [1214] :

**Tableau 7 : Facteurs d'émission CO des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE CO (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	4 000	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	3 000	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	2 000	[1214]
Poêles, inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	7 000	[67]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	3 600	[1213]

Bois	Période d'installation des appareils	FE CO (g/GJ)	Source
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	2 063	[1213]
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	7 000	[67]
Chaudières et poêles - granulés	Pas de distinction de performance	300	[1214]

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

#### 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 :

**Tableau 8 : Facteur d'émissions CO des engins résidentiels essence par stage**

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 NH<sub>3</sub>**

Les émissions de NH<sub>3</sub> sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission par défaut par combustible (cf. section générale énergie).

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir des lignes directrices EMEP/EEA [1214] :

**Tableau 9 : Facteurs d'émission NH<sub>3</sub> des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE NH <sub>3</sub> (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	8	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	6	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	4	[1214]
Poêles, inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	8	
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	8	
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	4	
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	8	
Chaudières et poêles - granulés	Pas de distinction de performance	1	

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

### ***Emissions de poussières totales en suspension (TSP)***

#### Sources fixes

Les émissions de TSP sont déterminées à partir de facteurs d'émission moyens par combustible [459] et [936].

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études [1213][1214][1305]. Les particules dites « condensables » (qui passent à l'état solide lors du refroidissement et de la dilution des fumées) sont bien comptabilisées dans l'ensemble de facteurs appliqués :

**Tableau 10 : Facteurs d'émission TSP des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE TSP (g/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	500	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	300	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	100	[1214]
Poêles, Inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	800	[1214]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	417	[1213]
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	282	[1213]
	Dits « écoconception » (à partir de 2022) (hors cuisinières)	128	[1213]
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	932	[1214]
Chaudières - granulés	Pas de distinction de performance	20	[1305]
Poêles - granulés	Pas de distinction de performance	30	[1305]

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

Ces facteurs d'émission ne prennent pas en compte les éventuelles émissions supplémentaires des phases d'allumage à froid et d'extinction du feu mais sont représentatifs d'un fonctionnement, à part égale, entre allure nominale et allure réduite (plus émissive) des appareils domestiques.

Ces facteurs d'émission ne prennent pas en compte l'évolution depuis 1990 des usages des appareils par les particuliers (méthodes d'allumage, entretien et maintenance, taux d'humidité du combustible, choix de l'essence de bois, forme des bûches, part éventuelle de bois traité ou de déchets (papier, carton ou autres), ...) qui peuvent aussi affecter de façon significatives les émissions de particules.

### 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 $PM_{10}$ , $PM_{2.5}$ , $PM_{1.0}$**

La granulométrie est obtenue en appliquant des profils granulométriques moyens par combustible [68], [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 [459][1128][1132][1271][1272].

Les ratios retenus pour dépendent des sources :

### Sources fixes

- 6,4% pour les combustibles solides hors biomasse [1272],
- 3,9% pour les combustibles liquides [459],
- 5,4% pour les combustibles gazeux (hors biogaz) [1272]

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir des lignes directrices EMEP/EEA [1214]. Les particules dites « condensables » sont bien comptabilisées dans l'ensemble de facteurs appliqués :

**Tableau 11 : Facteurs d'émission BC des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE BC (%/PM <sub>2,5</sub> )	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	16%	[1214]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	22%	moyenne
	Dites « performantes » (à partir de 2015)	28%	[1214]
Poêles, Inserts et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	10%	
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	16%	
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)	28%	
	Dits « écoconception » (à partir de 2022) (hors cuisinières)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	7%	
Chaudières et poêles - granulés	Pas de distinction de performance	15%	



Sources mobiles (combustion) [1128][1271]

- 5,0% et 5,1% pour l'essence et bioessence selon l'usage,
- 60,6% pour le diesel et biodiesel.

Sources mobiles (abrasion) [1132]

Le ratio retenu est de 10%

**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].

Il est de plus fait l'hypothèse que les performances en termes de réduction d'émissions pour les métaux lourds, par les générations successives d'appareils, sont similaires à celles observées pour les particules. En l'absence de données appropriées, les facteurs d'émission pour les appareils à granulés sont pris égaux à ceux des appareils à bûches dits « performants »

**Tableau 12 : Facteurs d'émission ML des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	Métal lourd	FE ML (mg/GJ)	Source
Tout appareil bûche	Dit « ancien » (jusqu'en 2009)	As	9,5	[67]
		Cd	1,4	
		Cr	47	
		Cu	31	
		Hg	0,8	
		Ni	11	
		Pb	90	
		Se	7	
		Zn	290	

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

**Dioxines et furanes (PCDD-F)**Sources fixes

Les émissions de dioxines/furanes 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/furanes 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].

Pour la combustion du bois domestique, des facteurs d'émission spécifiques sont utilisés selon le type d'appareils et selon leurs performances, déterminés à partir de plusieurs études françaises et des lignes directrices EMEP/EEA [67], [1213], [1214] :

**Tableau 13 : Facteurs d'émission 8HAP des appareils domestiques au bois**

Bois	Période d'installation des appareils	FE 8HAP (mg/GJ)	Source
Chaudières - bûches	Dites « anciennes » (jusqu'en 2009)	55	[67]
	Dites « récentes » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	34	[67]
	Dites « performantes » (à partir de 2015)		
Poêles et cuisinières - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	602	[67]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)	531	[1213]
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)		
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Insert - bûches	Dits « anciens » (jusqu'en 2009)	224	[67]
	Dits « récents » (à partir de 2005 et jusqu'en 2020)		
	Dits « performants » (à partir de 2015 et jusqu'en 2022)		
	Dits « écoconception » (à partir de 2022)		
Foyers ouverts - bûches	Pas de distinction de performance	284	[67]
Chaudières - granulés	Pas de distinction de performance	34	Assimilé bûches
Poêles - granulés	Pas de distinction de performance	531	

Les facteurs d'émission moyens résultant de la modélisation du parc national d'appareils domestiques au bois sont présentés dans la base de données associée à ce rapport.

### **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].

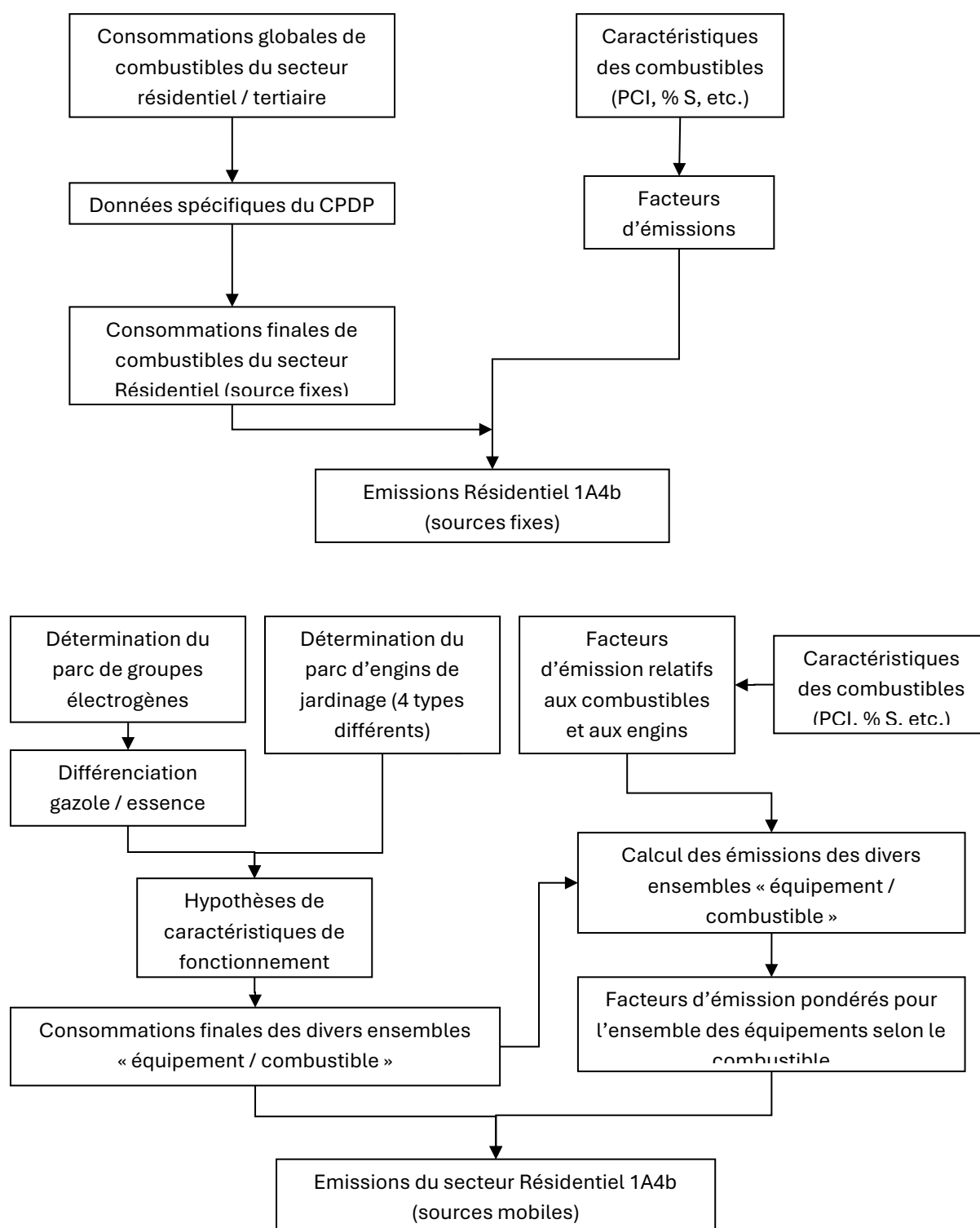
#### Sources mobiles

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).

Figure 3 : Logigrammes du processus d'estimation des émissions du secteur résidentiel (combustion fixe et mobile).



Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
20/01/2025	SZ	22/01/2025	-GB

## Agriculture / sylviculture (combustion)

La présente section traite des émissions liées à la combustion provenant des activités agricoles et sylvicoles. Elle traite séparément les sources fixes (installations de chauffage, de production d'eau chaude sanitaire, de climatisation, etc.) et les sources mobiles (tracteurs, moissonneuses, désherbeuses, etc.).

### Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	1.A.4.c.i et 1.A.4.c.ii
CEE-NU / NFR	1.A.4.c i et 1.A.4.c ii
SNAPc (extension Citepa)	02.03.01 à 02.03.05 (fixe), 08.06 et 08.07 (mobile)
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)

### Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Top-down	Valeurs par défaut appliquées aux consommations des installations fixes et mobiles en tenant compte des parcs nationaux d'engins

### Niveau de méthode :

Rangs 1 et 2

### Références utilisées :

- [1] SDES (SOeS et anciennement Observatoire de l'Energie) – bilans de l'Energie français (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP – Pétrole (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
- [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
- [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
- [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 Modells 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/>)
- [355] PNUE – Outil spécialisé (Toolkit) pour l’identification et la quantification des rejets de dioxine et furanes, Février 2005
- [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
- [935] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - 1A4 Non-road mobile sources and machinery, table 3-1 (Tier 1)
- [938] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - 1A4 Non-road mobile sources and machinery, Appendix E, Fraction black carbon pour EMNR diesel (moyenne entre <130kW et >130kW selon les normes)
- [1004] Note de l'ADEME - Proposition d'évolution des facteurs d'émission 1 à 20MW. 18/03/2019
- [1029] Règlement (UE) 2016/1628 du Parlement Européen et du Conseil du 14 septembre 2016 relatif aux exigences concernant les limites d’émission pour les gaz polluants et les particules polluantes et la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers, modifiant les règlements (UE) n°1024/2012 et (UE) n°167/2013 et modifiant et abrogeant la directive 97/68/CE
- [1031] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016 - 1A4 Non-road mobile sources and machinery, Table 3-11 deterioration factors for diesel machinery relative to average engine lifetime
- [1033] EMEP / EEA Guidebook – édition 2016 – 1A4 Small combustion - FE Tier 2 pour le 1A4c agriculture/forestry (Tables 3-23 à 3-26)
- [1034] EMEP / EEA Guidebook – édition 2016 – 1A4 Small combustion - FE Tier 1 pour NH3 pour biomasse (Table 3-10)
- [1076] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 - 1a4 Non-road mobile sources and machinery - Table 3.6, EF Tier 3

[1134] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019 - 1.A.3.b.i-iv Road transport

[1211] Valorisation et partage de la connaissance du parc des installations bois-énergie, rapports annuels, CIBE

[1212] Cortea Acibioqa - Amélioration des connaissances en matière d'impact des chaufferies biomasse sur la qualité de l'air, ADEME

## Caractéristiques de la catégorie (communes au NID 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 SDES [1] pour la métropole. Pour la biomasse, une distinction supplémentaire est effectuée pour distinguer les équipements d'une puissance nominale inférieure à 1 MW de ceux d'une puissance nominale entre 1 et 20 MW, sur la base de données annuelles du CIBE [1211].

La part de biométhane consommé est retranchée de la consommation de gaz naturel à partir des données fournies dans le bilan de l'énergie [1].

D'autres sources statistiques sont disponibles pour l'Outre-mer [69]. La consommation de gaz de pétrole liquéfié (GPL) du secteur en Outre-mer est considérée en totalité dans les sources fixes.

### **Sources mobiles**

Les équipements mobiles dans les secteurs agricoles et sylvicoles sont supposés consommer la totalité des consommations de FOD, de GNR et d'essence indiquées dans les bilans énergétiques du SDES [1]. La consommation totale de FOD en Outre-mer est également considérée pour les engins mobiles.

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 entre les années où des données sont disponibles (1988, 2000, 2005 et 2013).

Les parcs d'engins forestiers (tracteurs, débusqueuses, débardeuses) sont issus de l'Agreste [333], et extrapolés pour les années manquantes. Il est également pris en compte un parc de tronçonneuses sur la base des données disponibles [72, 73] dans les proportions respectives de 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.

# Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

## Emissions de CO<sub>2</sub>

Les émissions de CO<sub>2</sub> 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 CH<sub>4</sub>

Pour les sources fixes, les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible issus des lignes directrices du GIEC 2006 [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, les émissions des engins diesel 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 l'évolution du parc et des technologies des engins, et sont basés sur les facteurs d'émission Tier 3 proposés par le guidebook EMEP/EEA [1076]. Pour les engins essence, les émissions sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible issus des lignes directrices du GIEC 2006 [645]. De plus, dans les engins mobiles, la combustion souvent imparfaite conduit principalement au rejet de COVNM.

**Tableau 14 : Facteurs d'émission du CH<sub>4</sub> par gamme et par norme d'engin diesel**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
Tracteurs agricoles	3,4	1,3	1,0	1,0	0,7	0,7	0,7
Automoteurs télescopiques	3,2	1,2	0,9	0,9	0,6	0,6	0,3
Moissonneuses batteuses	1,2	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3
Ensileuses automotrices	1,1	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3
Epandeur de lisier	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	1,5
Motoculteurs, motofaucheuses...							1,7
Presses à grosses balles							1,5
Pulvérisateurs automoteurs							1,5
Récolteuses de maïs automotrices							1,5
Tracteurs forestiers	1,2	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3
Débusqueuses	3,0	1,0	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3
Débardeuses	3,7	1,4	1,0	0,8	0,7	0,7	0,3

## Emissions de N<sub>2</sub>O

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont déterminées au moyen des facteurs d'émission par combustible des lignes directrices du GIEC 2006 pour les sources fixes [646] et les sources mobiles [645].

## 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<sub>2</sub>

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.

## Emissions de NO<sub>x</sub>

Pour les installations fixes, 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 la combustion du bois, une étude sur les installations fonctionnant à la biomasse, inférieures à 1 MW et comprises entre 1 et 20 MW, donne des facteurs d'émission de NO<sub>x</sub> spécifiques [1212].

Pour les sources mobiles, 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, 1029]. Enfin, une méthode d'ajustement des facteurs d'émission, en prenant en compte un facteur de détérioration selon le Stage et l'âge des machines, est appliquée aux facteurs d'émission moyens des engins diesel, selon le guide EMEP/EEA 2016 [1031].

**Tableau 15 : Facteurs d'émission pour les NO<sub>x</sub> par gamme et par norme d'engin diesel**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
Tracteurs agricoles	1 333	876	667	405	362	38	38
Automoteurs télescopiques	1 235	811	617	375	291	35	35
Moissonneuses batteuses	1 361	894	583	356	194	39	39
Ensileuses automotrices	1 235	811	529	323	176	35	39
Epandeur de lisier	1 169	1 169	1 169	1 169	1 169	1 169	661
Motoculteurs, motofaucheuses...							744
Presses à grosses balles							661
Pulvérisateurs automoteurs							661
Récolteuses de maïs automotrices							661
Tracteurs forestiers	1 449	952	621	380	342	41	41
Débusqueuses	1 449	952	621	380	342	41	41
Débardeuses	1 449	952	725	440	342	41	41

**Tableau 16 : Facteurs d'émission pour les NO<sub>x</sub> par gamme et par norme d'engin essence**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage V
Motoculteurs	183	223	223	139
Tronçonneuses	48	71	78	78

## Emissions de COVNM

Pour les installations fixes, les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission issus d'EMEP [1033] pour les combustibles fossiles et d'une étude du Citepa [67] pour le bois. Pour la combustion du bois, les facteurs



d'émission de COVNM des installations inférieures à 20 MW [1212] sont appliqués, avec une distinction pour celles faisant partie du Fond Chaleur [1004], à partir de 2010, et celles d'une puissance inférieure à 1 MW.

Pour les sources mobiles, 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, 1029]. Enfin, une méthode d'ajustement des facteurs d'émission, en prenant en compte un facteur de détérioration selon le Stage et l'âge des machines, est appliquée aux facteurs d'émission moyens des engins diesel, selon le guide EMEP/EEA 2016 [1031].

**Tableau 17 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par norme d'engin diesel**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
Tracteurs agricoles	224	124	124	43	38	18	18
Automoteurs télescopiques	182	115	115	39	17	17	17
Moissonneuses batteuses	126	126	97	32	18	18	18
Ensileuses automotrices	115	115	88	29	17	17	17
Epandeur de lisier	357	357	357	357	357	357	67
Motoculteurs, motofaucheuses...							75
Presses à grosses balles							67
Pulvérisateurs automoteurs							67
Récolteuses de maïs automotrices							67
Tracteurs forestiers	135	135	104	35	31	20	20
Débusqueuses	199	135	104	35	31	20	20
Débardeuses	219	135	135	46	41	20	20

**Tableau 18 : Facteurs d'émission pour les COVNM par gamme et par norme d'engin essence**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage V
Motoculteurs	1 081	508	508	316
Tronçonneuses	11 837	11 411	2 289	2 289

## Emissions de CO

Pour les installations fixes, les émissions sont en général faibles et estimées au moyen de facteurs d'émission tirés du Guide EMEP [1033]. Pour la combustion du bois, une distinction est faite pour les facteurs d'émission pour les installations inférieures à 1 MW et celles entre 1 et 20 MW [1212].

Pour les sources mobiles, 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, 1029]. Une méthode d'ajustement des facteurs d'émission, en prenant en compte un facteur de détérioration selon le Stage et l'âge des machines, est appliquée aux facteurs d'émission moyens des engins diesel, selon le guide EMEP/EEA 2016 [1031]. 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 19 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par norme d'engin diesel**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
Tracteurs agricoles	492	472	472	472	472	472	472
Automoteurs télescopiques	334	334	334	334	334	334	334
Moissonneuses batteuses	292	292	292	292	292	292	292
Ensileuses automotrices	265	265	265	265	265	265	265
Epandeur de lisier	783	783	783	783	783	783	617
Motoculteurs, motofaucheuses...							694
Presses à grosses balles							617
Pulvérisateurs automoteurs							617
Récolteuses de maïs automotrices							617
Tracteurs forestiers	311	311	311	311	311	311	311
Débusqueuses	445	445	445	445	445	445	445
Débardeuses	488	488	488	488	488	488	488

**Tableau 20 : Facteurs d'émission pour le CO par gamme et par norme d'engin essence**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage V
Motoculteurs	22 727	22 727	22 727	22 727
Tronçonneuses	33 144	33 144	33 144	33 144

### Emissions de NH<sub>3</sub>

Les émissions de NH<sub>3</sub> des sources fixes sont supposées globalement négligeables pour les combustibles autres que le bois, d'autant plus qu'il n'y a actuellement pas d'installation munie de dispositif d'épuration des NO<sub>x</sub> dont la nature du procédé serait susceptible de rejeter cette substance. Les émissions de NH<sub>3</sub> liées à la combustion de bois sont estimées au moyen de facteurs d'émission tirés du Guidebook EMEP/EEA [1034]. Toutes les émissions de NH<sub>3</sub> des sources mobiles sont estimées à partir des facteurs d'émission proposés dans le Guidebook EMEP / EEA [935].

### Emissions de particules liées à la combustion (TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1,0</sub>)

Pour les installations fixes, les émissions de TSP sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible proposés par le guide EMEP/EEA [1033] pour le secteur tertiaire. Pour la combustion de bois, une distinction est faite à partir de 2010 avec l'intégration de facteurs spécifiques pour les installations faisant partie du Fond Chaleur [1004]. Les émissions de PM sont estimées avec une granulométrie identique à celle utilisée dans le secteur tertiaire.

Pour les sources mobiles, 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, 1029]. Enfin, une méthode d'ajustement des facteurs d'émission, en prenant en compte un facteur de détérioration selon le Stage et l'âge des machines, est appliquée aux facteurs d'émission moyens des engins diesel, selon le guide EMEP/EEA 2016 [1031].

**Tableau 21 : Facteurs d'émission pour les TSP par gamme et par norme d'engin diesel**

g/GJ	Pré-Directive	Stage I	Stage II	Stage IIIa	Stage IIIb	Stage IV	Stage V
Tracteurs agricoles	140	77	36	36	2,3	2,3	1,4
Automoteurs télescopiques	140	84	40	40	2,0	2,5	1,5
Moissonneuses batteuses	140	69	25	25	2,5	3,2	1,9
Ensileuses automotrices	140	69	25	25	2,5	3,2	1,9
Epandeur de lisier Motoculteurs, motofaucheuses... Presses à grosses balles Pulvérisateurs automoteurs Récolteuses de maïs automotrices	140	140	140	140	140	140	25
Tracteurs forestiers	126	62	23	23	2,3	2,9	1,7
Débusqueuses	126	65	28	28	1,9	2,3	1,4
Débardeuses	126	74	35	35	1,8	2,2	1,3

Pour les sources mobiles, les facteurs d'émission  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  sont estimés à partir des données disponibles auprès du CEPMEIP [49].

#### **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 au 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 ait pas d'émission liée à l'abrasion.

**Tableau 22 : 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  $PM_{2,5}$ .

Les ratios retenus dépendent des sources :

##### Sources fixes [1033, 681]

- 6,4% pour les combustibles solides (hors bois),
- 28% pour le bois,

- 56% pour les combustibles liquides,
- 4% pour le gaz naturel.

#### Sources mobiles (combustion) [935, 938]

Les ratios retenus sont différents selon les combustibles considérés :

- Diesel : ratio fixe BC par rapport aux TSP évoluant selon les normes de moteurs [938]. 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 [935] fournit des facteurs d'émission pour six des neuf métaux lourds inventoriés. Pour l'arsenic, le mercure et le plomb, qui manquent dans le guide EMEP/EEA, les facteurs d'émission des moteurs 4 temps [675] sont affectés aux moteurs 2 temps.

Pour les carburants d'origine biomasse, les mêmes facteurs d'émission en unité massique (i.e., en mg/t) que pour leurs composantes fossiles sont appliqués, mais différent en unité énergétique (i.e., en mg/GJ) car les PCI évolutifs des biocarburants sont considérés.

#### **Emissions de dioxines et furanes (PCDD-F)**

Pour les installations fixes, les émissions de dioxines et furanes sont calculées à partir de facteurs d'émission par combustible détaillés dans la section générale énergie.

Pour les sources mobiles, le facteur d'émission est issu d'un outil spécialisé (Toolkit) développé par le PNUE [355].

#### **Emissions d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)**

Les émissions des HAP des sources fixes sont calculées à partir de facteurs d'émission par combustible détaillés dans la section générale énergie.

Pour les sources mobiles, les facteurs d'émission appliqués sont égaux à ceux du transport routier, et proviennent du guide EMEP/EEA [1134]. Pour les carburants d'origine biomasse, les mêmes facteurs d'émission que les composantes fossiles sont utilisés en teneur massique, mais sont recalculés en teneur énergétique avec les PCI spécifiques aux biocarburants.

#### **Emissions de polychlorobiphényles (PCB)**

Pour les installations fixes, les facteurs d'émission décrits dans la section générale énergie sont appliqués.

Pour les sources mobiles, il n'y a pas d'émissions de PCB attendues pour ce secteur.

#### **Emissions d'hexachlorobenzène (HCB)**

Pour les installations fixes, les facteurs d'émission décrits dans la section générale énergie sont appliqués.

Pour les sources mobiles, 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].

Figure 4 : Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources mobiles de l'agriculture/sylviculture

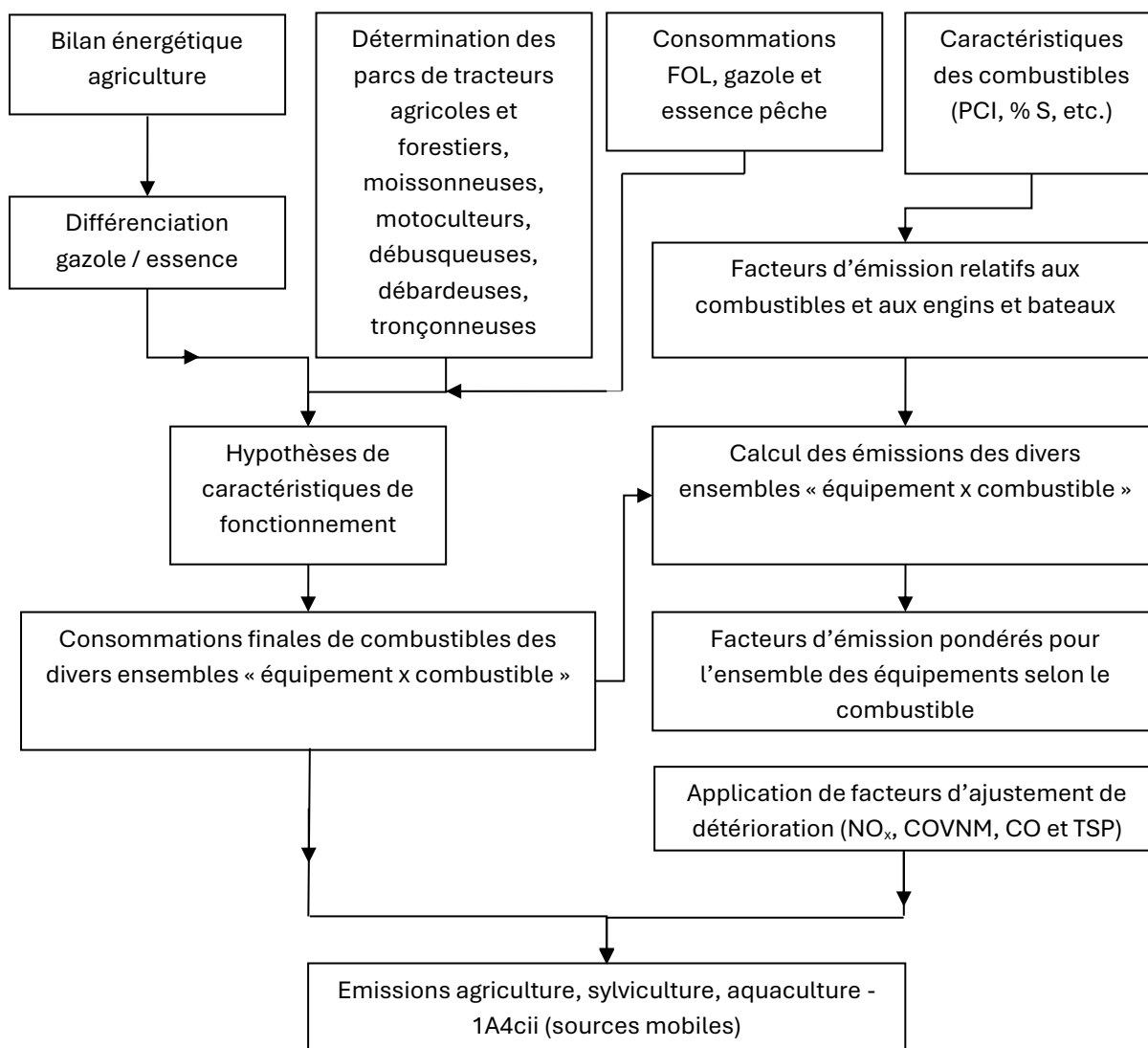
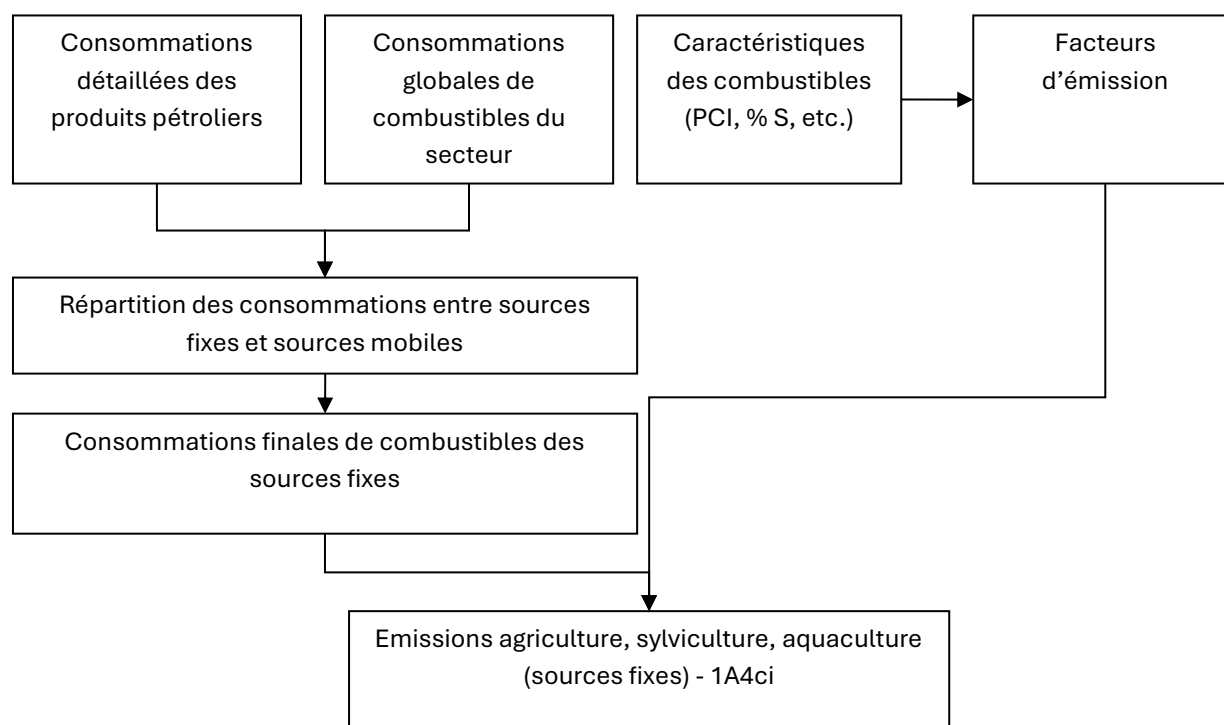


Figure 5 : Logigramme du processus d'estimation des émissions pour les sources fixes de l'agriculture/sylviculture



Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
11/02/2025	AM	12/02/2025	JMA

# Pêche nationale

La présente section traite des émissions liées à la combustion provenant de la pêche.

## Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	1.A.4.c (partiellement)
CEE-NU / NFR	1.A.4.c iii
SNAPc (extension Citepa)	08.04.03
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

## Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Consommations globales de combustibles	Spécifiques aux divers carburants utilisés

## Niveau de méthode :

CO<sub>2</sub> :

Méthode de rang 2 (avec des facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> nationaux spécifiques).

CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O :

Méthode de rang 1.

Polluants :

La méthode de rang 2 est appliquée pour l'estimation des émissions de polluants en général. Cela étant, pour un type de combustible spécifique et pour tous les polluants à l'exception des NO<sub>x</sub>, de CO, des COVNM, des BC et des TSP, les facteurs d'émission de rang 2 sont les mêmes que les facteurs d'émission de rang 1 dans le guide EMEP [1280].

## Références utilisées :

- [1] Ministère de l'Ecologie / CGDD / SDES et anciennement Observatoire de l'Energie – Les bilans de l'Energie (données non corrigées du climat). Communication annuelle
- [14] CPDP – Pétrole (publication annuelle)
- [341] COOPER D.A. – HCB, PCB and PCDD/F emissions from ships, Atmospheric Environment 39, Page 4908, Avril 2005
- [666] Bilan de l'énergie Outre-mer annuel compilé par le Citepa.
- [669] GIEC – Guidelines 2006, Volume 2, Chapitre 3

- [1146] Convention MARPOL de l'OMI (Organisation maritime internationale), Annexe 12 : RESOLUTION MEPC.251(66)
- [1147] Convention MARPOL de l'OMI (Organisation maritime internationale), Annexe 13 : RESOLUTION MEPC.176(58)
- [1148] Directive (UE) n° 2003/44 du Parlement européen et du Conseil du 20 novembre 2003 relative aux bateaux de plaisance et aux véhicules nautiques à moteur.
- [1149] Base de données de la flotte de bateau de pêche en Europe : EU Fleet Register. [https://webgate.ec.europa.eu/fleet-europa/index\\_en](https://webgate.ec.europa.eu/fleet-europa/index_en)
- [1150] STECF (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries). Balance capacity - indicator table : <https://stecf.jrc.ec.europa.eu/reports/balance>
- [1221] Fourth IMO GHG Study 2020 Full Report
- [1222] Klimont, Z., Kupiainen, K., Heyes, C., Purohit, P., Cofala, J., Rafaj, P., Borken-Kleefeld, J., & Schöpp, W. (2017). Global anthropogenic emissions of particulate matter including black carbon. Atmospheric Chemistry and Physics, 17(14), 8681–8723. <https://doi.org/10.5194/acp-17-8681-2017>
- [1280] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1.A.3.d Navigation -shipping
- [1281] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023 - 1.A.3.b.i-iv Road transport

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

Le calcul est basé sur la détermination d'un parc de bateau de pêche par motorisation, par norme et par puissance, auquel il est attribué des heures de navigation afin d'obtenir un parc flottant en kWh. Cette distribution du parc flottant est ainsi appliquée aux données de consommation afin d'estimer les niveaux de polluants selon la méthode de rang 2 à partir de facteurs d'émission en g/t ou g/GJ. Les émissions de GES sont quant à elles obtenues en appliquant les facteurs d'émissions en g/GJ directement aux données de consommations pour chaque type de carburant.

### Détermination du parc statique de bateaux de pêche

Les bateaux de pêche à moteur diesel sont classifiés selon :

- La norme d'émission dans le cadre de la convention MARPOL ([1146], [1147]) :
  - TIER 0 : les bateaux mis en marché avant 2000 ;
  - TIER I : les bateaux mis en marché entre 2000 et 2009 (inclus) ;
  - TIER II : les bateaux mis en marché entre 2010 et 2015 (inclus) ;
  - TIER III : les bateaux mis en marché à partir de 2016
- La motorisation : moteurs à haute vitesse (HSD), moteurs à moyenne vitesse (MSD).

Les bateaux de pêche naviguant à l'essence sont classifiés selon :

- La norme d'émission dans le cadre de la directive (UE) n° 2003/44 [1148] :
  - *Pre-control* : les bateaux mis en marché avant 2006 ;
  - *Stage I* : les bateaux mis sur le marché à partir de 2006.
- La motorisation : moteurs 2 temps et à 4 temps.



La répartition du parc statique, par puissance moteur et année de mise en service, est déterminée à partir des données statistiques ([1149]). Il en résulte un parc statique de navires par puissance moteur (kW), par motorisation et norme.

#### Détermination du parc flottant de bateaux de pêche

Le parc flottant est déterminé à partir du parc statique précédemment estimé, de la part inactive de navire et du nombre d'heures en mer des navires actifs.

A partir des statistiques ([1150]), la part inactive de bateaux et le nombre de jours en mer par type de navire sont estimés. Il en résulte un parc flottant de navires par motorisation, par norme et par puissance mise en jeu (kWh).

L'hypothèse de répartition constante entre 25% de bateaux à moteurs 2-temps et 75% à 4-temps est considérée pour les bateaux essence.

Une répartition en pourcentage des normes par motorisation est calculée pour répartir les consommations de carburants.

#### Les ventes de carburants à destination des bateaux de pêche

Pour la métropole, les consommations de carburants sont les suivantes :

- Fioul lourd (FOL) : Les consommations sont issues du CPDP [14] qui fournit les consommations totales attribuées à la pêche. A noter que depuis 1997, il n'y a plus de ventes de FOL pour la pêche.
- Gazole pêche : Les consommations sont issues du bilan d'énergie de la France Métropolitaine [1].
- Essence : Les consommations sont issues du CPDP [14] qui fournit les consommations totales attribuées à la pêche.
- Lubrifiant : 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.

Pour les Départements-Régions d'Outre-mer (DROM), les consommations totales de combustibles (gazole et essence) sont établies selon le bilan d'énergie réalisé au Citepa [666].

La répartition en pourcentage du parc flottant obtenue auparavant (par motorisation et par norme) est appliquée aux consommations totales par type de combustible.

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).

#### Les émissions

Les émissions par type de substance sont calculées comme le produit de ces consommations par les facteurs d'émissions associés.

## Méthode d'estimation des émissions de gaz à effet de serre (NID) :

### **Emissions de CO<sub>2</sub>**

Les facteurs d'émission retenus sont les valeurs spécifiques françaises par défaut, cf. section générale énergie.

**Emissions de CH<sub>4</sub>**

Les émissions de CH<sub>4</sub> sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible issus des lignes directrices du GIEC 2006 [669] appliquées uniformément à tous les navires et toutes les années. Ces valeurs sont égales à 5,2 g/GJ pour l'essence et à 7,0 g/GJ pour le gazole et le fioul lourd.

**Emissions de N<sub>2</sub>O**

Les émissions de N<sub>2</sub>O sont déterminées au moyen de facteurs d'émission par combustible issus des lignes directrices du GIEC 2006 [669] appliquées uniformément à tous les navires et toutes les années. Ces valeurs sont égales à 1,8 g/GJ pour l'essence et à 2 g/GJ pour le gazole et le fioul lourd.

**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<sub>2</sub>**

Les teneurs en soufre des différents combustibles évoluent non linéairement au cours du temps et sont très différentes d'un combustible à l'autre, cf. base de données OMINEA.

**Emissions de NO<sub>x</sub>**

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement, de sa charge elle-même variable selon les phases et du combustible. Les valeurs utilisées sont issues du guide EMEP [1280].

Les facteurs d'émission appliqués en g/GJ pour le gazole sont les suivants :

**Tableau 23 : Facteurs d'émission de NO<sub>x</sub> du gazole pêche exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	TIER 0	TIER I (1)*	TIER I (2)*	TIER II	TIER III
moteur diesel à haute vitesse (HSD)	930	808	808	563	119
moteur diesel à moyenne vitesse (MSD)	1359	1327	1327	1019	125

\*La catégorie TIER I a été divisée en deux catégories intermédiaires dans le cadre de la convention MARPOL [1147] : TIER I (1) pour les bateaux mis en marché entre 2000 et 2004 (inclus) et TIER I (2) pour les bateaux mis en marché entre 2005 et 2009 (inclus).

Pour le fioul lourd, le facteur d'émission appliqué est égal à 1 383 g/GJ (guide EMEP [1280]).

En ce qui concerne les bateaux à essence, les facteurs d'émission en g/GJ sont les suivants :

**Tableau 24 : Facteurs d'émission de NO<sub>x</sub> des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	pre-control	stage I
2 temps	74	74
4 temps	609	586

### Emissions de COVNM

Pour les motorisation Diesel, le facteur d'émission dépend uniquement du combustible. Les valeurs utilisées sont issues du guide EMEP [1280].

Pour le fioul lourd, le facteur d'émission est de 45 g/GJ et pour le gazole de 46 g/GJ.

Pour l'essence, les facteurs d'émission qui dépendent de la motorisation et de la norme du moteur, sont les suivants (en g/GJ).

**Tableau 25 : Facteurs d'émission de COVNM des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	pre-control	stage I
2 temps	5 295	583
4 temps	607	664

### Emissions de CO

Pour les motorisation Diesel, le facteur d'émission dépend uniquement du combustible. Les valeurs utilisées sont issues du guide EMEP [1280].

Pour le fioul lourd, le facteur d'émission est de 106 g/GJ et pour le gazole de 104 g/GJ.

Pour l'essence, les facteurs d'émission qui dépendent de la motorisation et de la norme du moteur, sont les suivants (en g/GJ).

**Tableau 26 : Facteurs d'émission du CO des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	pre-control	stage I
2 temps	10 932	6 340
4 temps	19 341	7 909

### Emissions de NH<sub>3</sub>

Le facteur d'émission utilisé est celui des bateaux de plaisance [1280]. Le facteur d'émission est de 0,175 g/GJ pour le fioul lourd et de 0,164 g/GJ pour le gazole.

Pour l'essence, les facteurs d'émission qui dépendent de la motorisation et de la norme du moteur, sont les suivants (en g/GJ).

**Tableau 27 : Facteurs d'émission du NH<sub>3</sub> des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	pre-control	stage I
2 temps	0,068	0,068
4 temps	0,114	0,114

### Emissions de poussières totales en suspension et particules (TSP, PM<sub>xx</sub>)

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement, de sa charge elle-même variable selon les phases d'exploitation du bateau et du combustible. Les valeurs de FE utilisées de sont issues du rapport d'étude sur les GES de l'OMI [1221]. Elles sont dépendantes du taux de soufre présent dans le carburant comme l'illustrent les formules ci-dessous.

$$FOL : EF_{e,PM_{10}} \left( \frac{g}{kWh} \right) = 1,35 + SFC_i * 7 * 0,02247 * (S - 0,0246) \quad (1)$$

$$DML : EF_{e,PM_{10}} \left( \frac{g}{kWh} \right) = 0,23 + SFC_i * 7 * 0,02247 * (S - 0,0024) \quad (2)$$

Avec :

- $SFC_i$  : Consommation spécifique de carburant en (g/kWh)
- $S$  : Le taux de soufre

La conversion des émissions de g/kWh vers g/GJ est réalisée à partir des consommations spécifiques Tier II suivantes et issues de [1280] :

**Tableau 28 : Consommations spécifiques de carburant exprimées en g/kWh et ventilées par type de moteur et de carburant.**

Motorisation	Carburant	SFOC (g/kWh)
moteur diesel à haute vitesse (HSD)	Fioul lourd	234
moteur diesel à moyenne vitesse (MSD)	Fioul lourd	202
moteur diesel à haute vitesse (HSD)	Gazole pêche	224
moteur diesel à moyenne vitesse (MSD)	Gazole pêche	193

Selon le guide méthodologique EMEP/EEA 2023 [1280], le total des poussières en suspension (TSP) est considéré comme étant composé à 100 % de particules ayant une taille inférieure à 10 micromètres et 85 % de particules ayant une taille inférieure à 2,5 micromètres. Pour l'essence, les facteurs d'émission des TSP en g/GJ, sont les suivants.

**Tableau 29 : Facteurs d'émission des TSP des motorisations essence exprimés en g/GJ, ventilés par norme et type de moteur.**

Motorisation	pre-control	stage I
2 temps	286	286
4 temps	4,27	4,27

Les PM<sub>1,0</sub>, quant à elles, se distribuent par rapport aux PM<sub>2,5</sub> à raison de 92% pour le diesel et le FOL. Cette hypothèse est issue du modèle d'émission COPERT de la section OMINEA\_1A3b\_road transport.

### Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

Le facteur d'émission dépend du type d'équipement, de sa charge elle-même variable selon les phases et du combustible. L'élaboration d'un facteur d'émission de référence est réalisée selon les facteurs d'émissions ci-dessous.

**Tableau 30 : Facteurs d'émission de référence du BC ventilés par carburant et type de moteur et exprimé en g/GJ.**

Type moteur Diesel	Carburant	BC (g/GJ)*
Haute vitesse (HSD)	Fioul lourd	1,96
Moyenne vitesse (MSD)	Fioul lourd	2,26
Haute vitesse (HSD)	Gazole pêche	0,98
Moyenne vitesse (MSD)	Gazole pêche	1,14

\*Les facteurs d'émissions sont donnés pour un taux de soufre de 1,42 et 0,09% pour le fioul lourd et le gazole respectivement.

Dans un second temps, le facteur d'émission de BC est corrigé en fonction de la teneur en soufre du carburant en conservant la tendance observée dans [1222].

Concernant les motorisations essence, le facteur d'émissions de BC est établi à partir d'un ratio de  $PM_{2,5}$ , à savoir 5 %.

### Emissions de métaux lourds (ML)

Pour la combustion, les facteurs d'émission des métaux lourds sont issus de la section générale OMINEA\_1A\_fuel emission factor pour le gazole, l'huile et l'essence. En revanche, pour le fioul lourd, les facteurs d'émissions proviennent de [1280] et sont les suivants :

**Tableau 31 : Facteurs d'émission des métaux lourds pour le FOL, exprimés en mg/GJ.**

Métal lourd	FE (mg/GJ)
As	17,00
Cd	0,50
Cr	18,00
Cu	31,25
Hg	0,50
Ni	800
Pb	4,50
Se	5,25
Zn	30,00

### Emissions de dioxines et furanes (PCDD-F)

Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles [341] : 11,7 ng/GJ pour le fioul lourd, 3,05 ng/GJ pour le gazole et 0,455 ng/GJ pour l'essence.

### Emissions d'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 la pêche ni le maritime dans son ensemble dans le guide EMEP/EEA, ceux du transport routier [1281] sont utilisés à défaut.

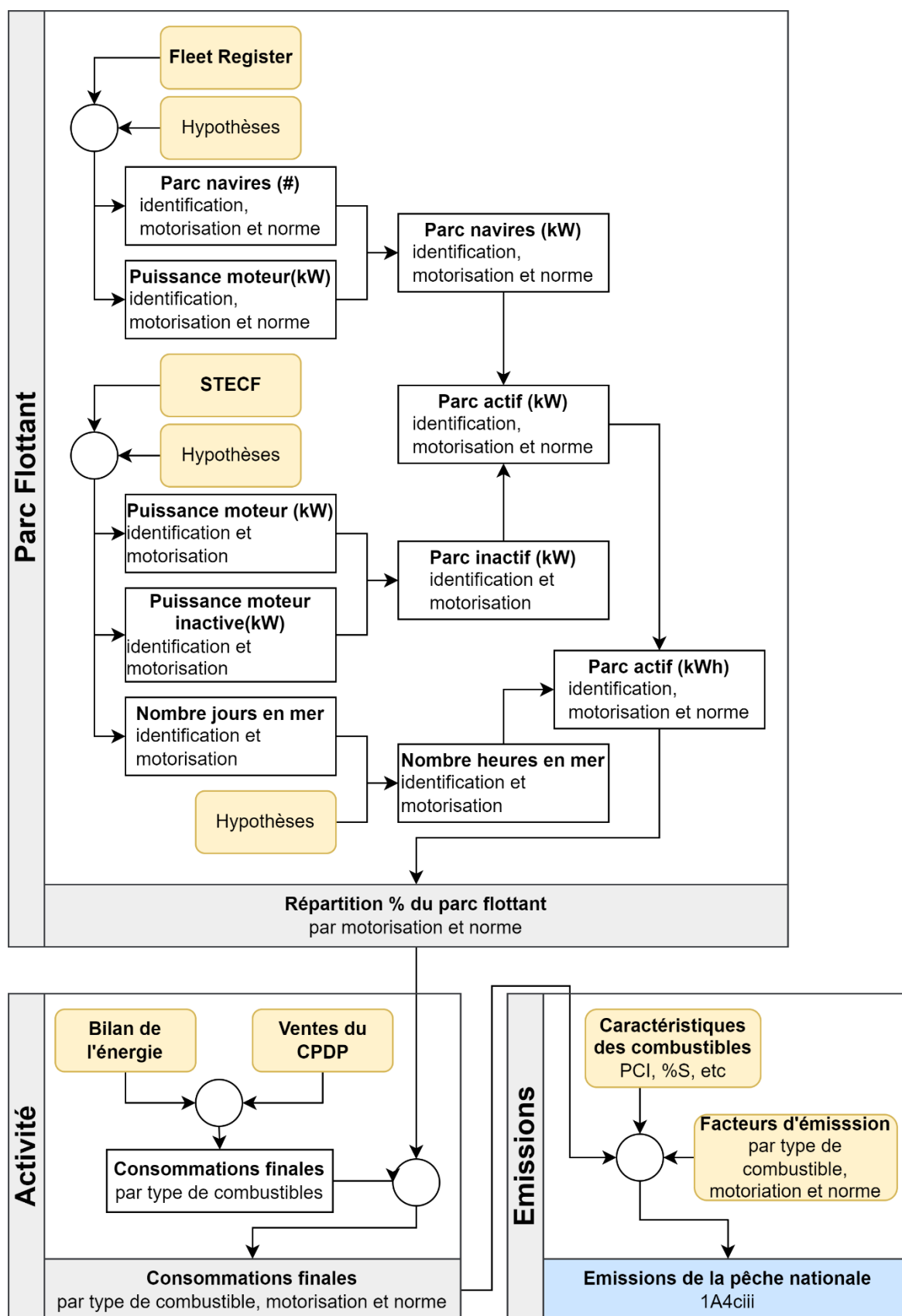
**Emissions de polychlorobiphényles (PCB)**

Les émissions de PCB sont supposées négligeables pour l'essence. Pour les autres combustibles, les émissions sont déterminées à partir de la référence [341] : 14 µg/GJ pour le Fioul lourd et 0,89 µg/GJ pour le gazole.

**Emissions d'hexachlorobenzène (HCB)**

Les émissions sont déterminées à partir des facteurs d'émission spécifiques aux combustibles [341] : 3,5 et 1,88 µg/GJ pour le Fioul lourd et le gazole respectivement. Pour l'essence, le facteur d'émission évolue en fonction du temps.

Figure 6 : Logigramme du processus d'estimation des émissions de la pêche



# Crédit des illustrations

Autres secteurs | Introduction (de gauche à droite et de haut en bas)

@ Randy FATH / Unsplash

@ Beazy / Unsplash

@ Vidar Nordli MATHIESEN / Unsplash



