

## Baromètre des émissions mensuelles nationales Note de contexte et éléments méthodologiques

### Contexte

L'urgence climatique et les dépassements de normes de qualité de l'air conduisent les décideurs publics et experts à évaluer, et opter pour des politiques et mesures avec une réactivité accrue. Le Citepa, dans ses publications des inventaires au format Secten édite annuellement des inventaires d'émissions consolidés (relatifs à l'année N-2, au cours de l'année N), ainsi qu'une pré-estimation des émissions relatives à l'année N-1.

Afin de faciliter cette réactivité d'analyse et de décisions, le Citepa édite depuis octobre 2020, un baromètre des émissions nationales de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, portant sur les émissions de l'année en cours. Après une période initiale de rodage, le Citepa sort à présent tous les trois mois des émissions mensuelles avec 3 mois de décalage.

Le baromètre des émissions mensuelles est réalisé par le Citepa en auto-financement mais dans le cadre et sur la base du système national d'inventaire des émissions soutenu par la DGEC du MTE.

Lors de son lancement en 2020, ce baromètre des émissions mensuelle en cours d'année a été particulièrement utile pour suivre et analyser les impacts des mesures sanitaires en lien avec la Covid-19 sur les émissions de polluants et GES au fil des mois de 2020 et 2021.

En 2022, ce baromètre permet aussi de rendre compte au fil des mois des évolutions particulières des émissions dans le contexte de la crise énergétique et du plan de sobriété.

**NB :** ces chiffres du baromètre mensuel sont au périmètre de la France Métropolitaine + Outre-mer faisant partie de l'UE pour les GES et au périmètre Métropole pour les polluants atmosphériques.

### Éléments méthodologiques

Le même type d'approche méthodologique utilisée pour la pré-estimation de l'inventaire annuel N-1 (publié tous les ans avec les sorties d'inventaire Secten) est appliquée ici. Le principe est d'estimer des émissions mensuelles du mois M de l'année en cours N, en utilisant la même approche mais avec un changement d'échelles temporelles. Ceci est rendu possible grâce à la disponibilité et l'usage d'indicateurs, de statistiques et/ou de profils d'activités mensuelles.

Chaque édition du baromètre permet de donner des émissions mensuelles à un niveau de fiabilité et de précision inégalées, malgré une certaine incertitude attachée à ce type d'estimations précoces et avec résolution temporelle.

Grâce à ce processus et à ces bases de données, les émissions nationales mensuelles sont présentées avec un décalage de trois mois (e.g. dans l'édition de décembre année N les émissions jusqu'à septembre N sont incluses).

Selon le type de données disponibles pour la mensualisation des émissions, différents types d'approches sont utilisées.

**Méthodes d'estimation des émissions du mois (m) de l'année en cours (N) pour un secteur (s) :**

### 1) Approche par indicateur avec données mensuelles :

Il s'agit de pouvoir disposer déjà d'un inventaire de l'année juste passé (N-1) en version temporalisée/mensualisée. Cet inventaire mensualisé de l'année N-1 est ensuite couplé avec, autant que possible, les évolutions temporelles d'indicateurs mensuels, afin d'estimer les émissions au fil des mois de l'année en cours (N).

En termes de principe méthodologique, c'est en quelque sorte une transposition de l'approche inventaire pré-estimé annuel, avec un changement d'échelle, du niveau de l'échelle annuelle à l'échelle mensuelle :

$$E(m, N, s) = E(m, N-1, s) * [ I(m, N, s) / I(m, N-1, s) ]$$

Avec E : émissions ; I : indicateur ; m : mois m ; N : année N en cours ; N-1 : année N-1 juste passée ; s : secteur s

Dans cette approche, par secteur, un indicateur mensualisé doit être identifié comme variable « proxy » d'évolution temporelle, pour l'année en cours N et pour l'année N-1 juste passée.

Cette approche avec indicateur mensuel est basée sur des statistiques/données mensuelles comme celles du CPDP, INSEE, SDeS, voire autres sources pertinentes, comme indicateur d'évolution temporelle/mensuelle d'une source d'émissions de l'inventaire.

Les statistiques SDeS en termes de bilans énergétiques mensuels ont été identifiées plus récemment comme indicateurs mensuels par rapport aux consommations énergétiques mensuelles du CPDP qui étaient utilisées depuis de nombreuses années pour l'inventaire pré-estimé Secten annuel N-1. Après analyse comparative des données de consommations du SDeS et celles du CPDP, il s'avère in fine, qu'il s'agit soit exactement des mêmes données, soit de données cohérentes qui peuvent différer légèrement en termes de présentation (e.g. plus ou moins agrégées). Les indicateurs de consommations du CPDP sont donc conservés, en les complétant le cas échéant d'indicateurs SDeS lorsque ces derniers sont plus détaillés par sous-secteur (e.g. cas des consommations des combustibles minéraux solides par secteur du SDeS...).

### 2) Approche sectorielle spécifique :

Dans certains cas, l'approche par indicateur est remplacée par une approche sectorielle spécifique : i.e. cas où les émissions mensuelles sont estimées spécifiquement et directement au niveau d'un calcul d'émissions d'un secteur.

### 3) Approche par profil temporel par défaut :

Pour certains secteurs, il n'y a pas d'indicateurs mensuels ou autres données temporelles disponibles au fil du temps. Par contre, il peut être déterminé un profil temporel type, e.g. pourcentage de répartition mensuelle par défaut, le même pour toutes les années. Ce profil temporel type est alors utilisé pour mensualiser les émissions de l'année N-1, ainsi que, si disponible, la projection annuelle des émissions de l'année N en cours.

### 4) Approche « report »

Pour un secteur donné, lorsque : aucun indicateur mensuel, aucun profil temporel, ni aucune estimation spécifique sectorielle n'est disponible, les émissions du secteur (s), pour le mois (m) de l'année en cours (N) est un simple report des émissions du secteur (s), pour le mois (m) de l'année passée (N-1).

## Inventaire d'émissions année N-1

Quel que soit l'approche d'estimation des émissions mensuelles de l'année en cours N, il est nécessaire de disposer d'une estimation d'inventaire d'émissions de l'année juste passé (N-1) en version mensualisée.

L'inventaire des émissions de l'année (N-1) correspond en principe à l'inventaire pré-estimé N-1 sorti dans Secten au cours de l'année N.

La mensualisation de cet inventaire annuel pré-estimé N-1 se fait selon les mêmes approches 1) 2) ou 3) mentionnées ci-dessus. Ainsi, les mêmes indicateurs ou profils mensuels par secteur pourront être utilisés selon la formule suivante :

$$E(m, N-1, s) = E(N-1, s) * I(m, N-1, s) / I(N-1, s)$$

Avec E : émissions ; I : indicateur ; m : mois m ; N-1 : année N-1 juste passée ; s : secteur s

Pour l'UTCATF, il faut noter que déjà l'inventaire pré-estimé de l'année N-1 est un simple report de l'inventaire UTCATF consolidé N-2. Par ailleurs, il n'est pas actuellement envisagé de chercher à estimer une réelle temporalisation du bilan annuel UTCATF pour les raisons suivantes :

- On ne dispose pas d'indicateur de mensualisation pour tous les sous-secteurs UTCATF,
- A la différence des autres secteurs, l'UTCATF ne s'intéresse qu'au GES et impacts changements climatiques, ce qui est un enjeu de long terme, il y a donc assez peu d'utilité à connaître son bilan puits/émissions par mois.
- La temporalité des émissions en temps réel n'est pas une contrainte/objectif des méthodes UTCATF : même au niveau annuel, dans certains cas, on estime des émissions dans l'année qui en fait se réalise physiquement sur plusieurs années. Donc peu d'intérêt d'aller aux émissions mensuelles.
- Il y a déjà de fortes incertitudes sur les bilans annuelles de l'UTCATF et même sur leurs évolutions interannuelles. Qu'en serait-il pour des bilans mensuels et leurs évolutions inter-mensuelles ?

Pour l'agriculture, des estimations de temporalisation/mensualisations spécifiques des émissions ont été développées dans le cadre de ces travaux, cf. annexe 1 et annexe 2.

## Niveau de précision

En termes de précision, ces estimations du baromètre au total des 12 mois de l'année sont très proches des inventaires annuels nationaux. Par exemple, par rapport à l'inventaire N-1 pré-estimé relatif à 2021 publié dans Secten de juin 2022, le baromètre cumulé 2021 publié en mars 2022 donne des écarts respectifs pour les CO<sub>2</sub>e, NO<sub>x</sub>, COVNM, PM<sub>10</sub> de : 0.2%, 2.6%, -0.9%, 1.8%. Par rapport à l'inventaire N-2 consolidé relatif à 2020 publié dans Secten de juin 2022, le baromètre cumulé 2020 publié en mars 2021 donnait un écart pour le total CO<sub>2</sub>e d'environ 2% (mais qui intégrait aussi les écarts de changements méthodologiques avec 2 éditions d'inventaires).

Il faut donc garder en tête que ces chiffres d'émissions mensuelles du baromètre restent des indicateurs et des estimations provisoires. Il est nécessaire d'attendre la publication des inventaires nationaux annuels pour disposer de chiffres plus consolidés.

## Perspectives

Pour ce qui est de perspectives, on pourrait imaginer si le besoin se présente, de pouvoir utiliser cet outil baromètre des émissions mensuelles, en mode prospectif : i.e. pour simuler les impacts émissions dans les mois à venir de scénarios/hypothèses d'évolutions d'activités. Par exemple cet outil pourrait être utilisé pour avoir des idées d'impacts émissions de différents scénarios d'approvisionnements/ disponibilités/ usages de ressources énergétiques dans les prochains mois. Cette extension d'usage en mode prospectif consisterait à remplacer les indicateurs historiques des mois passés par des indicateurs correspondant à des projections/hypothèses pour les mois à venir.

## Annex 1 - Temporalisation des émissions des cultures

### Données générales - Fertilisation minérale et organique

**Pour la fertilisation minérale et organique, une estimation des apports mensuels d'engrais azotés minéraux et des quantités d'effluents apportées est réalisée pour mensualiser les émissions.**

Les données recherchées sont les dates d'épandage des engrais organiques et minéraux. Ensuite, il est nécessaire de traduire ces informations en émissions. Les émissions dépendent notamment de la forme d'engrais et s'étendent après la date de l'apport. La méthodologie appliquée ici s'appuie uniquement sur les quantités d'azote minéral apporté annuel mais elle ne tient pas compte des types d'engrais, des conditions climatiques (température lors de l'apport par exemple) qui peuvent influencer la volatilisation de l'ammoniac - mais cette dépendance temporelle aux conditions climatiques dans le cadre de l'amélioration continue, pourrait faire l'objet d'investigations à venir.

### Emissions de NH<sub>3</sub> liées à la fertilisation azotée minérale

**Le profil des apports d'engrais minéraux découle de l'expertise Unifa qui donne une répartition mensuelle, en pourcentage de la fertilisation azotée minérale totale, par ancienne région, pour les cultures principales de printemps et d'automne. Ces données ont été croisées avec les doses d'apport minéral par culture par région, et avec les surfaces par région (SAA 2016). On obtient ainsi une répartition moyenne des apports d'azote minéral totaux par mois sur une année type. Concernant le profil de décroissance des émissions, on considère que pour les engrais minéraux, la moitié de l'émission liée à un apport pendant le mois m a lieu le mois suivant m+1. Cette clé de répartition mensuelle est la même pour toutes les années.**

Pour 2019, les livraisons annuelles d'engrais azotés de l'Unifa moyennées sur 2 ans (campagnes 2018 et 2019) ont été utilisées. Les données annuelles 2020 n'étant pas disponibles, ce sont les données 2019 annuelles qui ont été reportées.

### Emissions de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O liées à la fertilisation azotée organique (effluents animaux, boues, composts)

**Pour effectuer la répartition mensuelle de ces émissions, une répartition mensuelle des quantités d'engrais organiques apportés est estimée. Le profil mensuel des apports a été défini à partir des dates d'épandage organique issues :**

- des données disponibles sur les calendriers culturels pour les cultures principales (fiches techniques Cultures Arvalis, Terres Inovia...), données à dire d'expert sur les périodes optimales de fertilisation organique des cultures, en fonction du type d'engrais organique (fumier, lisier, fientes de volailles) ;
- des dates d'interdiction d'épandage à partir des calendriers de la directive Nitrates, selon les types d'effluents épandus (type I ou II).

**Les dates d'apports d'effluents ont été croisées avec les doses d'apport organique totales sur une année pour une culture à partir des données de l'enquête Pratiques Culturelles 2011, afin d'obtenir une répartition mensuelle des apports d'effluents (tonnes N épandues par mois). Les émissions de la fertilisation organique sont ainsi réparties au prorata de la quantité globale d'azote organique apporté par mois toute culture confondue (% par mois).**

**Cette clé de répartition mensuelle est la même pour toutes les années.**

Pour l'annuel 2019, l'indicateur faisant varier les émissions est l'azote total épandu estimé à partir de l'évolution des cheptels. Pour l'annuel 2020, les données annuelles 2019 ont été reportées.

### Emissions de polluants (PM, BC, TSP, Nox...) liés au brûlage des résidus de culture et sarments de vigne

Les émissions annuelles sont réparties par mois selon une **clé de répartition fixe dans le temps**, définie à partir des calendriers des cultures définissant des périodes de brûlage. Pour l'annuel 2019, l'indicateur faisant varier les émissions sont les surfaces des cultures (Conjoncture Agreste publiée en septembre 2020 pour les surfaces et productions des grandes cultures et vignes). Pour l'annuel 2020, les données annuelles 2019 ont été reportées.

## Annexe 2 - Temporalisation - Emissions de l'élevage

### Données générales - Cheptels

Les principales données d'activité en élevage sont les effectifs moyens annuels par espèce. Quelle que soit l'espèce concernée, on ne considère pas de saisonnalité des effectifs : les effectifs moyens annuels correspondent aux effectifs moyens mensuels (*par exemple, on a environ 3,5 millions de vaches laitières en métropole, ces vaches sont bien présentes toute l'année donc l'effectif moyen annuel correspond à l'effectif moyen mensuel*). Les statistiques sur les effectifs 2019 ont été mobilisées. Les données 2020 n'étant pas disponibles, ce sont les données 2019 qui ont été reportées.

### Les émissions de CH<sub>4</sub> liées à la fermentation entérique

Les émissions mensuelles de CH<sub>4</sub> de la fermentation entérique sont considérées constantes au cours de l'année (1/12 de l'émission annuelle), exception faite des vaches laitières pour lesquelles on considère une émission plus forte lorsque la livraison mensuelle de lait à l'industrie augmente. En effet, les émissions de CH<sub>4</sub> entérique étant dépendante du rendement laitier et les effectifs étant considérés constants au fil de l'année, on considère qu'une augmentation de la livraison correspond à une hausse de production et donc du rendement. Pour les autres animaux, les facteurs d'émission sont constants dans le temps. [Le calcul des émissions 2019 a pu être mis à jour grâce à la disponibilité des statistiques sur les effectifs](#). Pour les vaches laitières, les émissions mensuelles 2020 sont estimées à partir des données mensuelles 2019 et de l'évolution de la livraison de lait à l'industrie entre les mêmes mois de ces deux années. Pour les autres animaux, les données 2020 correspondent aux données 2019 reportées, faute de statistiques disponibles.

### Les émissions de NH<sub>3</sub> et de particules au bâtiment

Les émissions annuelles sont réparties par mois selon une clé de répartition fixe dans le temps. On attribue ces émissions au prorata du temps passé au bâtiment par les animaux au cours de l'année. Les espèces alternant bâtiment et extérieur se retrouvent au bâtiment durant l'hiver (bovins, ovins...). Certaines espèces ne vivent qu'en bâtiment : dans ces cas-là, l'émission est répartie équitablement sur 12 mois. [Les émissions 2019 ont été estimées à partir des effectifs mis à jour](#). Pour 2020, les données 2019 ont été reportées.

### Les émissions de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> liées au stockage des déjections

Pour effectuer la répartition mensuelle de ces émissions, une répartition mensuelle de l'excrétion des animaux au bâtiment est faite, suivie d'une estimation du moment d'arrivée de ces déjections au stockage, par espèce. Ces quantités arrivant au stockage sont ensuite comparées aux principales fenêtres d'épandage correspondant aux besoins de culture, afin d'estimer des moments de vidange de ces ouvrages de stockage. Cette modélisation permet alors d'estimer un pourcentage de remplissage, variable au cours de l'année, de ce stockage fictif par les effluents des principales espèces (bovins, porcins, volailles, autres espèces). Les émissions du stockage sont alors réparties au prorata du remplissage mensuel. Pour 2020, les données 2019 ont été reportées.

*NB : pour les émissions de CH<sub>4</sub> liées au stockage du lisier, un paramètre supplémentaire module la répartition mensuelle des émissions, à savoir la température moyenne mensuelle.*

### Les émissions de NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> de la pâture

Les émissions annuelles sont réparties par mois selon une clé de répartition mensuelle la même pour toutes les années. On attribue ces émissions au prorata du temps passé à l'extérieur par mois par les animaux au cours de l'année. Pour 2020, les données 2019 ont été reportées.