



Rapport **OMINEA** | Déchets Ed. 2025

Organisation et méthodes des
inventaires nationaux des émissions
atmosphériques en France

Rapport OMINEA | Déchets Ed. 2025

Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

Avril 2025

Rédaction	
Contributeurs	Romain BORT, Vincent MAZIN, Shouwen ZHANG.

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

Pour citer ce document :

Citepa, 2025. Rapport OMINEA | Déchets – 22^{ème} 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 | 4. Déchets.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-omine/>

@ Citepa

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

www.citepa.org | contact@citepa.org



Sommaire

Table des illustrations.....	3
Table des tableaux.....	4
Préambule	5
Traitement des déchets Introduction	6
Stockage des déchets solides	7
Traitements biologiques des déchets	23
Incinération et feux ouverts de déchets	30
Incinération de déchets dangereux	32
Crémation.....	39
Incinération de déchets hospitaliers	43
Incinération des boues d'assainissement.....	49
Feux de véhicules	54
Brûlage de plastiques agricoles.....	58
Feux ouverts de déchets verts.....	60
Traitements et rejets des eaux usées.....	65
Feux de bâtiments	80

Table des illustrations

Figure 1 : Historique des installations de stockage de déchets non dangereux en France	10
Figure 2 : Evolution de la production d'ordures ménagères : comparaison entre 1993, 2007 et 2017	14
Figure 3 : OMR. Composition en pourcentage massique : comparaison entre 1993, 2007 et 2017.....	14
Figure 4 : Matrices de passage entre les catégories de déchets ADEME et GIEC pour les années 1993, 2007 et 2017	15
Figure 5 : Historique des facteurs d'oxydation (Ox) des installations de stockage contrôlées non compactées	19
Figure 6 : Historique des facteurs d'oxydation (Ox) des installations de stockage contrôlées non compactées	19
Figure 7 : Feux de véhicules en France (hors territoires d'outre-mer).....	61
Figure 8 : Répartition des méthodes de traitement des eaux usées domestique en France métropolitaine	68
Figure 9 : Emissions de CH ₄ et de N ₂ O associées au traitement et au relargage des eaux usées domestiques .	69
Figure 10 : Répartition des méthodes de traitement des eaux usées domestique dans les départements d'outre-mer	72
Figure 11 : Réactions de transformation de l'azote par nitrification et dénitrification	76
Figure 12 : Répartition des feux de bâtiments par catégorie en 2022	82

Table des tableaux

Tableau 1 : Facteurs d'émission du CH ₄ associés au compostage industriel des déchets	26
Tableau 2 : Facteurs d'émission du CH ₄ associés au compostage domestique des déchets.....	26
Tableau 3 : Facteurs d'émission du CH ₄ associés à la méthanisation des déchets (hors méthanisation agricole)	27
Tableau 4 : Taux d'humidité (%) selon les types déchets	27
Tableau 5 : Facteurs d'émission du N ₂ O associés au compostage industriel des déchets	28
Tableau 6 : Facteurs d'émission du N ₂ O associés au compostage domestique des déchets	28
Tableau 7 : Facteurs d'émission de N-NH ₃ associés au compostage industriel des déchets.....	29
Tableau 8 : Taux d'humidité (%) selon les types déchets	29
Tableau 9 : Facteurs d'émission de NH ₃ associés au compostage industriel des déchets.....	29
Tableau 10 : Facteurs d'émission de NH ₃ associés au compostage domestique des déchets.....	29
Tableau 11 : Facteurs d'émission du CO ₂ associés à l'incinération de déchets dangereux.....	34
Tableau 12 : Facteurs d'émission du CH ₄ associés à l'incinération de déchets dangereux.....	34
Tableau 13 : Facteurs d'émission du N ₂ O associés à l'incinération de déchets dangereux.....	35
Tableau 14 : Facteurs d'émission du SO ₂ associés à l'incinération de déchets dangereux	35
Tableau 15 : Facteurs d'émission des NO _x associés à l'incinération de déchets dangereux.....	35
Tableau 16 : Facteurs d'émission des COVnM associés à l'incinération de déchets dangereux	35
Tableau 17 : Facteurs d'émission du CO associés à l'incinération de déchets dangereux.....	36
Tableau 18 : Facteurs d'émission des TSP associés à l'incinération de déchets dangereux	36
Tableau 19 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre de l'incinération de déchets dangereux	36
Tableau 20 : Facteurs d'émission des métaux lourds associés à l'incinération de déchets dangereux	37
Tableau 21 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre de la crémation de corps humains	41
Tableau 22 : Facteurs d'émissions de SO ₂ , NO _x , COVNM et CO associés à l'incinération de déchets hospitaliers	46
Tableau 23 : Facteurs d'émissions des TSP associés à l'incinération de déchets hospitaliers.....	47
Tableau 24 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre de l'incinération de déchets hospitaliers	47
Tableau 25 : Facteurs d'émissions des métaux lourds associés à l'incinération de déchets hospitaliers.....	47
Tableau 26 : Facteurs d'émissions de PCDD-F associés à l'incinération de déchets hospitaliers	48
Tableau 27 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre de l'incinération des boues.....	52
Tableau 28 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre des feux de véhicules	56
Tableau 29 : Facteurs d'émissions des métaux lourds associés aux feux de véhicules	57
Tableau 30 : Paramètres de calcul des émissions de CO ₂ associées aux feux de déchets verts	62
Tableau 31 : Part des émissions des PM ₁₀ , PM _{2,5} et PM _{1,0} dans le cadre des feux de déchets verts	63
Tableau 32 : Potentiel d'émission de CH ₄ et de N ₂ O pour les systèmes de traitement et de rejet des eaux usées domestiques	70
Tableau 33 : Potentiel d'émission de CH ₄ et de N ₂ O pour les systèmes de traitement et de rejet des eaux usées industrielles	74
Tableau 34 : Correspondance des types de bâtiments entre les nomenclatures EMEP et celles disponibles ...	81

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 **Déchets**.

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.**



Traitement des déchets | Introduction

Ce volume du rapport OMINEA concerne les activités relatives au traitement des déchets solides, au traitement et au rejet des eaux usées domestiques et industrielles mais aussi, conformément aux lignes directrices internationales sur les inventaires d'émissions nationaux, la crémation, les feux de véhicules et les feux de bâtiments.

Déchets solides

Les différents procédés de traitement des déchets mis en œuvre engendrent des rejets atmosphériques parfois significatifs de substances comme le CH₄ des Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), certains métaux lourds et polluants organiques persistants en ce qui concerne l'incinération.

Les déchets solides de toutes natures sont générés par les ménages, les collectivités et les entreprises (commerces, industries, BTP, installations agricoles, etc.). Une partie des déchets des collectivités et des entreprises est traitée dans des installations recevant des déchets ménagers et est assimilée à des déchets ménagers. Les déchets solides sont éliminés au travers des filières de traitement suivantes :

- Le stockage en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND),
- L'incinération (déchets non dangereux, déchets industriels dangereux, déchets de soins, boues, etc.) et le brûlage (déchets agricoles, feux de déchets verts),
- Les procédés biologiques (compostage industriel et domestique, méthanisation),
- Le tri en vue de la valorisation.

Dans l'inventaire national, conformément aux lignes directrices internationales sur les inventaires d'émissions nationaux, aucune émission n'est associée au procédé de tri et recyclage des déchets.

Eaux usées

Les eaux domestiques et industrielles sont traitées au moyen de filières de traitement collectives ou individuelles ou, de façon marginale, sont rejetées sans traitement. Les boues issues des filières de traitement des eaux usées sont traitées au travers des filières de traitement des déchets solides (stockage, incinération, procédés biologiques).

Rédaction : **Romain BORT, Vincent MAZIN, Shouwen ZHANG**

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Stockage des déchets solides

Cette section se rapporte aux Installations de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND), de type géré compacté, géré non compacté et non géré (cas de l'OM hors UE).

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.A.1 et 5.A.2
CEE-NU / NFR	5.A.1 et 5.A.2
SNAPc (extension Citepa)	09.04.01 et 09.04.02
CE / directive IED	5.4
CE / E-PRTR	5.d
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantités stockées depuis 1950	Valeurs nationales annuelles déduites

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [368] ADEME – Campagnes MODECOM (1993, 2007, 2017)
- [513] INERIS – Caractérisation des biogaz – Bibliographie – mesures sur sites, 2002
- [514] EPA - Background information Document for Updating AP42 section 2.4 for estimating Emissions from Municipal Solid Waste Landfills, 2010
- [607] GIEC – Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 3, Table3.2
- [731] GIEC - IPCC 2019 Waste Tool (modèle de cinétique de dégradation d'ordre 1 des déchets)
- [732] GIEC – Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 2, Table 2.4

[734] SESSI/INSEE – Enquête Biological treatment of wastes (2006, 2008, 2012) sur la production des déchets dans l'industrie

[949] République Française – Circulaire du 14 avril 1962 relative à l'évacuation et au traitement des ordures ménagères

[1071] EMEP/EEA/2023 - Chapter 5.A - Solid waste disposal on land - Table 3-1

[1082] Commissariat général au développement durable - Production et traitement des déchets en France

[1217] GIEC – Guidelines 2019, Volume 5, Chapitre 3, Table3.1

[1351] Quantité de déchets stockés en ISDND - TGAP. Direction générale de la Prévention des risques / Direction générale des Finances publiques

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

Les ISDND sont utilisées pour le stockage des déchets non dangereux (déchets ménagers, déchets industriels banals, boues d'épuration, etc.). En métropole et dans les territoires d'outre-mer inclus dans l'UE, les ISDND sont de type géré compacté et géré non compacté. Dans les territoires d'outre-mer non inclus dans l'UE, des sites de stockage non gérés sont également considérés.

Au début des années 90, la France (métropole et territoires d'outre-mer inclus dans l'UE) comptait près de 500 ISDND de plus de 3 000 tonnes/an en exploitation, dont environ 315 de type compacté (recevant plus de 80% des déchets stockés) [516]. L'ADEME¹ comptabilisait en 2022, 165 installations en exploitation, toutes de type compacté [32].

Les sites de stockage gérés non-compactés ont peu à peu été fermés au profit des ISDND anaérobies, cependant les sites fermés continuent à émettre du fait de la cinétique de la réaction de dégradation de la matière organique.

¹ ADEME : Agence de la transition écologique ((établissement public national sous la tutelle du ministère de l'environnement)

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

Type gestion des ISDND

En France, au cours du temps on peut distinguer trois principaux types de gestion des décharges : les décharges non contrôlées, les décharges contrôlées non compactées et les décharges contrôlées compactées.

Les décharges non contrôlées (*unmanaged SWDS*) :

Les décharges non contrôlées, aussi appelées « décharges brutes » ou « décharges sauvages » correspondent à un déversement de déchets sur le sol, dans une cavité, un ravin ou dans tout autre dépression de terrain. En France, c'était l'unique type de décharge jusqu'en 1935 (date d'ouverture de la première décharge dite « contrôlée »). En 1973, la circulaire du 22/02/1973 en a planifié la disparition progressive. On considère que l'apport de déchets dans ce type de décharges a définitivement cessé en 2005.

Les décharges contrôlées (*managed*) :

La décharge dite « contrôlée » est un mode de gestion introduit en France depuis l'Angleterre en 1935 pour limiter les multiples nuisances des décharges brutes. La gestion consistait à prendre quelques précautions élémentaires pour limiter les proliférations d'animaux (mouches, rats...) et de germes pathogènes. A l'origine, le but de ces pratiques de gestion était de favoriser la fermentation aérobie des déchets mais peu à peu les pratiques ont changé vers une gestion anaérobie en raison des pratiques de compaction des déchets. La circulaire de 1973 [949] spécifie alors trois types de décharges contrôlées : la décharge contrôlée non compactée (avec l'introduction du terme « décharge traditionnelle »), la décharge contrôlée compactée et la décharge simplifiée (décharge temporaire non considérée ci-après).

1. La décharge contrôlée non compactée (ou « décharges traditionnelles »)

Dans la circulaire du 14/04/1962, une décharge est dite « contrôlée » quand des « dispositions sont prises pour que son épaisseur, sa compacité et une couverture de terre permettent d'y réaliser de bonnes conditions pour une fermentation aérobie rapide des ordures » [949] car la fermentation aérobie permet d'éviter les germes pathogènes qui sont généralement anaérobiques. Après déversement des déchets, les couches sont très perméables à l'air. La fermentation aérobie se développe et, favorisée par l'aération et une humidité suffisante, la température augmente jusqu'à atteindre plus de 50°C. Les dispositions à prendre par les opérateurs pour assurer les conditions aérobies sont décrites dans la circulaire [949] :

- Les déchets sont déversés en couches successives de 1,5 à 2,5 mètres. Il est recommandé aux opérateurs d'assurer l'aération en agissant sur la hauteur des couches ;
- Une nouvelle couche n'est disposée que quand la température de la couche précédente est redescendue à celle du sol.

Des règles complémentaires doivent cependant être respectées pour éviter les animaux, les feux et les envols (fine couverture, concassage des bouteilles, écrasage des emballages, etc.).

2. La décharge contrôlée compactée

Dans les années 70, il y a une évolution des pratiques de gestion des déchets du fait de la combinaison de plusieurs aspects :

- Les volumes de déchets générés et stockés augmentent considérablement du fait du développement des emballages ;
- Les emplacements pour construire de nouvelles décharges sont de plus en plus difficiles à trouver (syndrome NIMBY) ;
- La composition des déchets évolue et la fraction de papiers, cartons, plastiques et encombrants augmente (déchets légers mais volumineux) ;
- De nouveaux équipements sont disponibles et en particulier les camions et les autres équipements roulants deviennent plus lourd et moins chers comparativement aux coûts humains.

En conséquence, il y a eu une nécessité croissante de réduire le volume des déchets stockés et l'utilisation de matériel de compactage est devenue rentable dans les grandes décharges.

Le tableau suivant récapitule l'historique des types d'installations de stockage en France.

Figure 1 : Historique des installations de stockage de déchets non dangereux en France

Type d'Installation de Stockage			1934	1968	1969	1970	1980	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Type de gestion		Statut																				
Contrôlé	Contrôlé - Compacté	En activité		10	19	22	224	329	357	235	234	233	227	221	220	218	209	199	193	187	176	165
	Contrôlé - Compacté	Post-exploitation																				
	Contrôlé - Non compacté	En activité	1	9	12	15	197	156	42													
	Contrôlé - Non compacté	Post-exploitation																				
Non contrôlé	Non contrôlé	En activité	>300	>300	>300	>300	>300	≈300	≈200	...												
	Non contrôlé	Post-exploitation																				

Données d'activité

Les données sur les quantités de déchets non dangereux stockés sont disponibles au travers d'enquêtes menées *a minima* tous les deux ans par l'ADEME auprès des ISDND [32]. Les données les plus anciennes disponibles auprès de l'ADEME datent de 1960 concernant les déchets ménagers et 1975 concernant les déchets assimilés (déchets d'activité des entreprises).

Les données nécessaires à l'inventaire national (essentiellement les quantités traitées par type de déchets pour chaque installation) sont maintenant obtenues sous forme d'une base de données auprès de l'ADEME.

A partir de l'édition 2025, les quantités de déchets stockés en ISDND sont transmises par la DGPR et la DGFiP dans le cadre de la Taxe Générale sur les Activités Polluantes [1351]. Les données transmises au Citepa dans

ce cadre s'étalent sur la période courant de 2008 à 2023. Pour les années antérieures, les données issues des enquêtes de l'ADEME sont conservées. Toutefois concernant la composition des déchets est toujours estimée sur la base des enquêtes ITOM.

Les résultats de l'enquête ITOM² font, en outre, l'objet d'un rapport public tous les deux ans. La dernière édition de celui-ci a été publiée en 2024 et concerne les données de l'année 2022. Cette enquête et les données associées concernent l'ensemble des périmètres métropolitain et ultramarins.

Les émissions de particules liées à la manipulation des déchets sont estimées à l'aide de la quantité de déchets minéraux traités annuellement en France. Les déchets minéraux pris en compte sont : le sable, l'argile, les cendres et d'autres matériaux de remplissage produits par les activités de constructions et de démolitions.

Ces données proviennent depuis 2006 des rapports annuels du Commissariat Général au Développement Durable (Traitement de déchets en France). Pour la période avant 2006, les données ne sont pas disponibles et sont considérées constantes [1082].

Quantités de polluants générés

Les déchets mettent plusieurs années à se décomposer, essentiellement en CH₄ et CO₂, et en faible proportion d'autres polluants (COVNM, H₂S, etc.).

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

Une loi cinétique d'ordre 1 est utilisée pour calculer les quantités de CH₄ et de CO₂ générées par le massif de déchets sur la base des quantités de chaque type de déchets stockés chacune des années précédentes, de leur composition et du mode d'exploitation des ISDND (niveau d'anaérobiose du massif, récupération du biogaz ou non).

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ des ISDND dans les formats de rapport CRT (catégorie 5A).

Les émissions de CO₂ biogéniques sont comptabilisées sur la base des quantités générées et des quantités de CH₄ non captées oxydées en CO₂ lors de la traversée de la couverture.

Emissions de CH₄

Méthodologie

² ITOM : Installation de Traitement des Ordures Ménagères.

Les émissions nationales de méthane des Installations de Stockage des déchets Non Dangereux (ISDND) proviennent des installations de stockage de type géré compacté, des installations de stockage de type géré non compacté et des sites de stockage non gérés (dans le cas des territoires d'outre-mer inclus dans l'UE uniquement).

$$E_{CH_4} = E_{CH_4_contrôlé_compacté} + E_{CH_4_contrôlé_non_compacté} + E_{CH_4_non_contrôlé}$$

Les émissions de CH₄ sont estimées selon la méthodologie préconisée dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC.

L'outil mis à disposition par le GIEC (IPCC 2019 Waste Tool [731]) est utilisé pour faire les calculs de la cinétique d'ordre 1.

- les quantités totales stockées utilisées en entrée des feuilles de calcul sont issues des données statistiques nationales,
- les feuilles de calcul du GIEC [731] ont été démultipliées afin de répondre au besoin de rapportage de la CCNUCC :
 - chaque territoire dispose de ses propres feuilles de calcul (métropole, territoires d'outre-mer inclus dans l'UE, territoires d'outre-mer non inclus dans l'UE) avec un paramétrage adapté à la zone climatique,
 - chaque type de site dispose de ses propres feuilles de calcul (contrôlé compacté, contrôlé non compacté, non contrôlé).

Le calcul des émissions se fait donc au sein d'un « système de calcul » composé :

- de fichiers contenant les données d'entrée par territoire (quantités, composition)
- de sept feuilles de calculs (copies de l'IPCC 2019 Waste Tool [731]) correspondant aux usages suivants :
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées compactées de métropole
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées non compactées de métropole
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées compactées des territoires d'OM inclus dans l'UE
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées non compactées des territoires d'OM inclus dans l'UE
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées compactées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
 - 1 dédiée aux ISDND contrôlées non compactées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
 - 1 dédiée aux décharges non contrôlées des territoires d'OM non inclus dans l'UE
- d'un fichier de compilation et d'export vers la base de données d'inventaire nationale.

Quantités traitées

Les données sur les quantités de déchets non dangereux stockés sont essentiellement disponibles au travers d'enquêtes menées par l'ADEME auprès des ISDND (dites ITOM [32]) métropolitain et ultramarins. Ces données permettent de remonter à 1960 sur la base d'estimations effectuées par l'ADEME et de distinguer les quantités

stockées en métropole des quantités stockées dans les territoires inclus dans l'UE. Les quantités sont rétropolées jusqu'à 1950 pour un usage dans l'IPCC Waste Tool.

Tous les sites de stockage en service recevant des déchets municipaux sont pris en compte dans l'enquête. Mais les données collectées concernent tous les déchets stockés quelle que soit leur origine (déchets ménagers ou industriels), leur nature (y compris les encombrants, les boues, etc.) et leur type (dangereux, non dangereux).

La répartition des quantités stockées annuellement par type d'installation de stockage est issue de données historiques de l'ADEME.

Composition des déchets

L'IPCC 2019 Waste Tool considère les catégories de déchets suivantes des lignes directrices 2019 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2) : déchets alimentaires, déchets de parcs et jardins, papier/carton, bois, textiles et textiles sanitaires, plastiques.

La composition des déchets mis en ISDND selon ces catégories nécessaires à l'IPCC 2019 Waste Tool est estimée sur la base :

- d'enquêtes de caractérisation des déchets ménagers (dites MODECOM [368]) réalisée en 1993, 2007 et 2017
- d'enquêtes de caractérisation des déchets industriels selon l'activité, la nature des déchets et le type de traitement [733],
- d'enquêtes bisannuelles caractérisant les déchets mis en ISDND réalisées par l'ADEME (dites ITOM [32]) depuis 1995.

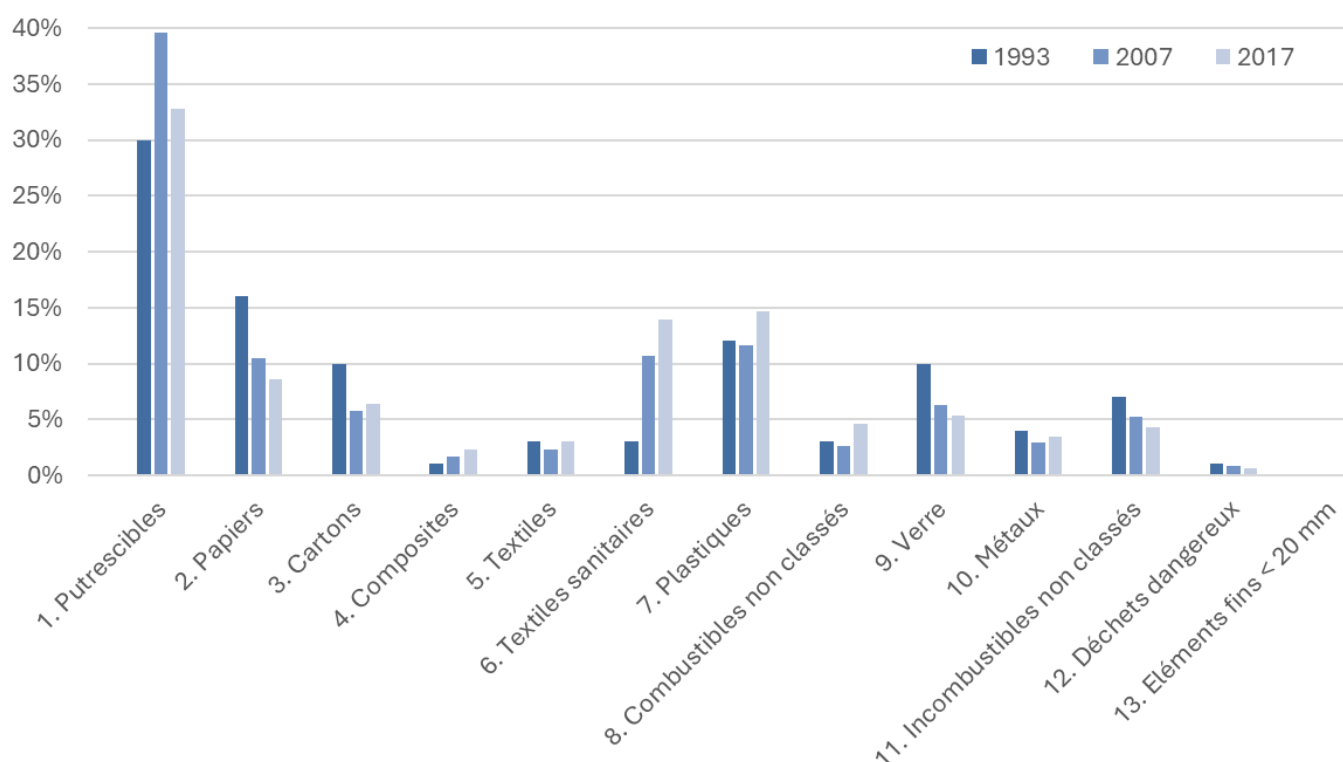
Les enquêtes **ITOM de l'ADEME** permettent d'obtenir les quantités de déchets traitées dans les installations (dont les ISDND) par type de déchets selon une nomenclature en plusieurs dizaines de catégories, qui sont ensuite allouées aux catégories des déchets de l'IPCC. La nomenclature des déchets de l'ADEME contient cependant deux catégories complexes : ordures ménagères résiduelles et déchets banals en mélange. Ces catégories complexes sont allouées aux catégories des déchets de l'IPCC sur la base respectivement des enquêtes de caractérisation des déchets ménagers de l'ADEME (MODECOM) et des enquêtes de caractérisation des déchets de l'industrie de l'INSEE. Les refus de traitement (dont de compostage) sont alloués de la même façon que les ordures ménagères.

Les enquêtes **MODECOM de l'ADEME** permettent en particulier de caractériser les ordures ménagères résiduelles (OMR), aussi appelées « poubelle grise », c'est-à-dire les déchets des ménages en mélange ne faisant pas l'objet d'une collecte sélective. Ces déchets finissent en stockage ou en incinération. Ces enquêtes successives présentent l'évolution de la production d'ordures ménagères entre 1993, 2007 et 2017.

Figure 2 : Evolution de la production d'ordures ménagères : comparaison en 1993, 2007 et 2017

Catégories	Ordures Ménagères Résiduelles (OMR)						Gisement après intégration des collectes	
	OMR (sans ventilation des éléments fins)		Intervalle de confiance	OMR (avec ventilation des éléments fins)			OMR et collectes sélectives (avec ventilation)	
	1993	2007		1993	2007	2017	1993	2007
1. Putrescibles	20%	30.9%	3.8%	30%	39.6%	32.8%	29%	32.2%
2. Papiers	16%	10.3%	1.1%	16%	10.5%	8.6%	16%	14.6%
3. Cartons	10%	5.7%	0.5%	10%	5.7%	6.4%	9%	6.9%
4. Composites	1%	1.7%	0.3%	1%	1.7%	2.3%	1%	1.7%
5. Textiles	3%	2.3%	0.5%	3%	2.3%	3.0%	3%	1.9%
6. Textiles sanitaires	3%	10.5%	1.1%	3%	10.6%	13.9%	3%	8.7%
7. Plastiques	11%	11.4%	0.6%	12%	11.7%	14.7%	11%	11.2%
8. Combustibles non classés	3%	2.4%	0.5%	3%	2.6%	4.6%	3%	2.1%
9. Verre	7%	5.8%	0.7%	10%	6.3%	5.3%	13%	12.5%
10. Métaux	4%	2.9%	0.3%	4%	3.0%	3.4%	4%	3.0%
11. Incombustibles non classés	2%	2.6%	0.6%	7%	5.3%	4.3%	7%	4.3%
12. Déchets dangereux	1%	0.8%	0.3%	1%	0.8%	0.6%	1%	0.7%
13. Eléments fins < 20 mm	19%	12.7%	0.9%	0%	0.0%	0.0%	0%	0.3%
TOTAL	100%	100%		100%	100%	100%	100%	100%

Figure 3 : OMR. Composition en pourcentage massique : comparaison entre 1993, 2007 et 2017



Dans cette enquête les déchets sont caractérisés en douze catégories dont certaines sont attribuables directement aux catégories du GIEC. Les autres catégories sont allouées aux catégories GIEC de la façon suivante : les composites sont alloués à la catégorie « Papier/carton » du GIEC, les combustibles Non Classifiés (combustibles NC), qui correspondent au bois, cuir et caoutchouc sont alloués à la catégorie « Bois » du GIEC et les incombustibles Non Classifiés (incombustibles NC) correspondent à des matériaux inertes (pots en argile, grès, pierres, poteries, céramiques, faïence, coquilles, etc.). Ci-dessous, sont proposées les matrices de passages entre les catégories ADEME et celles proposées par le GIEC pour toutes les années où l'enquête MODECOM est disponible.

Figure 4 : Matrices de passage entre les catégories de déchets ADEME et GIEC pour les années 1993, 2007 et 2017

			GIEC										
MODECOM 1993			Food	Garden	Paper	Wood	Textile	Nappies	Rubber and Leather	Plastics, other inert	Sludge	Hazardous waste	Construction and demolition
A D E M E	Déchets fortement évolutifs	Déchets verts		100.0%									
		OM	25.4%	4.6%	27.0%	3.0%	3.0%	3.0%		34.0%			
		Boues									100.0%		
		Déchets organiques		100.0%									
	Déchets moyennement évolutifs	DIB			24.0%	46.8%	0.5%		1.1%	27.5%			
		DMA	25.4%	4.6%	27.0%	3.0%	3.0%	3.0%		34.0%			
		Compost		100.0%									
		Résidus de traitement	25.4%	4.6%	27.0%	3.0%	3.0%	3.0%		34.0%			
	Déchets non évolutifs	Equipement hors d'usage								100.0%			
		Déblais -gravats											100.0%
		Matériaux recyclables								100.0%			
		DS/Déchets dangereux										100.0%	
Machefers									100.0%				
			GIEC										
MODECOM 2007			Food	Garden	Paper	Wood	Textile	Nappies	Rubber and Leather	Plastics, other inert	Sludge	Hazardous waste	Construction and demolition
A D E M E	Déchets fortement évolutifs	Déchets verts		100.0%									
		OM	33.6%	6.0%	17.9%	2.6%	2.3%	10.6%		27.0%			
		Boues									100.0%		
		Déchets organiques		100.0%									
	Déchets moyennement évolutifs	DIB			12.6%	10.8%	1.9%		13.1%	61.6%			
		DMA	33.6%	6.0%	17.9%	2.6%	2.3%	10.6%		27.0%			
		Compost		100.0%									
		Résidus de traitement	33.6%	6.0%	17.9%	2.6%	2.3%	10.6%		27.0%			
	Déchets non évolutifs	Equipement hors d'usage								100.0%			
		Déblais -gravats											100.0%
		Matériaux recyclables								100.0%			
		DS/Déchets dangereux										100.0%	
Machefers									100.0%				
			GIEC										
MODECOM 2017			Food	Garden	Paper	Wood	Textile	Nappies	Rubber and Leather	Plastics, other inert	Sludge	Hazardous waste	Construction and demolition
A D E M E	Déchets fortement évolutifs	Déchets verts		100.0%									
		OM	26.5%	6.3%	17.3%	4.6%	3.0%	13.9%		28.4%			
		Boues									100.0%		
		Déchets organiques		100.0%									
	Déchets moyennement évolutifs	DIB			7.0%	7.1%	6.4%		11.4%	68.1%			
		DMA	26.5%	6.3%	17.3%	4.6%	3.0%	13.9%		28.4%			
		Compost		100.0%									
		Résidus de traitement	26.5%	6.3%	17.3%	4.6%	3.0%	13.9%		28.4%			
	Déchets non évolutifs	Equipement hors d'usage								100.0%			
		Déblais -gravats											100.0%
		Matériaux recyclables								100.0%			
		DS/Déchets dangereux										100.0%	
Machefers									100.0%				

Les enquêtes de **production de déchets de l'industrie de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE)**, réalisées tous les deux à quatre ans, **permettent** d'obtenir la répartition de la composition des déchets banals triés de l'industrie manufacturière par type de traitement (dont le stockage) selon des catégories directement allouables aux catégories du GIEC : métaux, verre, plastiques, papier/cartons, textiles caoutchouc et bois.

Les inventaires des installations de traitement des déchets (dont les installations de stockage) ont un long historique (le premier datant de 1975) et ont été réalisés d'abord par l'Association Technique pour l'eau et l'Environnement (ASTEE, anciennement Association Générale des Hygiénistes et Techniciens Municipaux AGHTM) puis par l'ADEME à partir de 1995. Les enquêtes permettent de collecter des données sur la quantité de déchets et, dans le cas **des enquêtes ITOM de l'ADEME**, sur le type de déchets stockés. Dans les premières enquêtes la composition des déchets correspondait à une quinzaine de catégories : déchets verts, ordures ménagères, boues et déchets organiques, déchets industriels banals, résidus de traitement/déchets secondaires (tels que les refus de compostage), déchets dangereux, déblais/gravats, mâchefers, matériaux recyclables équipement hors d'usage et autres. Depuis 2006, la collecte des données se fait selon une nomenclature plus détaillée comportant plus de 120 catégories, dont près de 40 sont présentes dans les installations de stockage. Mais des parts importantes des déchets sont incluses dans les catégories « ordures ménagères résiduelles » (environ 30%) et « déchets industriels banals en mélange » (plus de 25%). Ces catégories sont respectivement allouées aux catégories GIEC selon les résultats de l'enquête MODECOM et de l'enquête de l'INSEE.

En outre, deux catégories supplémentaires de déchets peuvent être considérées dans l'IPCC Waste Tool : les boues d'assainissement et les déchets industriels. Les émissions liées au stockage des boues d'assainissement en ISDND, non explicitement considérées dans les lignes directrices 2006 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2), sont donc estimées séparément dans l'inventaire national. La catégorie « déchets industriels » de l'outil IPCC 2019 Waste Tool est utilisée pour prendre en compte les déchets de construction et de démolition et les déchets dangereux stockés en ISDND.

Cependant, on note que les catégories de déchets considérées dans l'IPCC 2019 Waste Tool ne couvrent pas l'intégralité des catégories des lignes directrices 2019 du GIEC (Volume 5, Chapitre 2). En particulier, la catégorie « caoutchouc et cuir » n'est pas considérée dans l'outil. Les quantités de « caoutchouc et cuir » ont été attribuées à la catégorie « papier/carton » qui présente une teneur en Carbone Organique Degradable (DOC) similaire.

Les catégories de déchets considérées dans l'inventaire national sont donc les suivantes :

- Déchets alimentaires (via la composition des déchets stockés),
- Déchets verts (via la composition des déchets stockés),
- Papier/carton (via la composition des déchets stockés),
- Bois (via la composition des déchets stockés),
- Textiles (via la composition des déchets stockés),
- Textiles sanitaires (via la composition des déchets stockés),
- Boues d'assainissement (via la catégorie dédiée),
- Déchets de construction et de démolition (via la catégorie « déchets industriels ») et déchets dangereux.

Zone climatique

Pour la métropole, la zone climatique « tempérée humide » a été retenue.

Pour tous les territoires d'OM, la zone climatique « tropicale humide » a été retenue car elle correspond à la situation des territoires les plus peuplés (St Pierre et Miquelon, seul territoire situé en dehors d'une zone tropicale humide, ne représente que 0,2% de la population d'Outre-Mer).

Carbone Organique dégradable (DOC)

Le carbone organique dégradable est le carbone organique qui se trouve dans les déchets et qui se prête à la décomposition biochimique. Les valeurs du carbone organique dégradable proposées pour chaque catégorie de déchets dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [732] sont appliquées.

A noter que la fraction des déchets rejetés par les plateformes de compost correspond à des déchets après compostage. Les déchets rapidement dégradables sont éliminés lors du compostage, c'est pourquoi ce type de déchets est classé comme modérément dégradable.

Fraction décomposée du DOC (DOC_f)

La fraction de carbone organique dégradable qui se décompose (DOC_f) est une estimation de la fraction de carbone qui est réellement dégradée dans les SWDS et reflète le fait qu'une part de carbone organique dégradable ne se dégrade pas ou se dégrade très lentement, en conditions anaérobies dans la décharge. Cette fraction est variable en fonction du type de déchets :

- 0,1 pour les déchets peu évolutifs (wood)
- 0,5 pour les déchets moyennement évolutifs (paper, textiles, nappies),
- 0,7 pour les déchets fortement évolutifs (food, garden, sludge, MSW).

Ces fractions sont issues du raffinement de 2019 des Lignes Directrices du GIEC.

Constantes de vitesse (k) et demi-vie ($t_{1/2}$)

La valeur de demi-vie, $t_{1/2}$, est le temps que prend le DOC, dans le déchet, pour se réduire à la moitié de sa masse initiale. Dans le modèle DPO et dans les équations figurant dans ce Volume, la constante de réaction k est utilisée. La relation entre k et $t_{1/2}$ est : $k = \ln(2)/t_{1/2}$.

Les constantes de vitesse proposées par défaut par les lignes directrices 2006 du GIEC (et reprises dans l'IPCC 2019 Waste Tool) pour les zones climatiques sélectionnées ont été appliquées, excepté pour la catégorie « déchets industriels ».

Pour les « déchets industriels » les constantes proposées par défaut par l'IPCC 2019 Waste Tool ont été modifiées pour correspondre à celles proposées dans les lignes directrices 2006 pour les déchets de démolition et de construction.

Facteurs de correction du méthane (MCF)

Les pratiques de stockage des déchets varient en fonction du contrôle, du placement des déchets et de la gestion des décharges. Le coefficient de correction CH_4 (MCF) permet de prendre en considération ces différences et doit donc être interprété comme un coefficient de correction de la gestion des déchets qui reflète la dimension de gestion à laquelle il correspond.

Les facteurs de correction du méthane (MCF) proposés par défaut dans le raffinement de 2019 des lignes directrices 2006 [1217] ont été attribués aux trois types d'installation de stockage existant en France.

Les ISDND contrôlées non compactées correspondent aux décharges anaérobies (MCF = 1) définies dans le raffinement des 2019 des Lignes Directrices 2006 du GIEC.

Du fait de pratiques visant à favoriser les conditions aérobies, les décharges contrôlées non compactées bien gérées sont attribuées à la catégorie des décharges semi-aérobie (MCF = 0,5) du raffinement de 2019 des Lignes Directrices 2006 du GIEC.

Les décharges non contrôlées d'Outre-mer sont considérées avec un MCF de 0,4. Les décharges non contrôlées existaient historiquement en Métropole. Cependant, ne pouvant pas les distinguer des décharges contrôlées non compactées, elles sont considérées dans une même catégorie.

Facteur d'oxydation (Ox)

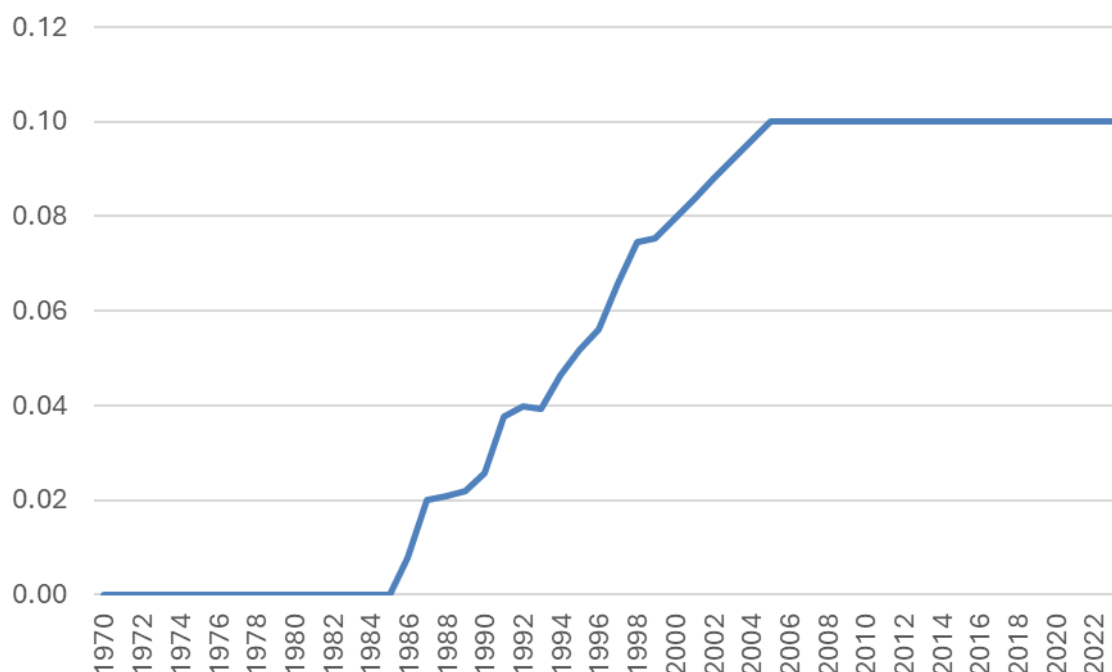
Le facteur d'oxydation (Ox) de 0,1 recommandé par défaut dans le raffinement des 2019 des Lignes Directrices 2006 du GIEC pour les décharges anaérobies est appliqué pour les ISDND contrôlées compactées, qu'elles soient encore en activité ou non.

Concernant les installations de stockage contrôlées non compactées et les décharges non gérées, le facteur d'oxydation national dépend de la part des sites encore en activité, correspondant à l'usage de la valeur 0 pour les sites en activité et 0,1 pour les sites en post-exploitation.

Figure 5 : Historique des facteurs d'oxydation (Ox) des installations de stockage contrôlées non compactées

French Uncategorised Landfills ("Controlled Not Compacted" and "Not controlled")								
Année	MCF	Ox	Année	MCF	Ox	Année	MCF	Ox
1970	0.600	0.000	1986	0.631	0.008	2002	0.951	0.088
1971	0.600	0.000	1987	0.680	0.020	2003	0.967	0.092
1972	0.600	0.000	1988	0.683	0.021	2004	0.984	0.096
1973	0.600	0.000	1989	0.688	0.022	2005	1.000	0.100
1974	0.600	0.000	1990	0.703	0.026	2006	1.000	0.100
1975	0.600	0.000	1991	0.750	0.038	2007	1.000	0.100
1976	0.600	0.000	1992	0.759	0.040	2008	1.000	0.100
1977	0.600	0.000	1993	0.757	0.039	2009	1.000	0.100
1978	0.600	0.000	1994	0.785	0.046	2010	1.000	0.100
1979	0.600	0.000	1995	0.807	0.052	2011	1.000	0.100
1980	0.600	0.000	1996	0.824	0.056	2012	1.000	0.100
1981	0.600	0.000	1997	0.864	0.066	2013	1.000	0.100
1982	0.600	0.000	1998	0.898	0.075	2014	1.000	0.100
1983	0.600	0.000	1999	0.901	0.075	2015	1.000	0.100
1984	0.600	0.000	2000	0.918	0.079	2016	1.000	0.100
1985	0.600	0.000	2001	0.934	0.084	2017 - 2023	1.000	0.100

Figure 6 : Historique des facteurs d'oxydation (Ox) des installations de stockage contrôlées non compactées



Pour les décharges non gérées présentes dans les territoires d'OM non inclus dans l'UE, un facteur d'oxydation de 0 est retenu.

Fraction de CH₄ dans le biogaz capté (F)

La fraction de CH₄ dans le biogaz généré (F) de 0,5 recommandée par défaut dans le raffinement des 2019 des Lignes Directrices 2006 du GIEC est appliquée.

Méthane capté (R)

Le biogaz capté est, soit torché, soit valorisé, soit mis sur le réseau de gaz naturel.

A des fins de rapportage des émissions nationales de GES dans le cadre du Protocole de Kyoto, la France a été amenée à mettre en place un système pérenne de collecte de l'information relative aux ISDND. En 2013, l'interface du registre déclaratif français [19] (destiné en premier usage au rapportage EPRT) a été adaptée et permet notamment aux exploitants d'ISDND de déclarer les quantités de CH₄ torché et/ou valorisé sur leur site. Des informations sur la méthodologie d'estimation des quantités sont également à déclarer par les exploitants d'ISDND, notamment la fréquence des mesures des différents paramètres (débits, teneur en CH₄) utilisés pour estimer les flux annuels de CH₄ torché et valorisés. Les quantités de CH₄ mis sur le réseau de transport et/ou distribution de gaz naturel (après concentration et épuration du biogaz) sont également à déclarer dans le registre par les exploitants d'ISDND. Les quantités annuelles de CH₄ capté dans les ISDND depuis 2012 sont donc estimées selon une approche bottom-up basée sur des quantités mesurées conformément aux exigences des Lignes Directrices 2006 du GIEC.

Les quantités de CH₄ torché et/ou valorisé sur leur site peuvent être renseignées par le biais d'une méthode calculatoire ou par mesures. Suite à la revue CCNUCC de septembre 2021, une enquête a été réalisée auprès des sites ayant déclaré une méthode par calcul pour les quantités de CH₄ torché et/ou valorisé. Dans les faits, pour la totalité des sites contactés, il s'agissait de déclarations fondées sur des mesures (calcul de moyennes de mesures) et la méthode « par mesure » aurait dû être mentionnée au lieu de la méthode « par calcul ».

Dans la continuité du dialogue initié avec les sites de stockage, une enquête a été réalisée en 2022 afin de consolider les données (valorisation et torchage du gaz) issues de la plateforme de déclaration GEREP sur la période 2012–2021. Cette enquête a été réalisée en collaboration avec les syndicats représentants de la filière, la Fnade et AMORCE et a permis de consolider les données issues de sites de stockage de divers groupes représentant de l'activité du stockage : Nicollin, Paprec, Séché, Suez ou Véolia. Au total près de 90 sites ont répondu à cette enquête permettant de consolider les données d'inventaires relatives aux quantités de gaz de décharge torché ou valorisé entre 2012 et 2021. Cette enquête a été prolongée en 2023 afin d'inclure les éléments communiqués par les éventuels retardataires.

Les données relatives à la période 2008-2011 ont été obtenues au travers d'un questionnaire aux exploitants.

Les quantités torchées et valorisées ont été rétropolées sur la période 1990-2008 sur la base de données relatives à la part des déchets stockés dans des installations équipées d'un système de captage et de système de combustion du biogaz [19, 32, 515].

Emissions de N₂O

Il n'y a pas d'émission attendue de cette substance.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Les émissions de polluants sur les ISDND sont liées, d'une part, à la dégradation des déchets (COVNM principalement) et, d'autre part, à la combustion du biogaz capté (NO_x, SO₂, etc.).

Emissions de SO₂

Les émissions de SO₂ issues de la combustion du biogaz sont considérées comme proportionnelles à la teneur en soufre du biogaz, aussi bien pour le torchage que pour la valorisation énergétique. La teneur en soufre retenue, de 200 ppmv, est issue d'une campagne de mesures pour la caractérisation du biogaz menée par l'INERIS [513].

Emissions de NO_x

Les émissions de NO_x sont déterminées sur la base des quantités de CH₄ détruites par combustion (torchage ou valorisation énergétique) et d'un FE moyen qui intègre le type d'équipement de combustion présent sur les sites (torchères, chaudières/TAG, TAC, moteurs). Les facteurs d'émission par type d'équipement sont issus de l'US-EPA [514]. Le facteur d'émission déduit est de 0,82 g/m³ de CH₄.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM sont considérées comme proportionnelles aux émissions de méthane et sont calculées en considérant qu'elles sont égales à 1% des émissions de CH₄ [42]. Elles sont donc variables au cours du temps et dépendent des caractéristiques du site de stockage.

Emissions de CO

Les émissions issues de la combustion du biogaz ne sont pas estimées.

Emissions de NH₃

Les émissions sont négligeables.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les facteurs d'émission des TSP associés à la manipulation des déchets minéraux sont tirés du guide EMEP/EEA 2023, Tier 1 [1071].

Le brûlage des déchets sur site, qui n'est, en principe, plus pratiqué aujourd'hui, est une source de particules, qui, faute d'informations sur la nature de cette ancienne activité, n'est pas comptabilisée. De même, les brûlages accidentels pouvant survenir ne sont pas pris en compte.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Comme pour les TSP, les facteurs d'émission des PM₁₀ et PM_{2,5} associés à la manipulation des déchets minéraux sont tirés du guide EMEP/EEA 2023, Tier 1 [1071]. Faute d'information, le facteur d'émission des PM_{1,0} est considéré égal à celui des PM_{2,5}.

Métaux lourds (ML)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions issues de la combustion du biogaz sont négligées.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Traitements biologiques des déchets

Cette section se rapporte aux installations de **compostage** de déchets (industriel et domestique) et aux installations de **méthanisation** de déchets ménagers.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.B.1 (compostage) et 5.B.2 (méthanisation)
CEE-NU / NFR	5.B.1 (compostage) et 5.B.2 (méthanisation)
SNAPc (extension Citepa)	09.10.05 et 09.10.06
CE / directive IED	5.3 pour le compostage et hors champ pour la méthanisation
CE / E-PRTR	5.c pour le compostage et hors champ pour la méthanisation
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantités de déchets traités	Facteurs d'émission nationaux

Niveau de méthode :

Rang 2

Références utilisées :

- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [237] ADEME / CTBA - Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, 2006
- [359] GIEC 2006 – Biological Treatment of Solid Waste, Vol. 5, p 4.4
- [954] Hans Oonk, C. Lambert, I. Cakars, M. Havranek - GHG emissions from biological treatment of waste - Overview of existing measurements, Mars 2017
- [1111] ADEME - Audit des plateformes de compostage de déchets organiques en France avec analyses de composts, d'eaux de ruissèlement et bilan des aides ADEME au compostage de déchets verts - Mars 2007
- [1218] ADEME - Impact sanitaire et environnemental du compostage domestique, 2015
- [1219] ADEME - Programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage - connaissances acquises et synthèse bibliographique, 2012

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

Le **compostage** consiste en un traitement biologique de matières organiques fermentescibles en milieu aérobie (en présence d'oxygène). La matière organique brute est décomposée et mise en tas (cette décomposition peut être naturelle ou contrôlée). Ensuite, les micro-organismes entament le processus de décomposition qui peut être divisé en deux phases : la phase active et la phase de durcissement.

Pendant la phase active, la température augmente rapidement en raison du métabolisme des micro-organismes. Cette augmentation hygiénise le matériau en tuant les pathogènes, les graines de mauvaises herbes et en décomposant les composés phytotoxiques. La phase active dure plusieurs semaines.

Une fois que toutes les matières facilement dégradables ou digestibles ont été consommées, l'activité des thermophiles diminue et la phase de maturation commence. La décomposition des matières organiques se poursuit en substances humiques. Il n'y a pas de temps clairement défini pour la maturation (cela dépend de la matière première, de la méthode de compostage et de la gestion).

Le compostage est terminé lorsque les matières premières ne se décomposent plus activement et sont biologiquement et chimiquement stables.

Les principaux déchets traités par compostage sont les déchets verts (tontes de pelouses, feuilles...) parfois en mélange avec des boues d'épuration urbaines ou industrielles, les déchets agro-alimentaires, déchets de cuisine, effluents d'élevage (fientes, fumiers, etc.), ainsi que la fraction fermentescible des déchets ménagers.

Le compostage de déchets ménagers peut être pratiqué à l'échelle industrielle (compostage industriel) ou des ménages (compostage domestique). A l'échelle industrielle, la fraction organique des déchets ménagers peut être mélangée à des déchets verts (de parcs et jardins), de déchets organiques industriels (ex : industrie agroalimentaire), de boues d'épuration (en fonction des réglementations). Le compostage domestique se fait essentiellement sur la fraction organique des déchets ménagers (déchets de cuisines), mélangés à des déchets verts (tontes de pelouses, feuilles).

Le compostage permet de produire un compost pouvant servir d'amendement organique ou de matière fertilisante.

La **méthanisation** consiste en un traitement de matières organiques en milieu anaérobie (en l'absence d'oxygène). Tous les déchets organiques peuvent être traités par méthanisation, à l'exception des déchets ligneux (déchets de bois). Les principaux déchets traités sont les effluents industriels et les boues d'épuration urbaines ou industrielles, la fraction fermentescible des déchets ménagers, les déchets agricoles.

La méthanisation de matières organiques permet de produire du biogaz (55 à 60% de CH₄) et du digestat (comportant une fraction solide et une fraction liquide) pouvant servir de fertilisant.

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

Données d'activité

Les quantités de déchets traités par compostage et méthanisation en métropole et dans les territoires inclus dans l'UE sont disponibles dans les enquêtes bisannuelles ITOM de l'ADEME³ [32]. Les valeurs des années non disponibles sont interpolées.

Les quantités entrantes correspondent à plusieurs catégories de déchets :

- déchets verts et organiques,
- ordures ménagères en mélange,
- biodéchets,
- boues et autres.

Une partie des flux entrants dans les installations de traitement biologique est susceptible d'être refusée et n'est pas intégrée aux quantités traitées.

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

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ issues des traitements biologiques dans les formats de rapport CRT (catégorie 5B).

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ relatives au compostage et à la méthanisation des déchets sont estimées sur la base de l'équation par défaut proposée dans les Lignes directrices 2006 du GIEC :

³ ADEME : Agence de la transition écologique (établissement public national sous la tutelle du Ministère en charge de l'environnement)

$$Emissions\ de\ CH_4 = \sum_{i,j} (Mi,j * EFi,j) * 10^{-3} - R$$

Où:

- Emi. de CH₄* = émissions totales de CH₄ au cours de l'année d'inventaire, Gg CH₄
Mi,j = masse de déchets organiques traités par le type de traitement biologique i, Gg
FE = facteur d'émission pour le traitement i, g CH₄/kg de déchets traités
i = compostage ou méthanisation
j = catégorie de déchets traités
R = quantité totale de CH₄ récupérée au cours de l'année d'inventaire, Gg CH₄

Concernant le compostage, les facteurs d'émission de chaque catégorie de déchets (déchets verts et organiques, ordures ménagères en mélange, biodéchets, boues et autres) du compostage domestique et du compostage industriel sont issus d'une note du WG1 « GHG emissions from biological treatment of waste - overview of existing measurements » (Hans Oonk, C. Lambert, I. Cakars, M. Havranek) de 2017 [954] sur les émissions atmosphériques des installations de traitements biologiques.

De plus, les facteurs d'émission sont estimés en fonction du mode d'aération utilisé (fermé vs à l'air libre). Pour le compostage industriel, la répartition du mode d'aération utilisée provient d'une l'étude ADEME « Audit des plates-formes de compostage de déchets organiques en France avec analyses de composts » [1111] et de l'enquête ITOM [32] de l'année 2022 (relative à l'année 2020). Ces deux études donnent des informations sur la répartition entre compostage fermé ou à l'air libre pour 2006 et 2020. Pour les années inconnues, la répartition est estimée par interpolation linéaire entre 2006 et 2020 et considérée constante pour les années avant 2006 et après 2020.

Ces facteurs d'émission par type de déchets sont considérés identiques pour les territoires métropolitains et ultramarins. Toutefois, la composition des déchets compostés est différente pour chacun des territoires. Les facteurs d'émission sont ainsi estimés en fonction des quantités compostées de chaque catégorie pour chaque territoire et évoluent sur la période d'inventaire en conséquence.

Tableau 1 : Facteurs d'émission du CH₄ associés au compostage industriel des déchets

Catégorie	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
Unité	g CH ₄ /t	g CH ₄ /t	g CH ₄ /t	g CH ₄ /t
Sites aérés (ouverts et fermés)	2 500	2 500	2 500	2 500
Sites non aérés (ouverts)	4 300	2 700	2 700	2 700
FE moyen	3 414	2 602	2 602	2 602

Pour le compostage domestique, une étude de l'ADEME intitulée « Impact sanitaire et environnemental du compostage domestique » est considérée [1218]. Les émissions associées au compostage domestique ne sont estimées que pour le territoire métropolitain.

Tableau 2 : Facteurs d'émission du CH₄ associés au compostage domestique des déchets

Catégorie	Déchets verts	Déchets de cuisine
Unité	g CH ₄ /t	g CH ₄ /t
FE moyen	73	26

Les émissions de CH₄ issues de la dégradation anaérobie des déchets sont estimées sur la base des facteurs d'émission par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [359].

Tableau 3 : Facteurs d'émission du CH₄ associés à la méthanisation des déchets (hors méthanisation agricole)

Catégorie	Facteurs d'émission de CH ₄ (g CH ₄ /kg de déchets traités)	
	Sur une base de poids sec	Sur une base de poids humide
Digestion anaérobie dans les installations de biogaz	2	0,8

Le facteur d'émission moyen (toutes catégories de déchets confondues) du compostage et de la méthanisation évolue du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants dans les installations de traitement.

Enfin pour le compostage et pour la méthanisation des déchets, le taux d'humidité est considéré variable selon la catégorie de déchets considérés.

Tableau 4 : Taux d'humidité (%) selon les types déchets

%	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
Taux d'humidité	60,0	36,9	63,3	70

Emissions de N₂O

La production de compost émet du N₂O. Ces émissions sont estimées sur la base de l'équation par défaut proposée dans les Lignes directrices 2006 du Giec :

$$Emissions\ de\ N_2O = \sum_{i,j} (M_{i,j} * EF_{i,j}) * 10^{-3}$$

Où:

- E. de N₂O* = émissions totales de N₂O au cours de l'année d'inventaire, Gg N₂O
- M_{i,j}* = masse de déchets organiques traités par le type de traitement biologique i, Gg
- FE* = facteur d'émission pour le traitement i, g N₂O/kg de déchets traités
- i* = compostage ou méthanisation
- j* = catégorie de déchets traités

Les facteurs d'émission de chaque catégorie de déchets (déchets verts et organiques, ordures ménagères en mélange, biodéchets, boues et autres) du compostage domestique et du compostage industriel sont issus d'une note du WG1 « GHG emissions from biological treatment of waste - overview of existing measurements » (Hans Oonk, C. Lambert, I. Cakars, M. Havranek) de 2017 [954] sur les émissions atmosphériques des installations de traitements biologiques.

De plus, les facteurs d'émission sont estimés en fonction du mode d'aération utilisé (fermé vs à l'air libre). Pour le compostage industriel, la répartition du mode d'aération utilisée provient de l'étude ADEME du 8 mars 2007 « Audit des plates-formes de compostage de déchets organiques en France avec analyses de composts » [1111] et de l'enquête ITOM [32] de l'année 2022 (relative à l'année 2020). Ces 2 études donnent des informations sur la répartition entre compostage fermé ou à l'air libre pour 2006 et 2020. Pour les années inconnues, la répartition

est estimée par interpolation linéaire entre 2006 et 2020 et considérée constante pour les années avant 2006 et après 2020.

Ces facteurs d'émission par type de déchets sont considérés identiques pour les territoires métropolitains et ultramarins. Toutefois, la composition des déchets compostés est différente pour chacun des territoires. Les facteurs d'émission sont ainsi estimés en fonction des quantités compostées de chaque catégorie pour chaque territoire et évoluent sur la période d'inventaire en conséquence.

Tableau 5 : Facteurs d'émission du N₂O associés au compostage industriel des déchets

Catégorie	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
Unité	g N ₂ O/t	g N ₂ O/t	g N ₂ O/t	g N ₂ O/t
Sites aérés (ouverts et fermés)	77	77	77	77
Sites non aérés (ouverts)	31	79	79	79
FE moyen	54	78	78	78

Pour le compostage domestique, une étude de l'ADEME intitulée « Impact sanitaire et environnemental du compostage domestique » est considérée [1218]. Les émissions associées au compostage domestique ne sont estimées que pour le territoire métropolitain.

Tableau 6 : Facteurs d'émission du N₂O associés au compostage domestique des déchets

Catégorie	Déchets verts	Déchets de cuisine
Unité	g N ₂ O/t	g N ₂ O/t
FE moyen	74	35

Les émissions de N₂O associées à la méthanisation des déchets (hors méthanisation agricole) sont, selon les Lignes Directrices du GIEC, considérées négligeables et ne sont pas estimées.

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

Emissions de NH₃

Le facteur d'émission moyen (toutes catégories de déchets confondues) évolue chaque année du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants en centre de compostage [237].

Celui-ci est construit sur la base d'une étude de l'ADEME de 2012 « Programme de recherche de l'ADEME sur les émissions atmosphériques du compostage - connaissances acquises et synthèse bibliographique » [1219]. Les facteurs d'émission proposés sont :

Tableau 7 : Facteurs d'émission de N-NH₃ associés au compostage industriel des déchets

kg N-NH ₃ / t MS	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
FE moyen	0,2	1	5	5

Ces facteurs d'émission par type de déchets sont considérés identiques pour les territoires métropolitains et ultramarins. Toutefois, la composition des déchets compostés est différente pour chacun des territoires. Les facteurs d'émission sont ainsi estimés en fonction des quantités compostées de chaque catégorie pour chaque territoire et évoluent sur la période d'inventaire en conséquence.

Les facteurs d'émissions en g NH₃/ t sont ensuite construits sur la base des masses molaires de l'azote et de l'ammoniac (soit 17/14) et sur la base du taux d'humidité.

Tableau 8 : Taux d'humidité (%) selon les types déchets

%	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
Taux d'humidité	60,0	36,9	63,3	70

Tableau 9 : Facteurs d'émission de NH₃ associés au compostage industriel des déchets

Catégorie	Déchets verts	Ordures ménagères	Biodéchets	Boues et autres
Unité	g NH ₃ / t	g NH ₃ / t	g NH ₃ / t	g NH ₃ / t
FE moyen	97,14	766,21	2 228,21	1 821,43

Pour le compostage domestique, une étude de l'ADEME intitulée « Impact sanitaire et environnemental du compostage domestique » est considérée [1218]. Les émissions associées au compostage domestique ne sont estimées que pour le territoire métropolitain.

Tableau 10 : Facteurs d'émission de NH₃ associés au compostage domestique des déchets

Catégorie	Déchets verts	Déchets de cuisine
Unité	g NH ₃ /t	g NH ₃ /t
FE moyen	29	13,5

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Incinération et feux ouverts de déchets

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets et aux feux ouverts de déchets.

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

1. Incinération

Les déchets incinérés peuvent être issus des ménages, de l'activité économique et des collectivités. Ces déchets peuvent être de diverses natures :

- ordures ménagères résiduelles,
- déchets banals en mélange,
- boues d'assainissement,
- résidus de traitement
- déchets industriels dangereux,
- déchets hospitaliers,
- etc.

En France, on peut distinguer plusieurs catégories d'incinérateurs en fonction des déchets traités :

- unités d'incinération de déchets non dangereux (UIDND ou UIOM),
- unités d'incinération de déchets non dangereux (UIDD).

Certains incinérateurs vont traiter des déchets de diverses natures, alors que d'autres sont exclusivement dédiés à une catégorie de déchets (par exemple aux boues d'assainissement, aux déchets hospitaliers ou aux déchets dangereux).

Ces incinérateurs peuvent être sur des sites industriels exclusivement dédiés à l'incinération, sur les sites de production des déchets incinérés (dits « in-situ ») ou encore sur des sites mixtes de traitement des déchets.

On distingue des incinérateurs avec récupération d'énergie et des incinérateurs sans récupération d'énergie.

La co-incinération de déchets (par exemple en cimenteries) est également pratiquée en France.

En complément, la France dispose de crématoriums dédiés à l'incinération des corps.

2. Feux ouverts

Bien que ce soient des activités illicites, plusieurs types de feux sont pratiqués en France et pris en compte dans l'inventaire national :

- feux de plastiques agricoles,
- feux de déchets verts,
- brûlage de câbles électriques.

En complément, les feux de véhicules sont également considérés dans l'inventaire national.

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

Particularité du rapportage de l'incinération :

Seules les émissions liées à l'incinération de déchets sans récupération d'énergie sont à rapporter dans la catégorie « 5C – incinération des déchets ».

Les émissions associées aux installations de production d'énergie à des fins de distribution sont rapportées dans la catégorie « 1A – Production d'énergie ». A ce titre, la méthodologie de calcul des émissions des UVE⁴ est détaillée dans le volume OMINEA dédié à l'énergie.

Les émissions associées à l'incinération de déchets avec production d'énergie dans l'industrie (cimenteries etc.) sont rapportées dans le secteur industriel correspondant.

⁴ UVE : Unité de Valorisation Énergétique

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Incinération de déchets dangereux

Cette section se rapporte aux installations d'incinération de déchets dangereux. Les « déchets dangereux » sont définis à l'article R541-8 du code de l'environnement : « *tout déchet qui présente une ou plusieurs des propriétés de dangers énumérées à l'annexe III de la directive 2008/98/ CE du Parlement européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives. Ils sont signalés par un astérisque dans la liste des déchets mentionnée à l'article R. 541-7.* ».

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.1
CEE-NU / NFR	5.C.1.b.ii
SNAPc (extension Citepa)	09.02.02
CE / directive IED	5.1 et 5.2 (partiellement)
CE / E-PRTR	5.a (partiellement)
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

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

Niveau de méthode :

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

Rang 1 pour les GES.

Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [70] Citepa - BOUSCAREN R. - Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996
- [157] ADEME, données internes communiquées par le département Déchets

- [284] Arrêté du 20 septembre 2002 modifié relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets dangereux.
- [357] TNO – Technical paper to the OSPARCOM – HELCOM – UNECE emission inventory, report TNO-MEP R93/247, p26, 1995
- [358] EMEP CORINAIR – 3rd emission inventory guidebook, Chapter “Sources of PCB emission”, December 2006
- [569] EMEP/EEA 2023 – Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 9, table 3-2)
- [570] EMEP / EEA 2023 – 6.C Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 8, table 3-1)
- [737] SYPRED - Panorama de la gestion des déchets dangereux (tonnages traités en France de 2012 à 2019)
- [1083] INERIS - Emissions de Bibenzodioxines et dibenzofuranes lors de la combustion de câbles électriques – 1999
- [1084] INERIS - Emissions atmosphériques de dioxines et de furanes bromées lors de feux accidentels de déchets contenant des substances bromés – 2019

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

Les Déchets Dangereux (DD) correspondent à une catégorie des déchets, d'origine industrielle ou domestique, nécessitant un traitement spécifique en raison de leur potentiel de toxicité. L'incinération de déchets dangereux est caractérisée par une grande diversité qualitative et quantitative des déchets traités, qui peuvent induire des facteurs d'émission évoluant beaucoup d'une année à l'autre.

L'incinération des déchets dangereux s'effectue, d'une part, dans des installations spécifiques (incinération et évapo-incinération) et, d'autre part, sur les sites où ces déchets sont générés (incinération in-situ). L'incinération de déchets dangereux est considérée comme une activité présente uniquement en métropole. Aucune émission n'est allouée aux territoires ultramarins.

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

Données d'activité

Les quantités incinérées dans les centres spécifiques sont connues via l'ADEME [157] pour les données historiques, via les déclarations des exploitants [19] entre 2004 et 2012 et via le panorama de la gestion des déchets dangereux pour les années récentes [737].

Les quantités incinérées in-situ sont connues annuellement via les déclarations des sites concernés [19].

Règle de rapportage

Les émissions liées à l'incinération de déchets dangereux dans des cimenteries sont traitées dans la section « 1A2f_cement ».

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

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission du CO₂ est calculé sur la base des déclarations des sites spécifiques et in-situ [19]. Pour les années antérieures à 1994, en l'absence de données, le facteur d'émission retenu est celui de 1994.

Tableau 11 : Facteurs d'émission du CO₂ associés à l'incinération de déchets dangereux

kg/Mg	1990	2000	2010	2020
CO ₂	811,5	810,5	882,9	951,5

Emissions de CH₄

A partir de 2004, les données des déclarations annuelles des sites industriels [19] sont utilisées et permettent de calculer un facteur d'émission de CH₄ moyen représentatif des conditions effectives de fonctionnement et de leur variabilité interannuelle. En l'absence d'autres données disponibles, le facteur d'émission moyen de 2004 est appliqué entre 1990 et 2003.

Tableau 12 : Facteurs d'émission du CH₄ associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
CH ₄	12,1	12,1	12,4	12,6

Emissions de N₂O

A partir de 2004, les données des déclarations annuelles des sites industriels [19] sont utilisées et permettent de calculer un facteur d'émission de N₂O moyen représentatif des conditions effectives de fonctionnement et de leur variabilité interannuelle. En l'absence d'autres données disponibles, le facteur d'émission moyen de 2004 est appliqué entre 1990 et 2003.

Tableau 13 : Facteurs d'émission du N₂O associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
N ₂ O	96,8	99,2	37,4	11,0

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Emissions de SO₂

Le facteur d'émission est calculé à partir des données déclarées par les sites pour les années 1994, et depuis 2003 [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Pour les années antérieures à 1994, la valeur de 1994 est retenue. Pour les années entre 1994 et 2003, les facteurs d'émission sont interpolés linéairement.

Tableau 14 : Facteurs d'émission du SO₂ associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
SO ₂	220,9	125,9	76,3	47,1

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission est calculé à partir des données déclarées par les sites pour les années 1994, et depuis 2003 [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Pour les années antérieures à 1994, la valeur de 1994 est retenue. Pour les années entre 1994 et 2003, les facteurs d'émission sont interpolés linéairement.

Tableau 15 : Facteurs d'émission des NO_x associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
NO _x	1 199	1 236	921,2	735,4

Emissions de COVNM

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

Tableau 16 : Facteurs d'émission des COVnM associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
COVNM	30,4	22,9	10,0	12,6

Emissions de CO

A partir de 2002, un facteur d'émission moyen est calculé sur la base des déclarations des sites spécifiques [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. En l'absence de données disponibles, la valeur de 2002 est appliquée rétrospectivement jusqu'en 1990.

Tableau 17 : Facteurs d'émission du CO associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
CO	149,3	149,3	74,1	67,0

Emissions de NH₃

Les émissions de NH₃ ne sont pas estimées dans l'inventaire national.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [68] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions des sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Les facteurs d'émission moyens entre les sites in-situ et spécifiques sont obtenus en pondérant les émissions obtenues par les activités correspondantes. Les facteurs d'émissions pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

Tableau 18 : Facteurs d'émission des TSP associés à l'incinération de déchets dangereux

g/Mg	1990	2000	2010	2020
NH ₃	600,0	287,6	34,6	5,3

La forte baisse des émissions constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 µm sont déterminées en utilisant la granulométrie issue du guide EMEP/EEA [370].

Tableau 19 : Part des émissions des PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} dans le cadre de l'incinération de déchets dangereux

Tranche granulométrique	% répartition des TSP totales
PM ₁₀	40
PM _{2,5}	40
PM ₁	(nd)

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

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

Métaux lourds (ML)

Pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [70] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de l'année 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions déclarées par les sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées deux fois par an sur les cheminées. Les facteurs d'émission moyens des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) sont obtenus en pondérant les émissions obtenues par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

La forte baisse des émissions de ML constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Pour certains métaux (Cd, Pb et Zn), les dispositions réglementaires continuent à produire des effets après cette date, ce qui explique les fortes réductions constatées.

Tableau 20 : Facteurs d'émission des métaux lourds associés à l'incinération de déchets dangereux

mg/Mg	1990	2000	2010	2020
As	100,0	74,4	53,2	2,2
Cd	400,0	199,3	19,4	16,2
Cr	558,4	496,8	226,7	58,0
Cu	1 200	607,5	106,9	103,4
Hg	1 000	586,6	184,5	22,9
Ni	900,0	480,6	86,7	60,6
Pb	653,3	588,9	159,6	72,2
Zn	588,4	568,2	652,8	840,2

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Les émissions de PCDD-F sont majoritairement issues du brûlage illégal de câbles électriques (afin d'en revendre le cuivre) et dans une moindre mesure de la combustion des déchets industriels.

Concernant ces dernières, pour les années antérieures à 1996, le facteur d'émission figurant dans la littérature [70] est retenu que ce soit pour les sites spécifiques ou in-situ. A partir de l'année 2004, le facteur d'émission est calculé sur base des émissions des sites [19] pour les sites spécifiques et pour les sites in-situ. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en semi-continu sur les cheminées. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) est obtenu en pondérant les facteurs d'émission obtenus par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2003 sont interpolés.

La forte baisse des émissions de PCDD-F associées à l'incinération des déchets industriels constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [284] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005. Des variations interannuelles persistent notamment en raison de la composition des déchets traités.

Les émissions associées au brûlage illégal des câbles électriques sont estimées sur la base d'études de l'INERIS fournissant la quantité de câbles brûlés [1083] et le facteur d'émission associé [1084]. Le principal élément limitant dans la détermination de ces rejets est lié à la nature de l'activité considérée. Cette pratique étant

illégal, aucun suivi n'existe. Par conséquent les émissions sont considérées constantes sur toute la série temporelle. Cependant la méthode est susceptible d'évoluer afin de prendre en compte une potentielle évolution de la quantité de câbles brûlés.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Pour les années antérieures à 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de HAP totaux de 150 mg/Mg de déchets incinérés, tiré de l'étude Bouscaren [70]. A partir de 2009, le facteur d'émission de 20 mg/tonne de déchets pour les HAP totaux proposé dans EMEP/EEA 2023 est utilisé [570]. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) est obtenu en pondérant les facteurs d'émission obtenus par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission pour les années 1997 à 2008 sont interpolés.

Faute d'informations relatives à la distribution selon les différents composés pour ces installations assez particulières et, compte-tenu de la contribution marginale de ce type d'émetteur dans les émissions nationales, la répartition des quatre HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) dans l'inventaire est fixée arbitrairement en proportions équivalentes.

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission relatif à l'incinération de déchets industriels dans des sites spécifiques ou dans des sites industriels autorisés hors incinération des PCB est de 4600 µg / Mg déchets [357]. Quant à l'incinération de PCB, la valeur retenue pour 1990 est de 10 g / Mg [358]. Un facteur moyen des installations d'incinération de déchets dangereux (in-situ et spécifiques) et d'incinération des PCB est obtenu en pondérant les facteurs d'émission par les activités correspondantes. Les facteurs d'émission des années suivantes sont supposés suivre une évolution similaire à celle des PCDD-F à partir de 1990 (dioxine-like).

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Crémation

Cette section se rapporte à la crémation des corps humains.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.1
CEE-NU / NFR	5.C.1.b.v
SNAPc (extension Citepa)	09.09.01
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Nombre de corps incinérés	Facteurs d'émission nationaux (AP, PM, GES) complétés des facteurs d'émission EMEP (ML, POP)

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

- [68] OFEFP – Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document Environnement n°136 - juin 2000
- [183] Citepa – IER – Study on particulate matter emissions : particle size distribution chemical composition and temporal profiles – Interreg III for ASPA, January 2005
- [224] Fédération française de crémation, données statistiques annuelles
- [325] CTBA / ADEME – La caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crematorium en vue d'une évaluation globale du risqué sanitaire, 2006
- [565] EMEP / EEA – Emission Inventory Guidebook 2023 – 5.C.1.b.v Cremation (p9 - table 3-1)
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011
- [1019] Traitement des résultats de campagnes de mesures réalisées en 2018 ou 2019 par les crématoriums dans le but de vérifier leur conformité avec l'arrêté du 28 janvier 2010 et transmis aux Agence Régionales de Santé (ARS)

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

La crémation est la transformation du corps en cendres dans des incinérateurs conçus spécialement à cet effet. En France, la part de l'incinération est passée de 1 % des obsèques en 1979 à près de 50% aujourd'hui. Entre 270 000 et 290 000 crémations sont opérées ces dernières années (2020 - 2023) chaque année dans plus de 200 crématoriums [224].

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

Données d'activité

Le niveau d'activité correspond au nombre de corps incinérés annuellement en métropole et dans les territoires ultramarins (Guadeloupe, Martinique, La Réunion et la Nouvelle Calédonie). Cette information est fournie par la fédération française de la crémation (FFC) [224].

L'activité est interpolée pour les années où la donnée n'est pas disponible.

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

Emissions de CO₂

Les émissions sont supposées 100% être d'origine organique (les accessoires qui brûlent contiennent en fait une faible part de carbone d'origine non organique).

Il n'est donc pas pris en compte dans les reportages réalisés dans le cadre de la CCNUCC.

Emissions de CH₄

Les émissions sont supposées négligeables.

Emissions de N₂O

Les émissions sont supposées négligeables.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Le nombre d'incinérations est en augmentation rapide depuis quelques décennies. C'est d'ailleurs pourquoi la législation (arrêté du 28 janvier 2010) a imposé des Valeurs Limites d'Emissions (VLE) à respecter plus contraignantes (NO_x, SO₂, CO, HCl, TSP) ou complémentaires (Hg, PCDD-F et composés organiques) à respecter à partir de janvier 2018. Le respect des nouvelles VLE a nécessité la mise en place de techniques d'abattement en cheminée (filtres à manches 31/80, filtres à bougies 18/80, divers non identifiés 12/80) dans la plupart des crématoriums. La majorité de ces installations ont commencé à s'équiper en 2015 et en 2018 tous les sites n'étaient pas encore équipés.

En outre, l'usage de Hg dans les amalgames dentaires est en réduction en raison de la toxicité connue du mercure et les considérations esthétiques qui ont conduit ces dernières décennies au développement de nouveaux matériaux de restauration (résines).

Les facteurs d'émissions considérés sont les mêmes pour tous les territoires de l'inventaire (métropole, DROM et COM).

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO

Le facteur d'émission est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crématorium [325]. Aucune évolution temporelle n'est considérée.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission de 1990 à 2014 est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentative du parc français de crématorium [325].

Les FE appliqués à partir de 2018 ont été déduits des campagnes de mesures réalisées en 2018 ou 2019 par les crématoriums dans le but de vérifier leur conformité avec l'arrêté du 28 janvier 2010 et transmis aux Agence Régionales de Santé (ARS) [1019].

Une période de transition de trois ans entre 2014 et 2018 a été considérée car les crématoriums ont pour la plupart attendu l'approche de l'échéance pour s'équiper.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont estimées sur la base de la granulométrie des TSP provenant respectivement de l'OFEFP [68] et d'une étude spécifique [183]. La granulométrie PM_{1,0}, n'est pas renseignée.

Tableau 21 : Part des émissions des PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} dans le cadre de la crémation de corps humains

Tranche granulométrique	% répartition des PM totales
PM ₁₀	90

Tranche granulométrique	% répartition des PM totales
PM _{2,5}	80
PM _{1,0}	n.d.

n.d. : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est de 50% selon l'inventaire de BC norvégien [681].

Métaux lourds (ML)

L'activité de crémation est à l'origine d'émissions de métaux lourds.

Les facteurs d'émission de 1990 à 2014 proviennent du guide EMEP/EEA 2023 [565] hormis celui pour le mercure qui provient d'une étude nationale [325].

Le FE de Hg appliqué à partir de 2018 a été déduit des campagnes de mesures réalisées en 2018 ou 2019 par les crématoriums dans le but de vérifier leur conformité avec l'arrêté du 28 janvier 2010 et transmis aux Agence Régionales de Santé (ARS) [1019].

Concernant les autres métaux lourds, la tendance observée sur le Hg du fait de la mise en place de techniques d'abattement a été appliquée.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission de 1990 à 2014 est issu d'une étude nationale sur la caractérisation des émissions atmosphériques d'un échantillon représentatif du parc français de crématorium [325].

Le FE appliqué à partir de 2018 a été déduit des campagnes de mesures réalisées en 2018 ou 2019 par les crématoriums dans le but de vérifier leur conformité avec l'arrêté du 28 janvier 2010 et transmis aux Agence Régionales de Santé (ARS) [1019].

Une période de transition de 3 ans entre 2014 et 2018 a été considérée car les crématoriums ont pour la plupart attendu l'approche de l'échéance pour s'équiper.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission de 1990 à 2014 est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

Les FE appliqués à partir de 2015 sont calculés en appliquant la tendance observée sur les PCDD-F.

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission de 1990 à 2014 est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

Les FE appliqués à partir de 2015 sont calculés en appliquant la tendance observée sur les PCDD-F.

Hexachlorobenzène (HCB)

Le facteur d'émission de 1990 à 2014 est issu du Guidebook EMEP /EEA [565].

Les FE appliqués à partir de 2015 sont calculés en appliquant la tendance observée sur les PCDD-F.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Incinération de déchets hospitaliers

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

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.1
CEE-NU / NFR	5.C.1.b.iii
SNAPc (extension Citepa)	09.02.07
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantités de déchets incinérées	Valeurs nationales par défaut, sauf métaux lourds (EMEP) et les GES

Niveau de méthode :

Rang 1-3 (selon les substances (c'est-à-dire la spécificité des facteurs d'émission de chaque installation et leur poids dans l'ensemble du secteur)).

Rang 1 pour les GES.

Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [32] ADEME - Inventaire des installations de traitement des déchets (enquête périodique ITOM)
- [42] OFEFP – Coefficients d'émission des sources stationnaires, éditions 1995 et 2000
- [68] OFEFP – Mesures pour la réduction des émissions de PM10. Document environnement n°136, juin 2001
- [188] AER – Facteurs d'émission pour certains polluants organiques persistants : PCP, HAP, HCB et PCP, octobre 2004 (rapport pour Citepa, non publié)
- [261] ADEME – Centre de Valbonne – Données internes 2001 et 2004 relatives aux déchets hospitaliers

- [262] BRUN M.J. et LEFORESTIER C. – Valorisation énergétique des déchets industriels et hospitaliers, Institut français de l'énergie (IFE), ENERGIRAMA, janvier 1991
- [283] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activité de soins à risques infectieux
- [571] EMEP / EEA 2023 – 5.C Clinical waste incineration (page 8, table 3-1)
- [619] GIEC – Lignes directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, table 5.3
- [620] GIEC – Lignes directrices 2006, Chapitre 5, table 5.6
- [621] GIEC – Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 5, table 5.2
- [681] Emissions of Black carbon and Organic carbon in Norway 1990-2011

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

Les déchets d'activités de soins sont « les déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif, curatif ou palliatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire ». Ils peuvent présenter divers risques (infectieux, chimique et toxique, radioactif, mécanique) qu'il convient de réduire pour protéger :

- les patients,
- le personnel de soins,
- les agents chargés de l'élimination des déchets,
- l'environnement.

La nature des déchets d'activité de soins à risques infectieux (DASRI) est définie par les dispositions de l'article R.1335-1 du code de la santé publique.

Ils sont incinérés pour réduire leur volume et donc pour économiser les coûts de mise en décharge. L'incinération permet également de prévenir toute fuite de substances toxiques ou contaminées dans l'environnement [17]. L'incinération de déchets hospitaliers est considérée comme une activité présente uniquement en métropole. Aucune émission n'est allouée aux territoires ultramarins.

En France, une partie des DASRI est incinérée dans les usines d'incinération de déchets non dangereux (après avoir été banalisés) ou d'incinération de déchets industriels [32]. Le prétraitement par désinfection ou banalisation est un procédé qui permet de garantir une réduction de la contamination microbiologique des DASRI en associant deux étapes : une modification de l'apparence des DASRI (broyage) et une réduction de leur pouvoir infectieux (désinfection). Dans le but que les déchets issus du prétraitement par désinfection suivent une filière de traitement de déchets non dangereux (ordures ménagères).

Le solde est incinéré, soit in-situ dans les centres hospitaliers (historiquement), soit dans des unités spécifiques qui sont très peu nombreuses [261].

Incinération in-situ

En 1990, l'incinération in-situ concernait 200 000 à 300 000 Mg de déchets de soins à risque pour environ 1 350 incinérateurs. En 1996, la quantité incinérée in-situ n'est plus que de 40 000 Mg pour 200 incinérateurs. Elle chute à 25 000 Mg en 1997 pour 40 à 50 incinérateurs. La réduction de l'incinération in-situ provient du fait que, suite à l'enquête du Ministère en charge de la santé de 1990, il a été demandé aux hôpitaux de mettre leurs incinérateurs en conformité, ce qui représente un coût trop important pour la plupart d'entre eux [261].

En l'absence de données, la quantité de déchets incinérés in situ est indexée sur la population au carré entre 1960 et 1989 car le taux d'équipement est supposé avoir plus fortement cru que la population.

Il n'y a plus d'incinération in-situ depuis 2004.

Incinération en centre spécifique

L'incinération en centre spécifique n'a débuté qu'en 1988. Auparavant, il n'y avait que de l'incinération in-situ.

Parmi les cinq sites d'incinération spécifiques de déchets hospitaliers qui ont fonctionné [261], un seul est toujours en fonction. Un second site disposait d'une ligne dédiée à l'incinération de DASRI jusqu'au début de l'année 2023.

Incinération en UIDND ou en usine d'incinération de déchets industriels

Ces deux catégories sont traitées respectivement dans les sections « 5C_non hazardous waste incineration » et « 5C_hazardous waste incineration ».

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

Données d'activité

Les quantités incinérées par année sont déduites des valeurs des sites d'incinération spécifiques [19, 261, 262] ainsi que des estimations concernant l'incinération in-situ [261].

Rapportage

Les émissions sont rapportées dans la catégorie 5C sur toute la série temporelle.

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

Emissions de CO₂

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 572 kg/Mg de déchets calculé à partir du taux de carbone dans les déchets hospitaliers, du ratio de carbone d'origine fossile et du facteur d'oxydation fournis

dans les lignes directrices 2006 du GIEC [621]. Cette valeur concerne à la fois l'incinération in-situ et l'incinération en centre spécifique.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ sont estimées au moyen du même facteur d'émission proposé pour les déchets municipaux dans les lignes directrices du GIEC 2006, en utilisant le facteur d'émission le plus élevé pour les fours à grille de 0,20 g/Mg de déchets [619].

Emissions de N₂O

Les émissions de N₂O sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 100 g/Mg de déchets fourni dans les lignes directrices du GIEC 2006 [620]. Cette valeur concerne à la fois l'incinération in situ et l'incinération en centre spécifique.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

La forte baisse des émissions de la plupart des polluants constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [283] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005.

Emissions de SO₂, NO_x, COVNM, CO

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu de l'OFEFP [42]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées pour les NO_x, SO₂ et CO. Les années intermédiaires (1997 – 2001) sont calculées par interpolation linéaire 1996-2002. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in situ et à l'incinération en centre spécifique.

Tableau 22 : Facteurs d'émissions de SO₂, NO_x, COVNM et CO associés à l'incinération de déchets hospitaliers

g/Mg	1990	2000	2010	2020
SO ₂	1 300	802,2	51,7	187,3
NO _x	1 500	1 389	826	1 105
COVNM	300	217,5	2,7	24,8
CO	1 400	1 100	80,6	242,7

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu de l'OFEFP [42]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en continu sur les cheminées. Les années intermédiaires (1997 – 2001) sont calculées par interpolation linéaire 1996-2002. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

Tableau 23 : Facteurs d'émissions des TSP associés à l'incinération de déchets hospitaliers

g/Mg	1990	2000	2010	2020
TSP	2 200	1 253	14,2	18,8

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

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 μm et à 2,5 μm sont déterminées en utilisant la granulométrie issue de l'OFEFP [68].

Tableau 24 : Part des émissions des PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ dans le cadre de l'incinération de déchets hospitaliers

Tranche granulométrique	% répartition des TSP totales
PM_{10}	95
$PM_{2,5}$	78
$PM_{1,0}$	(nd)

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de $PM_{2,5}$ est de 18% selon l'inventaire de BC norvégien [681].

Métaux lourds (ML)

Jusqu'en 1998, les émissions de ML sont estimées, sauf exception, au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées deux fois par an sur les cheminées. La moyenne des années 2002 et 2003 est appliquée aux années intermédiaires (1997 – 2001). Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

Les émissions de sélénium associées sont supposées nulles.

Tableau 25 : Facteurs d'émissions des métaux lourds associés à l'incinération de déchets hospitaliers

mg/Mg	1990	2000	2010	2020
As	70,0	86,1	96,3	11,3
Cd	8 000	5 150	94,4	3,1
Cr	500,0	379,0	354,7	2,3
Cu	600,0	424,2	201,3	18,3
Hg	4 500	2 950	243,9	55,3
Ni	300,0	249,6	163,5	12,8

mg/Mg	1990	2000	2010	2020
Pb	64 000	39 635	177,5	19,4
Zn	21 000	14 127	215,7	227,3

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Jusqu'en 1998, les émissions de PCDD-F sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 2002, le facteur d'émission est basé sur les déclarations annuelles de rejets des exploitants [19]. L'estimation réalisée par les industriels s'appuie généralement sur les valeurs réglementairement mesurées en semi-continu sur les cheminées. La moyenne des années 2002 et 2003 est appliquée aux années intermédiaires (1997 – 2001). Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

L'évolution de la structure de l'activité, notamment la fermeture des sites in-situ et les dispositifs de réduction des émissions, explique la très forte baisse des émissions.

Tableau 26 : Facteurs d'émissions de PCDD-F associés à l'incinération de déchets hospitaliers

ng/Mg	1990	2000	2010	2020
PCDD-F	250 000	105 268	107,8	255,9

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions des quatre HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) sont estimées sur la base d'un facteur d'émission pour les HAP totaux du guide EMEP / EEA 2023 [571]. Pour des raisons liées au manque d'information et au poids relatif très faible de ce type de source dans le total national, il est supposé, jusqu'à ce que de nouvelles données soient disponibles, que les quatre HAP sont émis en proportions égales. Le facteur d'émission à considérer pour le BaP, le BbF, le BkF et l'IndPy est de 0,01 mg/Mg de déchets.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 20 000 µg/Mg de déchets tiré du Guidebook EMEP 2023 [571] appliqué en 1990 et son évolution est indexée sur celle des PCDD-F.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 46 µg/Mg de déchets tiré du rapport AER [188]. Cette valeur est appliquée à la fois à l'incinération in-situ et à l'incinération en centre spécifique.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Incinération des boues d'assainissement

Cette section se rapporte aux installations d'incinération des boues d'assainissement.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.1
CEE-NU / NFR	5.C.1.b.iv
SNAPc (extension Citepa)	09.02.05
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantités de boues incinérées	Valeurs par défaut

Niveau de méthode :

GES : Rang 1

Polluants : Rang 1

Références utilisées :

[17] EMEP / CORINAIR Guidebook

[70] Citepa – BOUSCAREN R. – Inventaire des émissions dans l'atmosphère de métaux lourds et de composés organiques persistants en France en 1990. Août 1996.

[283] Arrêté du 20 septembre 2002 relatif aux installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et aux installations incinérant des déchets d'activité de soins à risques infectieux

[432] GIEC – Guidelines 2006, Volume 5, Chapitre 5

[511] MEDDE/DEB - Base de Données sur les Eaux Résiduelles Urbaines

[569] EMEP/EEA 2023 – Industrial waste incineration including hazardous waste and sewage sludge (page 9, table 3-2)

[738] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.4.2

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

Le traitement des eaux conduit à la production de boues résiduelles en quantité très importante. Les données les plus récentes [511] indiquent une quantité supérieure à un million de tonnes de matière sèche (MS) générée par les stations d'épuration urbaines. Leurs destinations se répartissent comme suit en 2022 :

- Epandage agricole (32,5%),
- Compostage (51,2%),
- Incinération en UIOM, STEP ou site dédié (13,4%),
- Mise en décharge (0,3%),
- Autres (2,7%).

Les émissions présentées pour l'incinération sont les émissions à la sortie de la cheminée.

Les émissions des stocks de boues en attente d'être incinérées ne sont pas comptabilisées.

L'incinération de boues d'assainissement est considérée comme une activité présente uniquement en métropole. Aucune émission n'est allouée aux territoires ultramarins.

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

L'activité correspond aux masses (en matière brute) de boues incinérées.

Les facteurs d'émission se rapportent à des matières brutes. Quand les facteurs d'émission de la littérature se rapportent à de la matière sèche, ils sont convertis en considérant une siccité des boues incinérées de 33%.

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

Emissions de CO₂

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 1 650 kg/Mg de boues basé sur la composition des boues (teneur en Carbone de 45%) issu des Lignes Directrices 2006 du GIEC [432].

Ces émissions sont considérées être en totalité d'origine biomasse et ne sont pas rapportées dans le total national pour le rapportage CRT.

Emissions de CH₄

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 9,7 g/ Mg de boues (humide) proposé par défaut dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [738].

Emissions de N₂O

Les émissions sont calculées au moyen d'un facteur d'émission de 1 640 g/ Mg de boues issu d'une étude nationale réalisée par l'INRAE : « Emissions de N₂O dans la filière de traitement et de valorisation des boues » [1226].

Emissions de Gaz fluorés

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

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

La forte baisse des émissions de la plupart des polluants constatée depuis 2002 est liée à l'application de l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs à l'incinération [283] et dont les échéances d'application s'échelonnaient jusqu'en 2005.

Emissions de SO₂, de COVM, de CO

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu du Guidebook EMEP/EEA EEA [569]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005 [283]. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

Emissions de NO_x

Pour les NO_x, le facteur d'émission du Guidebook EMEP / EEA 2023 [569] a été pris en compte pour toute la période.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Les émissions sont déterminées au moyen d'un facteur d'émission de 350 g TSP / Mg de boues provenant de l'OFEPF pour les années 1990 à 1996. A partir de 2006, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

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

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 μm sont déterminées en utilisant une granulométrie issue de EMEP/EEA [569].

Tableau 27 : Part des émissions des PM_{10} , $PM_{2,5}$ et $PM_{1,0}$ dans le cadre de l'incinération des boues

Tranche granulométrique	% répartition des PM totales
PM_{10}	65
$PM_{2,5}$	43
PM_1	(nd)

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

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

Métaux lourds (ML)

Jusqu'en 1996, les émissions de la plupart des métaux lourds sont estimées au moyen d'un facteur d'émission issu d'une étude nationale [70]. A partir de 2006, le facteur d'émission pris en compte est celui du Guidebook EMEP / EEA 2009. Entre 1997 et 2006, la valeur des facteurs d'émissions est calculée par interpolation linéaire.

Les émissions de Pb sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 15 000 mg/t issu d'une étude nationale [70].

Les émissions de Zn sont estimées au moyen d'un facteur d'émission de 10 000 mg/Mg de boues issu d'une étude nationale [70].

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission tiré de l'étude Bouscaren [70]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission provient d'un FE en HAP issu d'une étude nationale [70] auquel sont appliquées les spéciations issues des lignes directrices EMEP/EEA 2023 [569].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions sont estimées pour la période 1990-1996 au moyen d'un facteur d'émission de 5 000 $\mu g/Mg$ de boues issu d'une étude nationale [70]. A partir de 1997, les émissions tiennent compte d'une décroissance progressive calquée sur celle observée pour les dioxines.

Hexachlorobenzène (HCB)

Jusqu'en 1996, les émissions sont estimées au moyen d'un facteur d'émission tiré du Guidebook EMEP / CORINAIR [17]. A partir de 1997, il est tenu compte des VLE fixées par l'arrêté du 20 septembre 2002 [283] qui

devaient être respectées par les installations existantes au 28 décembre 2005. Une extrapolation est faite entre les données 1996 (valeur nationale par défaut) et 2006 (VLE) afin de tenir compte d'une réduction progressive du facteur d'émission.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Feux de véhicules

Cette section se rapporte aux feux de véhicules.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.2
CEE-NU / NFR	5.E
SNAPc (extension Citepa)	09.07.03
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Nombre de véhicules brûlés	Valeurs nationales

Niveau de méthode :

Polluants : Rang 2

Références utilisées :

[566] DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE – Services d'incendie et de secours, statistiques annuelles

[567] ADEME – Amélioration de la connaissance des émissions atmosphériques liées aux brûlages de véhicules – contribution de cette source à l'inventaire national d'émissions, 2013

[739] Jared Downard & al. - Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill Part 1: characterization of gaseous and particles emissions, 2015

[1084] INERIS - Emissions atmosphériques de dioxines et de furanes bromées lors de feux accidentels de déchets contenant des substances bromées

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

L'activité correspond au nombre de véhicules brûlés annuellement. Il existe plusieurs sources de statistiques relatives aux incendies de véhicules dont les causes peuvent être volontaires ou accidentelles. La source retenue est celle des pompiers [566] qui présente l'avantage d'être publique et mise à jour annuellement depuis 2002. **Cependant, elle concerne un nombre d'interventions (et non le nombre de véhicules brûlés) et ne fournit pas d'indication (dans sa version publique du moins) sur le type de véhicule (la gamme), ni sur la part des matières combustibles du véhicule ayant brûlé.** La dernière édition disponible est celle de 2023 et concerne les incendies de 2022.

Il a donc été posé comme hypothèse que le nombre d'interventions correspond à un nombre de véhicules et que l'intégralité des matières combustibles du véhicule est brûlée comme dans le cas des essais menés par l'INERIS.

En outre, faute de données plus détaillées sur le parc de véhicules brûlés, il est considéré un poids moyen de 1 230 kg par véhicule brûlé (moyenne des poids des véhicules brûlés lors des essais) et une perte de poids moyenne de 16,7% (moyenne des essais réalisés) [1084].

Enfin, le périmètre géographique couvert par le rapport annuel « Services d'incendie et de secours, statistiques annuelles » [566] ne comprend que la métropole et les DROM (Guadeloupe, Mayotte, la Réunion, la Martinique et la Guyane) sans prendre en considération les COM.

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

Emissions de CO₂

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 1 827 kg CO₂/Mg de matière perdue.

Emissions de CH₄

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 3,10 kg CH₄/Mg de matière perdue.

Emissions de N₂O

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Emissions de SO₂

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 4,1 kg NO_x/Mg de matière perdue.

Emissions de COVNM

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de CO

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 53 kg CO/Mg de matière perdue.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 83 kg TSP/Mg de matière perdue.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 et 2,5 µm sont déterminées dans l'étude de l'INERIS [488].

Tableau 28 : Part des émissions des PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} dans le cadre des feux de véhicules

Tranche granulométrique	% répartition des PM totales
PM ₁₀	100
PM _{2,5}	100
PM ₁	(nd)

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est estimé à 45% sur la base d'une étude sur la combustion des pneumatiques [739].

Métaux lourds (ML)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Tableau 29 : Facteurs d'émissions des métaux lourds associés aux feux de véhicules

g/Mg perdue	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Se	Zn
FE	0,39	0,71	14,07	59,33	0,38	4,02	30,67	0,39	3 344,67

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules (entre autres) [1084]. Ce dernier est estimé à 395 µg I-TEQ/Mg de matière perdue.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission provient d'une étude réalisée par l'INERIS pour le compte de l'ADEME sur les feux de véhicules [567].

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
30/01/2023	AnD	02/02/2023	EM

Brûlage de plastiques agricoles

Cette section se rapporte aux feux ouverts de plastiques agricoles.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.2
CEE-NU / NFR	5.C.2
SNAPc (extension Citepa)	09.07.01 /PLA
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantité de films plastiques agricoles brûlés	Facteurs d'émission spécifiques au type de plastique utilisé pour les films

Niveau de méthode :

Rang 1

Références utilisées :

[264] ADEME – dossier « Emballages vides de produits phytosanitaires (EVPP) » sur www.ademe.fr, 2003

[434] Comité des Plastiques Agricoles (CPA), communication personnelle de Claude BERGER, 2010.

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

Les films plastiques agricoles sont utilisés comme films de serre, pour le paillage, l'enrubannage et l'ensilage. D'après l'ADEME [264], environ 75 000 tonnes de films sont achetées chaque année. Selon le Comité des Plastiques Agricoles (CPA), la quasi-totalité des plastiques agricoles n'est plus brûlée conformément à la

législation en vigueur. Les quantités brûlées (brûlage sauvage) tendent à disparaître, notamment parce que des filières de recyclage se sont mises en place.

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

Les émissions sont calculées sur la base de la quantité de films agricoles brûlés et d'un facteur d'émission spécifique au type de plastique.

Le Comité des Plastiques Agricoles a fourni des données sur les tonnages de plastiques (en polyéthylène pur) brûlés en 1990, 2000 et 2010 [434]. Les années intermédiaires sont interpolées, et une hypothèse de stabilité a été retenue depuis 2010.

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

Émissions de CO₂

Les films plastiques incinérés étant en polyéthylène, un facteur d'émission de 3 143 kg/Mg de plastiques est retenu correspondant à une combustion totale du carbone contenu dans les films.

Émissions de CH₄

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de CH₄ sont actuellement négligées.

Émissions de N₂O

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de N₂O sont actuellement négligées.

Émissions de Gaz fluorés

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

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

En l'absence d'informations fiables et en raison des faibles niveaux supposés, les émissions de tous les polluants de cette catégorie sont actuellement négligées.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
07/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Feux ouverts de déchets verts

Cette section se rapporte aux feux ouverts de déchets verts.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.C.2
CEE-NU / NFR	5.C.2
SNAPc (extension Citepa)	09.07.02
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Quantité de déchets verts des particuliers brûlés en feux ouverts (Mg)	Valeurs nationales

Niveau de méthode :

Polluants/GES : Rang 2

Références utilisées :

Principales sources d'information utilisées :

[488] INERIS - Facteurs d'émission de polluants de feux simulés de déchets et de produits issus de la biomasse, 2011

[489] ADEME – Enquête nationale sur la gestion des déchets organiques - septembre 2008

[741] EMEP / EEA Emission inventory guidebook 2023 – 5.C.2 Open burning of waste / Table 3-1: Tier 1 Emissions factors for small scale burning

[743] GIEC - Lignes Directrices 2006, Volume 5, chapitre 5, paragraphe 5.2.1.1, equation 5.2

[1196] ADEME - Déchets chiffres-clés - Edition 2020

[1197] ADEME - Gestion domestique des déchets domestiques - Juin 2020

[1225] ADEME – Baromètre Environnement – 2013 à 2022

[1275] INSEE - Statistiques annuelles de l'habitat individuelle et collectif

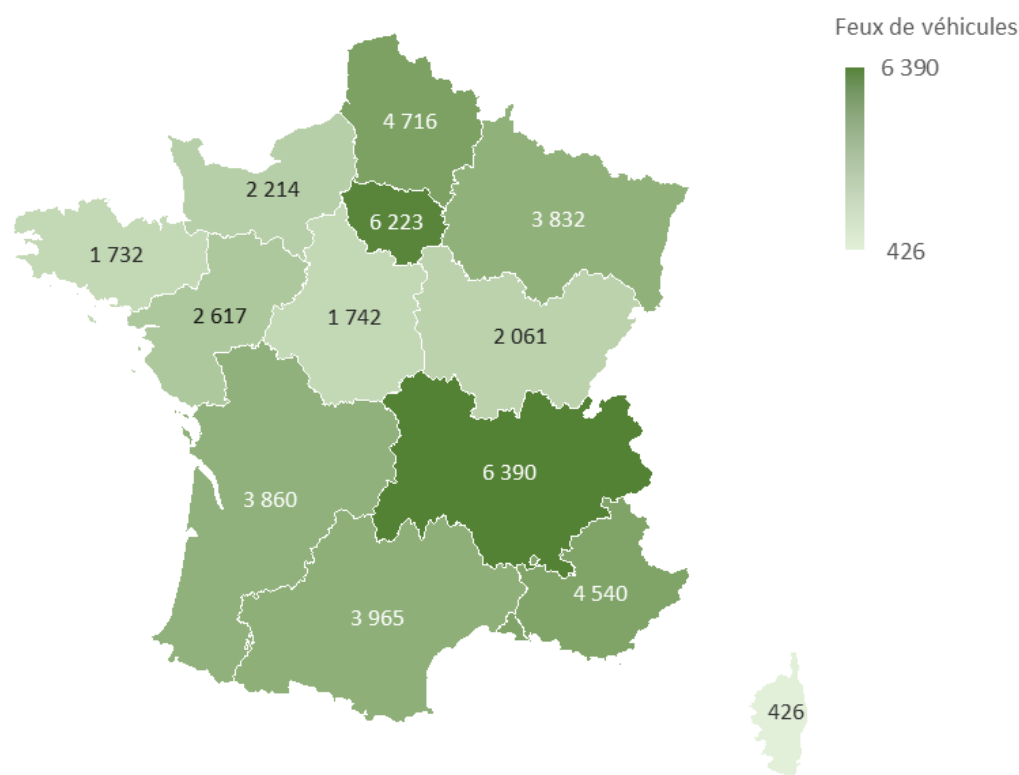
Caractéristiques de la catégorie (communes au NID et à l'IIR) :

Les voies de gestion des déchets domestiques appliquées en France (gestion domestique, dépôt en déchetterie, etc.) par type de déchets (déchets de potager, déchets de cuisine, feuilles, tontes, etc.) ont été estimées à l'aide de documents publiés par l'ADEME en 2008 ([489]) et entre 2013 et 2021 ([1196], [1197] et [1225]). Ces études ont notamment permis de caractériser les pratiques de gestion domestique (brulage, compostage en tas, épandage, etc.) en termes de quantités de déchets pour les années 2008, 2013 et 2020.

Entre 2008 et 2020, pour les années où aucune donnée n'est disponible, les quantités de déchets verts brûlés par les particuliers sont estimées par interpolation linéaire. En première approche, l'évolution temporelle sur la période antérieure à 2008 est réalisée en indexant les quantités de déchets verts brûlés par les particuliers sur le nombre de maisons principales en France.

La répartition des quantités de déchets verts incinérés entre métropole et DROM est faite sur la base de la répartition des maisons principales entre ces deux territoires [1275] et les facteurs d'émission entre métropole et DROM sont considérés identiques.

Figure 7 : Feux de véhicules en France en 2022 (hors territoires d'outre-mer)



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

Emissions de CO₂

Ces émissions sont considérées être en totalité d'origine biomasse et ne sont pas rapportées dans le total national pour le rapportage CRT. Toutefois, les émissions de CO₂ biogéniques sont estimées pour information.

Dans ce cadre, et dans une première approche, les émissions de CO₂ issues des feux de déchets verts seront estimées sur la base d'une variante de l'équation du GIEC (2006 et raffinement 2019) présentée dans le chapitre 5 [743].

$$Emissions\ de\ CO_2b = MSW \times \sum_j (WF_j \times dm_j \times CF_j \times (1 - FCF_j) \times OF_j) \times \frac{44}{12}$$

Où:

- E. de CO₂ b* = émissions totales de CO₂ biogénique au cours de l'année d'inventaire, Gg CO₂b
- MSW* = quantité totale de déchets incinérés, Gg
- WF_j* = fraction du type de déchet/matière de l'élément *j* dans les déchets (en poids humide brûlé à l'air libre)
- dm_j* = fraction de matière sèche de l'élément *j*
- CF_j* = fraction de carbone dans la matière sèche (c'est-à-dire teneur en carbone) du composant *j*
- FCF_j* = fraction de carbone fossile dans le carbone total du composant *j*
- OF_j* = facteur d'oxydation
- 44/12* = facteur de conversion de C en CO₂

Dans le cadre de l'estimation des émissions de CO₂bio liées à l'incinération des seuls déchets verts, l'équation est simplifiée et n'inclus que les dm, CF et CFC liées aux déchets verts.

Tableau 30 : Paramètres de calcul des émissions de CO₂ associées aux feux de déchets verts

Catégorie de déchet	Teneur en matière sèche (% du poids humide)	Teneur en carbone (% du poids sec)	Teneur en carbone fossile (% du poids sec)	Facteur d'oxydation (%)
Déchets verts	40%	38%	0%	71%

Compte tenu des éléments présentés ci-dessus, le facteur d'émission appliqué pour les émissions de CO₂b associé aux feux de déchets verts est estimé à 395,71 kg/Mg de déchets verts.

Emissions de CH₄

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et de feuilles.

Emissions de N₂O

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Emissions de SO₂

Les émissions sont négligées.

Emissions de NO_x

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et de feuilles.

Emissions de COVNM

Le facteur d'émission des COVNM est calculé d'après l'étude de l'INERIS [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles et en faisant une hypothèse sur la répartition des COVT (part des COVNM et du CH₄ dans le total).

Emissions de CO

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Les émissions de particules de diamètre inférieur à 10 et 2,5 µm sont déterminées dans l'étude de l'INERIS [488].

Tableau 31 : Part des émissions des PM₁₀, PM_{2,5} et PM_{1,0} dans le cadre des feux de déchets verts

Tranche granulométrique	% répartition des PM totales
PM ₁₀	95
PM _{2,5}	93
PM ₁	(nd)

(nd) : non disponible

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de $PM_{2,5}$ est de 42% selon le guide EMEP/EEA [741].

Métaux lourds (ML)

Les émissions ne sont pas estimées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Le facteur d'émission de chacun des 4 HAP (BaP, BbF, BkF et IndPy) provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Polychlorobiphényles (PCB)

Le facteur d'émission provient d'une étude de l'INERIS sur les feux de déchets [488] en considérant un mélange 50 / 50 de branches et feuilles.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
08/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Traitements et rejets des eaux usées

Cette section se rapporte au traitement et au rejet des eaux usées domestiques et industrielles.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	5.D.1 (eaux domestiques) et 5.D.2 (eaux industrielles)
CEE-NU / NFR	5.D
SNAPc (extension Citepa)	09.10.01 et 09.10.02
CE / directive IED	5.3.a/b (en partie)
CE / E-PRTR	5.c (en partie)
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Population et pollution entrante en équivalent habitant. Bottom-up intégral (toutes les installations sont considérées individuellement) pour les raffineries	Facteurs d'émission par défaut appliqués aux caractéristiques françaises (CH ₄ et N ₂ O) Facteur d'émission par défaut (COVNM)

Niveau de méthode :

Rang 1 (COVNM) et 2 (CH₄, N₂O)

Références utilisées :

- [19] Base de données du registre des émissions polluantes (BDREP) – Déclarations annuelles des émissions de polluants
- [234] IFEN – Les données de l'environnement, 2002 et 2004
- [235] CEMAGREF – Communications de M. Duchêne, 2002.
- [245] MEDD – Principaux rejets industriels en France, années 1999 à 2001
- [372] INERIS - Caractérisation des biogaz- bibliographie - mesures sur sites, 2002
- [373] GIEC 2006 – Traitement biologique des déchets solides, Volume 5, chapitre 4
- [374] GIEC 2006 – Traitement et rejet des eaux usées, Volume 5, chapitre 6

- [375] IFEN – Base de données EIDER, Rejets dans l’eau des principaux émetteurs industriels
- [435] FAO – Dietary Protein consumption per countries
- [436] MEDDTL – IREP, Déclarations des industriels (rejets directs et indirects en azote)
- [563] ADEME/ATEE/ Club Biogaz – Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), page 44, 2011
- [564] ADEME/ATEE/ Club Biogaz – Etat des lieux de la filière méthanisation en France (rapport finalisé sept. 2011), pages 25-26, 2011
- [615] GIEC – Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Tables 6.2, 6.3, 6.4
- [616] GIEC – Lignes directrices 2006, Volume 5, Chapitre 6, Wastewater treatment and discharge, 6.3.1.2 choice of emission factors
- [751] CEMAGREF -Le lagunage naturel, leçons tirées de 15 ans de pratiques en France (96/0219), 1997
- [752] Ministère de l'environnement - Base de Données sur les Eaux Résiduelles Urbaines (depuis 2012)
- [1072] EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2023, Chapter 5-D , Table 3-1
- [1073] BIPE - Les services publics d’eau et d’assainissement en France - Editions depuis 2006
- [1228] GIEC - 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands - Table 6.4
- [1243] Synthèse agences de l'eau - 2016 à 2018
- [1244] Arrêté du 2 février 1998 - article 33 - point 17 (Stations d'épuration mixtes) – Legifrance
- [1245] IRSTEA – Inventaire de GES émis lors du traitement et de la valorisation des boues d’épuration
- [1246] Crédoc - Consommation annuelle de protéines en France - 1999 à 2019
- [1283] INSEE - Taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif
- [1284] IPCC GL 2006 - Refinement 2019 - Volume 5 - Chapitre 6 - Tableau 6.8A

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

En France, les eaux usées domestiques sont soit traitées en Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU), soit traitées de façon autonome en fosses septiques (voir très rarement par filtres biologiques ou en microstations aérobies), soit rejetées directement dans le milieu naturel.

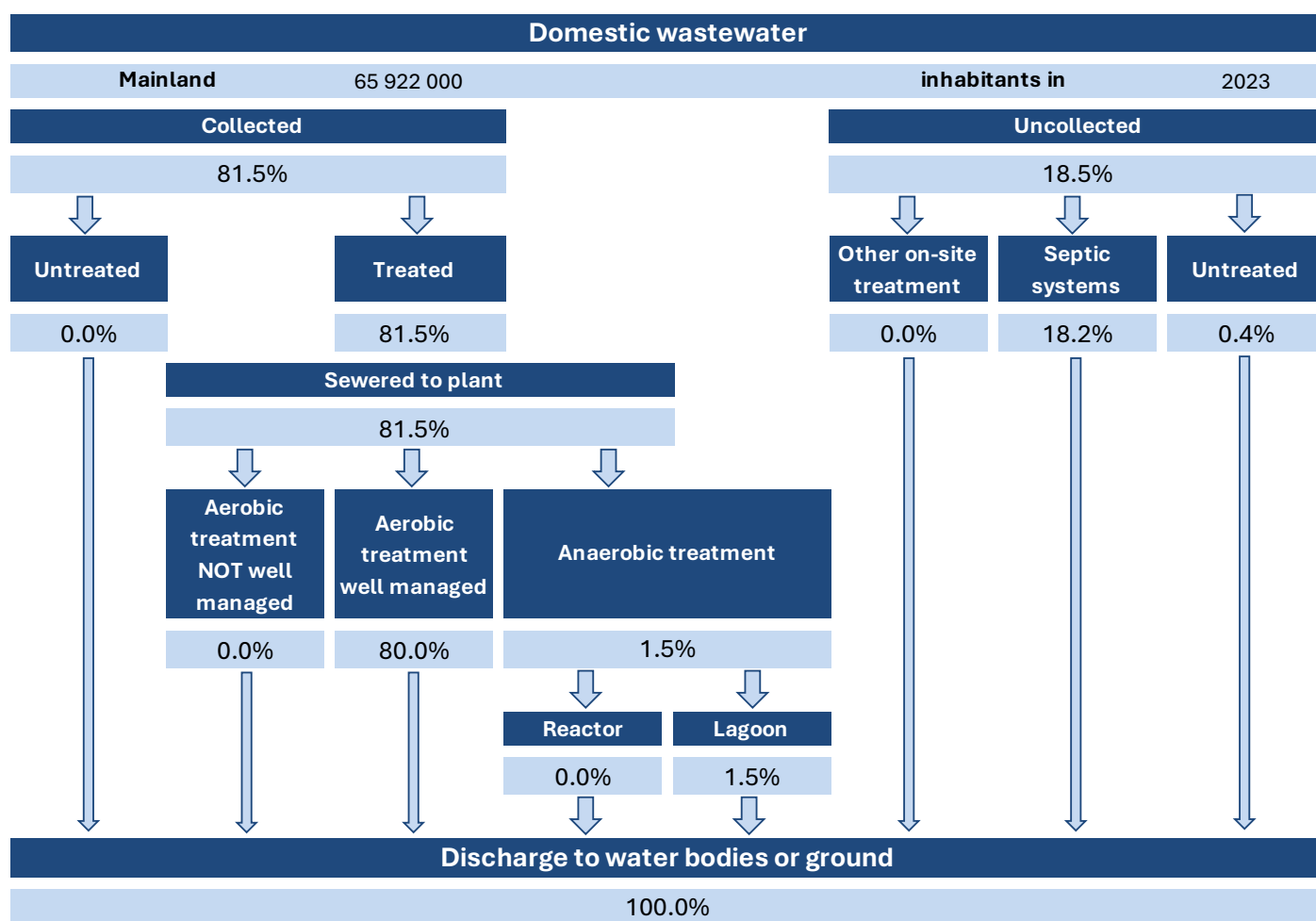
La France compte plus de 22 600 stations d'épuration d'eaux usées (dites STEU ou STEP) recevant des eaux résidentielles, commerciales et industrielles qui représentaient une charge globale de 78.5 millions d'Equivalents-habitants (Eh). Des informations descriptives relatives à ce parc de STEU (capacité, type, conformité, commune d'implantation, etc.) sont mises à jour annuellement dans la Base de Données sur les Eaux Résidentielles Urbaines (BD ERU) publiée par le ministère de l'Environnement [752]. L'évolution des taux de collecte à ces STEU entre 1990 et 2005 est liée à la Loi sur l'eau de 1992 qui rend obligatoire la collecte et le traitement des eaux usées domestiques. Le transfert de la population avec rejets directs s'est d'abord effectué vers les traitements autonomes, puis de la population non raccordée à un système collectif vers les STEU. Toutes les eaux usées collectées sont traitées.

Les eaux usées d'une part assez importante (environ 18%) de la population sont traitées en fosses septiques, notamment dans les zones non équipées d'un réseau de collecte.

Les eaux usées d'une faible part de la population (moins de 1%) restent rejetées directement dans le milieu naturel sans traitement.

L'usage des latrines ou de toilettes sèches est très marginal bien que promû depuis quelques années dans les zones naturelles reculées (parcs nationaux/régionaux, stations de montagne, etc.).

Figure 8 : Répartition des méthodes de traitement des eaux usées domestique en France métropolitaine

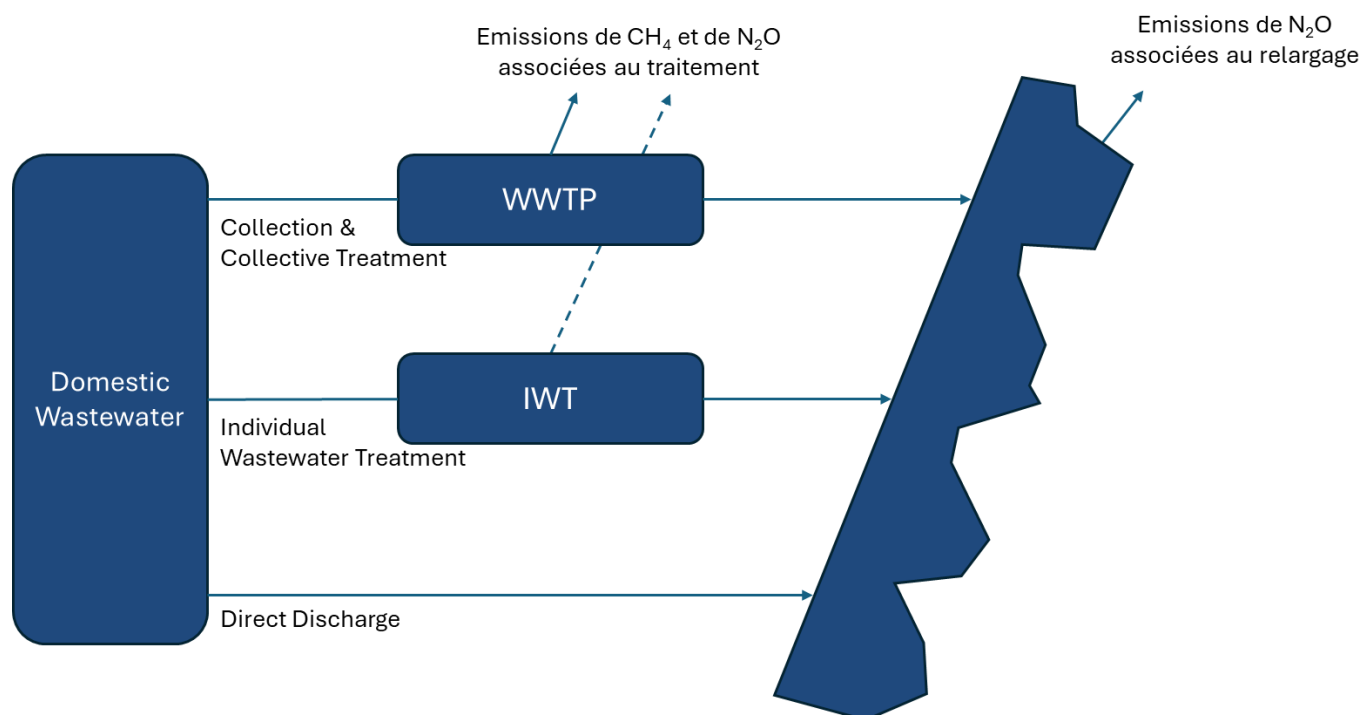


Méthode générale d'estimation des émissions (commune au NID et à l'IIR) :

Les eaux usées peuvent être une source de méthane (CH₄) lorsqu'elles sont traitées ou éliminées de façon anaérobie, comme elles peuvent être source d'émissions d'oxyde nitreux (N₂O). Les émissions de dioxyde de carbone (CO₂) provenant des eaux usées ne sont pas traitées dans les Lignes directrices du GIEC car elles sont d'origine biogène et ne sont pas incluses dans les émissions totales nationales. Les eaux usées proviennent de nombreuses sources domestiques, commerciales et industrielles. Elles peuvent être traitées sur place (non collectées), conduites par des égouts vers une station d'épuration (collectées) ou rejetées, sans être traitées, dans le voisinage ou par le biais d'un déversoir. Les eaux usées domestiques sont définies comme étant les eaux usagées des ménages tandis que les eaux usées industrielles sont celles provenant de l'utilisation industrielle uniquement.

Les émissions atmosphériques associées au traitement et au relargage des eaux usées sont susceptibles d'intervenir à différents moments du traitement/relargage. Le graphique ci-dessous illustre cet état de fait pour les émissions de CH₄ et de N₂O concernant les eaux usées domestiques.

Figure 9 : Emissions de CH₄ et de N₂O associées au traitement et au relargage des eaux usées domestiques



*WWTP (WasteWater Treatment Plant), IWT (Individual Wastewater Treatment)

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

Emissions de CO₂

Le CO₂ étant d'origine biogénique, il fait l'objet d'une comptabilisation particulière par rapport aux autres substances. Ces règles conduisent à ne pas prendre en compte dans le total de l'inventaire national les émissions de CO₂ issues du traitement de l'eau dans les formats de rapportage CRT (catégorie 5B). Ces émissions de CO₂ ne sont pas estimées dans l'inventaire national.

Emissions de CH₄

Les émissions de CH₄ lors du traitement et du rejet des eaux usées et du traitement des boues dépendent essentiellement de deux paramètres :

- l'existence de conditions anaérobies du procédé de traitement ou du milieu dans lequel les eaux sont rejetées (avec ou sans traitement). Ce paramètre est traduit par le facteur de conversion en méthane (ou MCF) du système/milieu.
- et la charge organique des eaux/boues traitées ou rejetées. Ce paramètre est généralement traduit par la demande biologique en oxygène à 5 jours (ou DBO₅) pour les eaux domestiques et demande chimique en oxygène (ou DCO) pour les eaux industrielles.

Les émissions nationales sont donc calculées séparément pour chaque procédé de traitement des eaux et des boues et type de rejet, d'une part pour les eaux domestiques et, d'autre part, pour les eaux industrielles.

1. Traitement des EAUX

1.1. Traitements des eaux usées résidentielles

Les émissions de CH₄ sont estimées pour les procédés de traitement spécifiés dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615] présents en France et pour lesquels un MCF non nul est proposé.

Tableau 32 : Potentiel d'émission de CH₄ et de N₂O pour les systèmes de traitement et de rejet des eaux usées domestiques

Eaux Usées Domestiques			CH ₄	N ₂ O
Collectées	Sans traitement		0	x (rejet)
	Transfert via les égouts		Non estimé	Non estimé
	Avec traitement	Traitement primaire	0	x (procédé) x (rejet)
		Traitement secondaire physico-chimique		
		Traitement biologique secondaire aérobie		
		Traitement secondaire avancé (nitrification/dénitrification)		
		Lagunes peu profondes (< 2m)	x	Absent en France
		Lagunes profondes (> 2m)	Absent en France	
Non collectées	Sans traitement		0	x (rejet)
	Avec traitement	Fosses septiques	x	x (rejet)
		Traitement aérobies in situ	0	
		Latrines / toilettes sèches	Négligé	
		Lagunes peu profondes (< 2m)	Absent en France	Absent en France

0 : considéré comme nul (MCF = 0)

x : estimé et non nul

Graph_5.xlsx

Les émissions de CH₄ associées au rejet d'eau usées dans le milieu naturel sont considérées comme nulles. En effet, les conditions climatiques françaises et la réglementation s'appliquant aux rejets dans les milieux naturels assurent que les eaux usées (traitées ou non) ne sont pas rejetées dans des eaux stagnantes ou déjà chargées en matières organiques.

Pour les types de traitement présentant des conditions anaérobies (MCF non nul spécifié dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615]), les émissions sont calculées selon une méthodologie similaire à celle proposée par le GIEC [374]. Les émissions de CH₄ pour chaque type de traitement sont calculées selon l'équation (1) suivante :

$$E_j = (TOW_j - S_j) \times Bo \times MCF_j - R_j$$

Où:

j	=	type de système de traitement/rejet
TOW	=	charge organique en entrée du système j (kg DBO ₅ /an)
S_j	=	charge organique dans les boues extraites (kg DBO ₅ /an)
B_0	=	quantité de CH ₄ émise par kg de BOD
MCF_j	=	taux de conversion en CH ₄ du système j (conditions anaérobies)
R_j	=	quantité de CH ₄ capté (kg CH ₄ /an) sur le système j

Dans cette équation, le facteur d'émission de chacun des types de traitement correspond alors à $B_0 \times MCF_j$.

La valeur de B_0 par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] est appliquée ($B_0 = 0,6$ kg CH₄ / kg DBO₅ et 0,25 kg CH₄/kg DCO).

La charge organique issue de la population est estimée pour chaque type de traitement et milieu de rejet selon l'équation (2) suivante :

$$TOW_j = P_j \times BOD \times 365/1000$$

Où:

TOW_j	=	Charge organique en entrée du procédé j (kg DBO ₅ /an)
P_i	=	Population connectée aux STEU utilisant majoritairement le procédé j
BOD	=	charge organique unitaire (g DBO ₅ /hab/jour)

La valeur de BOD par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] est appliquée (BOD = 60 g DBO₅/habitant/jour).

1.1.1. Cas des stations collectives urbaines

En France métropolitaine, environ 81,5% de la population a ses eaux usées collectées et traitées en STEU.

La base de données sur les eaux résiduaires urbaines [752] fournit une description du parc de STEU en termes de type de traitement et de capacités associées. Plus d'une vingtaine de types de STEU est identifiée dont la très grosse majorité sont des traitements biologiques aérobies (boues activées à forte – moyenne – faible charge, lits bactériens, biofiltres, etc.) ou physicochimiques.

Dans l'inventaire français, les procédés biologiques aérobies sont considérés comme bien gérés et les procédés physicochimiques ne sont pas considérés comme des sources de CH₄. Donc, seules les stations de type lagunage naturel présentent les conditions d'anaérobies nécessaires à l'émission de CH₄ (MCF non nul).

La part des capacités des STEU de type lagunage naturel décroît lentement depuis 2010 et représente moins de 2%. Dans l'inventaire national, l'hypothèse est faite que 2% des capacités STEU correspond à moins de 2% de la population raccordée. La charge organique en entrée des lagunes est calculée sur la base de la population connectée à des lagunes et de la charge organique unitaire (BOD) selon l'équation (2). En parallèle, on observe une hausse constante de la part des capacités des STEU de type filtres plantés et représente plus de 2%. La même méthode de calcul de la charge organique est utilisée.

En France, les stations de type lagunage naturel ont une profondeur de l'ordre de 1 mètre [751]. La valeur par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les lagunes peu profondes est appliquée (MCF = 0,2). Le facteur d'émission, correspondant à $B_0 \times MCF_j$ des stations d'épuration de type lagunage naturel, est donc égal à 0,12 kg CH₄ / kg DBO₅. Concernant les stations de type filtres plantés, la France se réfère au supplément de 2013 des Lignes directrices 2006 du GIEC : Constructed wetlands for wastewater treatment. Les filtres plantés mis en œuvre en France sont assimilables aux Horizontal Subsurface Flow (VSSF) présentés dans

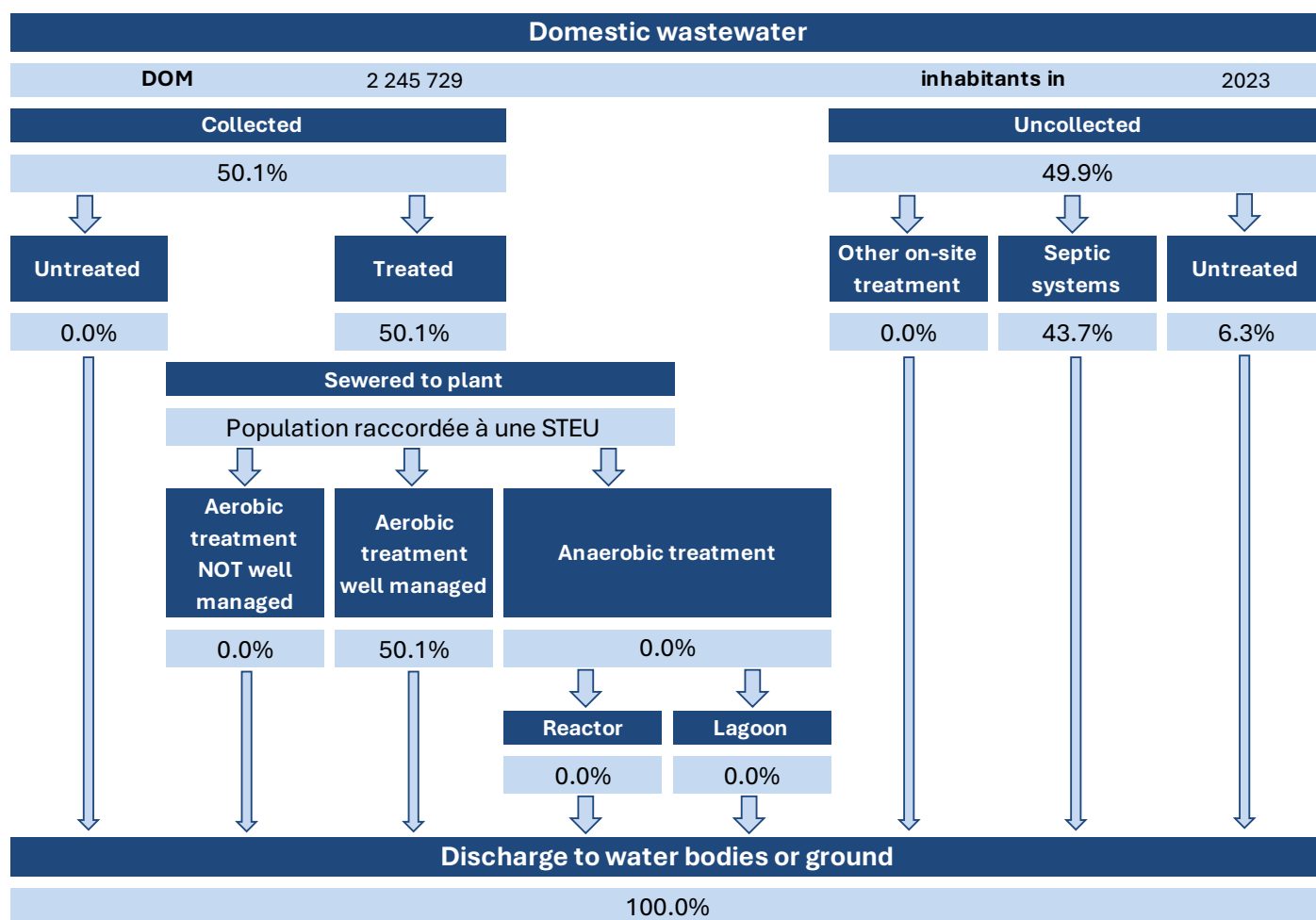
le supplément (MCF = 0,01) [1228]. Le facteur d'émission, correspondant à $B_0 \times MCF_j$ des stations d'épuration de type lagunage naturel, est donc égal à 0,06 kg CH₄ / kg DBO₅.

La charge organique des boues extraites n'est pas connue et est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

Aucun CH₄ n'est capté au niveau des lagunes ($R_j = 0$).

Concernant les territoires ultramarins, la part de la population connectée à des stations de traitement des eaux usées est sensiblement moins élevée (entre 40% et 70% pour les années récentes en fonction des territoires). De plus, il n'est considéré aucune STEP de type lagunage dans les territoires ultramarins.

Figure 10 : Répartition des méthodes de traitement des eaux usées domestique dans les départements d'outre-mer



1.1.2. Cas des eaux usées non raccordées au réseau de collecte

En France, environ 18,5% de la population a ses eaux usées non raccordées au réseau de collecte des STEU. Les eaux usées non raccordées au réseau de collecte sont en très grande majorité traitées par traitement autonomes (18,2% de la population en 2023), et une faible part est rejetée dans le milieu naturel sans traitement (0,4% de la population en 2023).

Ces traitements autonomes ont recours, pour la plupart des cas, à des fosses septiques dont le fonctionnement est majoritairement anaérobie. La valeur par défaut proposée par les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les fosses septiques est appliquée (MCF = 0,5).

Le facteur d'émission, correspondant à $B_0 \times MCF_j$ des fosses septiques, est égal à 0,3 kg CH₄ / kg DBO₅.

Le MCF proposé dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC [615] pour les fosses septiques (MCF = 0,5) intègre déjà le fait qu'une partie (50%) de la boue est extraite. La charge organique des boues extraites est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

En ce qui concerne les fosses septiques, les émissions dépendent de la fraction de la population qui gère sa fosse septique conformément aux instructions relatives à l'élimination des boues de sa fosse/système septique (fraction F dans la nouvelle équation 6.3c).

$$S_{septic} = TOW_{septic} \times F \times 0,5$$

Où:

S_{septic}	=	composant organique éliminé des eaux usées (sous forme de boues) dans les fosses septiques, kg DBO/an
TOW_{septic}	=	matières organiques totales dans les eaux usées des fosses septiques, année d'inventaire, kg DBO/an
F	=	fraction de la population qui gère sa fosse septique conformément à l'instruction d'élimination des boues de sa fosse septique
0.5	=	fraction des matières organiques dans les eaux usées éliminées dans les boues lorsque la fosse septique est gérée conformément aux instructions relatives à l'élimination des boues

En France, F est considéré évolutif sur la période temporelle. Entre 1990 et 2010, la valeur par défaut du GIEC est retenue (0,5). Pour les années suivantes, F est estimé sur la base des données INSEE « *Taux de conformité des dispositifs d'assainissement non collectif* » [1283].

Aucun CH₄ n'est capté au niveau des fosses septiques.

Les rejets directs dans le milieu naturel sont réalisés dans des eaux vives (conditions aérobies) et ne sont donc pas à l'origine d'émission de CH₄.

1.2. Traitement des eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles sont traitées soit en stations d'épuration collectives (recevant ou non des eaux domestiques), soit en stations d'épuration présentes sur le site industriel (dites in situ). Aucun rejet d'eaux industrielles sans traitement n'est considéré. Les eaux usées industrielles des territoires d'Outre-mer ne sont pas prises en compte car celles-ci sont négligeables en raison des petites activités industrielles.

Les émissions de CH₄ sont estimées pour les procédés de traitement spécifiés dans les lignes Directrices 2006 du GIEC [615] présents en France et pour lesquels un MCF non nul est proposé.

Tableau 33 : Potentiel d'émission de CH₄ et de N₂O pour les systèmes de traitement et de rejet des eaux usées industrielles

Eaux Usées Commerciales & Industrielles			CH ₄	N ₂ O
Collectées	Sans traitement		Absent en France	Absent en France
	Transfert via les égouts		Non estimé	Non estimé
	Avec traitement	Traitement primaire	0	x (procédé) x (rejet)
		Traitement secondaire physico-chimique		
		Traitement biologique secondaire aérobie		
		Traitement secondaire avancé (nitrification/dénitrification)		
		Lagunes peu profondes (< 2m)	Absent en France	Absent en France
		Lagunes profondes (> 2m)	Absent en France	Absent en France
Non collectées (in situ)	Sans traitement		Absent en France	Absent en France
	Avec traitement	Fosses septiques	x	x (rejet)
		Traitement aérobies	0	
		Latrines	Absent en France	
		Lagunes peu profondes (< 2m)	x	x (rejet)

0 : considéré comme nul (MCF = 0)

x : estimé et non nul

Graph_5.xlsx

1.2.1. Traitement en STEU

Il est considéré que, contrairement aux effluents provenant du secteur résidentiel, les effluents industriels et commerciaux reçus en stations collectives sont intégralement traités dans des conditions aérobies (les STEU de type lagunage, souvent de faible capacité, ne recevant pas d'eaux industrielles).

Donc aucune émission n'est associée au traitement des eaux industrielles/commerciale en STEU.

1.2.2. Traitement in situ

De façon similaire à l'approche présentée pour les eaux résidentielles, seuls les procédés de traitement des eaux traitées dans des systèmes ayant un MCF non nul sont sources d'émissions de CH₄. Les stations d'épuration in-situ sont considérées comme bien gérées. Donc, seules les stations d'épuration de type lagunage naturel présentent un MCF non nul et sont considérées.

Les plus gros industriels déclarent dans le registre national des émissions polluantes leurs émissions de DCO dans l'eau en sortie d'usine, qu'il s'agisse d'un rejet après traitement in-situ vers le milieu naturel (dit rejet direct) ou d'un rejet vers une STEU (dit rejet indirect) [436]. D'après ces données, les industries présentes en France les plus émettrices en DCO en sortie d'usine sont l'agroalimentaire et l'industrie du "bois, papier, carton" mais l'usage du lagunage naturel n'est pas adapté aux concentrations élevées en DCO. L'industrie du papier n'utilise pratiquement pas le lagunage naturel, car non en accord avec les meilleurs techniques Disponibles (MTD)

définies dans les BREFs, et seules certaines industries agro-alimentaires traitant leurs eaux résiduelles peu chargées in-situ sont susceptibles de recourir à cette technique.

La base de données des déclarations des émissions dans l'eau (GEREP) fournit des informations concernant les rejets de DCO en sortie des sites. Afin d'éviter la sous-estimation des émissions associée à une élimination de la DCO entre l'entrée et la sortie des eaux usées dans les stations, un taux de rendement variable de la DCO des stations est considéré dans l'inventaire. En effet celui-ci est considéré de 80% en 1990, de 85% en 2000 [1244] et de 90% à partir de 2015 [1243]. Pour les années intermédiaires, ce taux de rendement est estimé par interpolation linéaire.

En outre, faute de données détaillées sur la part représentée par le lagunage naturel dans le traitement des eaux usées de l'industrie agroalimentaire, on la considère égale à celle dans STEU.

L'équation (1) est appliquée pour les eaux industrielles (en fonction de DCO) avec $B_0 = 0,25 \text{ kg/kg DCO}$.

La charge organique des boues extraites n'est pas connue et est considérée comme nulle ($S_j = 0$).

Aucun CH_4 n'est capté au niveau des lagunes ($R_j = 0$).

2. Traitement des BOUES d'assainissement

Les boues d'assainissement ont plusieurs destinations :

- la méthanisation sur la station d'épuration
- la méthanisation en mélange avec d'autres déchets organiques dans des installations de production de biogaz dédiées
- le compostage en mélange avec d'autres déchets organiques dans des installations de production de compostage dédiées
- le stockage dans les Installations de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND)
- l'incinération dans des incinérateurs de boues
- l'incinération en mélange avec d'autres déchets non dangereux

Seule la méthodologie relative à la méthanisation des boues sur la station d'épuration est présentée ci-après. Les émissions associées à l'ensemble des autres destinations sont prises en compte dans l'inventaire et les méthodologies sont présentées dans les secteurs respectifs.

2.1. Cas de la méthanisation des boues issues du traitement des eaux usées traitées en STEU

La Base de Données sur les Eaux Résidentielles Urbaines (BD ERU) publiée par le ministère de l'Environnement [752] contient pour chacune des STEU des informations sur la quantité de boues produites et leur destination de traitement.

Sur les STEU, seul le traitement des boues par le procédé de digestion anaérobie (ou méthanisation) présente des conditions favorables à la production de biogaz.

Sur la base de 2 études sur l'état des lieux de la filière méthanisation, un taux de production de biogaz de 224 m³/tonne de MS traitée jusqu'en 2001 [372] et de 380 m³/tonne de MS traitée à partir de 2010 [564] sont retenus. Une teneur de 68% en CH₄ dans le biogaz est prise en compte [372].

Le facteur d'émission utilisé est issu d'une étude de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) [1245] concernant les émissions de GES associées au traitement des boues d'épuration. Celui-ci est constant sur toute la série temporelle et s'élève à 8,7 m³ de CH₄/tonne de MS (5,8 kg CH₄/Mg de MS).

2.2. Cas de la méthanisation des boues issues du traitement des eaux usées traitées in situ

La méthode appliquée est similaire à celles appliquées aux boues méthanisées sur les STEU.

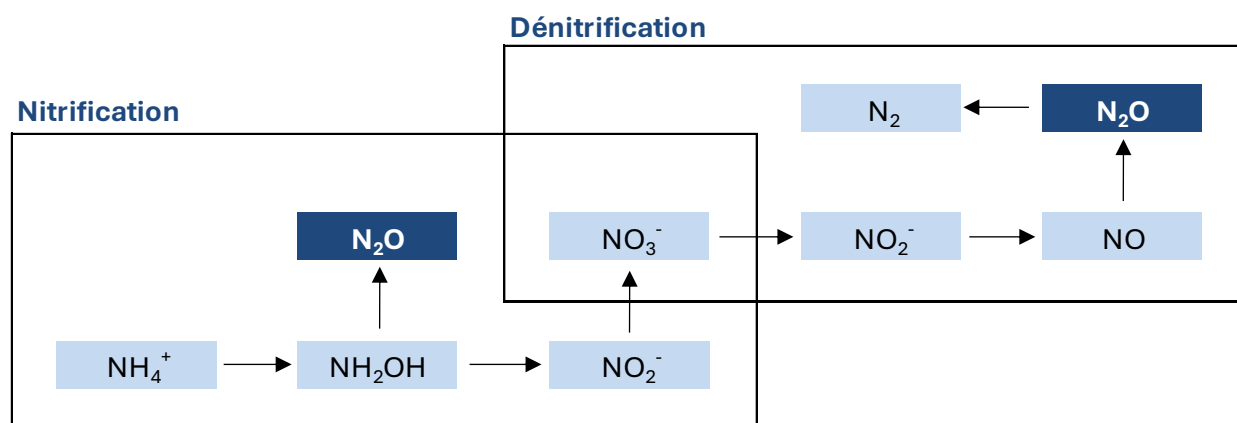
Sur la base de deux études sur l'état des lieux de la filière méthanisation, un taux de production de biogaz de 382 m³/tonne de MS traitée [372] dans le cas des stations industrielles in-situ. Une teneur de 68% en CH₄ identique à celle des méthaniseurs de boues de STEU est retenue.

Le facteur d'émission utilisé est issu d'une étude de l'Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture (IRSTEA) [1245] concernant les émissions de GES associées au traitement des boues d'épuration. Celui-ci est constant sur toute la série temporelle et s'élève à 8,7 m³ de CH₄/tonne de MS (5,8 kg CH₄/Mg de MS).

Emissions de N₂O

Les émissions de protoxyde d'azote (N₂O) peuvent provenir directement des stations/installations d'épuration ou indirectement à partir d'eaux usées après rejet de l'effluent dans des cours d'eau, des lacs ou dans la mer et résultent des processus de nitrification et de dénitrification.

Figure 11 : Réactions de transformation de l'azote par nitrification et dénitrification



La nitrification est la première étape du traitement biologique de l'azote. Elle est réalisée par des bactéries aérobies qui oxydent l'ammoniac (NH₄⁺) en nitrite (NO₂⁻) par décomposition chimique d'intermédiaires comme le NH₂OH, puis en nitrate (NO₃⁻). C'est une réaction d'oxydation qui se fait par catalyse enzymatique reliée à des bactéries dans l'eau.

La dénitrification se déroule en deux étapes. La réduction des nitrates (NO_3^-) en nitrite durant laquelle des bactéries réduisent les nitrates en nitrite (NO_2^-) dans des conditions anaérobies. Cette étape permet d'éliminer les nitrates, qui peuvent être toxiques pour les organismes aquatiques. La seconde étape est la réduction du nitrite (NO_2^-) en diazote (N_2) par les bactéries. Cette réaction est également anaérobie et nécessite une absence totale d'oxygène dans l'eau.

1. Traitements des eaux usées résidentielles

Conformément au raffinement de 2019 des lignes directrices de 2006 du GIEC, les émissions de N_2O provenant du traitement et du rejet des eaux usées se composent des éléments suivants :

- Les émissions provenant du traitement des eaux usées, qui se produisent principalement au cours des étapes de nitrification et de dénitrification dans la station d'épuration elle-même ;
- Les émissions directes, qui sont des émissions dues au rejet d'azote provenant des eaux usées traitées et non traitées dans les milieux aquatiques (rivières, canaux, lacs, mers ou océans).

1.1. Rejets dans le milieu naturel

Les émissions liées au rejet des eaux usées dans le milieu naturel sont calculées de la façon suivante [374] :

$$E_j = N_{\text{effluent}j} \times FE_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}} \times \frac{44}{28}$$

Où:

- j = type de système de traitement
- $N_{\text{effluent}j}$ = quantité d'azote rejetée dans le milieu naturel par le système j (en kg)
- $FE_{\text{N}_2\text{O}-\text{N}}$ = facteur d'émission (0,005 kg $\text{N}_2\text{O}-\text{N}$ /kg N [616])

La quantité d'azote rejetée par les habitants dans les eaux usées (N_{influent}) dépend de leur consommation en protéines [435] & [1246] et de la teneur en azote des protéines. La teneur en azote des protéines recommandée par les lignes directrices du GIEC 2006 [374] (0,16 g N / g protéines) est appliquée.

1.1.1. Cas des rejets des stations collectives

Les stations d'épuration éliminent une grande partie de l'azote sous forme de N_2 . Le rendement d'élimination de l'azote (R) a évolué avec le temps, de 37% en 1990 à 76% depuis 2018 [1243] avec pour conséquence une diminution des émissions liées au rejet des eaux traitées au fil des ans.

$$N_{\text{effluent}} = N_{\text{influent}} \times (1 - R_{\text{STEU}})$$

Où:

- R_{STEU} = Taux moyen d'abattement en azote des STEU
- N_{effluent} = Quantité d'azote rejeté dans le milieu naturel par les STEU
- N_{influent} = Quantité d'azote rejeté par la population dans les eaux usées

1.1.2. Autres traitements et rejets directs

Pour les autres traitements et pour le rejet direct, on considère :

$$N_{effluent} = N_{influent} - N_{sludge}$$

Où:

- $N_{effluent}$ = Quantité d'azote rejeté dans le milieu naturel par les STEU
 $N_{influent}$ = Quantité d'azote rejeté par la population dans les eaux usées
 N_{sludge} = Quantité d'azote dans les boues extraites

La valeur par défaut proposée pour N_{sludge} dans les Lignes Directrices 2006 du GIEC ($N_{sludge} = 0$) est utilisée.

1.2. Traitements des Stations de Traitement des Eaux Usées (STEU)

Les émissions dues au traitement des eaux usées en STEU sont quantifiées à l'aide de l'équation 6.9 mise à jour dans le raffinement de 2019 des lignes directrices de 2006 du GIEC.

$$Emissions\ de\ N_2O\ des\ STEU = \left[\sum_{i,j} (U_i \times T_{i,j} \times EF_j) \right] \times TN_{DOM} \times \frac{44}{28}$$

Où:

- $E.N_2O\ STEU$ = émissions de N_2O provenant des stations d'épuration des eaux usées domestiques au cours de l'année d'inventaire, en kg N_2O /an.
 TN_{DOM} = azote total dans les eaux usées domestiques au cours de l'année d'inventaire, en kg N/an
 U_i = fraction de la population dans le groupe de revenu i au cours de l'année d'inventaire.
 $T_{i,j}$ = degré d'utilisation de la voie de traitement/de sortie ou du système j , pour chaque fraction de groupe de revenu i au cours de l'année d'inventaire.
 i = groupe de revenu
 j = chaque voie ou système de traitement/décharge
 EF_j = facteur d'émission pour la voie ou le système de traitement/d'évacuation j , kg N_2O -N/kg N
 $44/28$ = facteur de conversion des kg de N_2O -N en kg de N_2O .

Le facteur d'émission de 0,016 kg N_2O -N/kg N effluent proposé par le raffinement de 2019 des Lignes Directrices 2006 du GIEC [1284] est appliqué pour les STEU dites « avancées » pour les « non avancées ».

Les filtres plantés mis en œuvre en France sont assimilables aux Horizontal Subsurface Flow (VSSF) présentés dans le supplément 2013. Le FE proposé par le supplément de 2013 et retenu pour l'inventaire est de 0,00023 kg N_2O -N/kg N.

2. Traitement des eaux usées industrielles

2.1. Rejet dans le milieu naturel des eaux industrielles traitées en STEU

Une méthodologie similaire à celle appliquée pour le traitement des eaux usées résidentielles est utilisée pour les eaux industrielles traitées en STEU collectives.

La quantité d'azote par les industries raccordées aux STEU ($N_{influent}$) est issue des déclarations annuelles des émissions dans l'eau rapportées par les exploitants (rejets dit « indirects ») [436].

2.2. Rejet dans le milieu naturel des eaux industrielles traitées in-situ

Pour les eaux industrielles traitées in-situ les émissions sont calculées sur la base de la charge sortante en azote des sites non raccordés à une STEU (dits « isolés ») et du facteur d'émission du GIEC (0,005 g N-N₂O/g N) [616].

La quantité d'azote par les industries non raccordée aux STEU (N_{effluent}) est issue des déclarations annuelles des émissions dans l'eau rapportées par les exploitants (rejets dit « directs ») [245, 375, 436].

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

Dans cette catégorie, seules les émissions de COVNM des stations d'épuration des raffineries sont estimées.

Emissions de COVNM

Les émissions de COVNM des eaux industrielles sont estimées à partir du facteur d'émission Tier 1 du guide EMEP/EEA de 2023 [1072].

Les quantités d'eaux usées traitées par les industries, les rejets en azote, en DBO₅ et en DCO sont obtenus à partir des déclarations annuelles pour les années 2016, et entre 2019 et 2022. Celles-ci permettent également de distinguer les rejets isolés des rejets raccordés. Les années manquantes sont estimées sur la base d'une évolution annuelle de la production de l'industrie manufacturière en France. Les eaux usées rejetées par les stations d'épuration urbaines ont été déduites pour éviter tout double-compte.

Des émissions de COVNM peuvent également survenir lors des traitements des eaux usées domestiques dans les STEU. Le guide EMEP/EEA 2023 fourni un facteur d'émission de 15 mg COVNM / m³ d'eaux usées traitées [1072].

Les quantités d'eaux usées traitées sont récupérées des rapports des services publics d'eau et d'assainissement en France publiés par BIPE [1073]. Ces rapports existent depuis 2004 mais des données ont été extraites depuis 2006. Les années manquantes (publication généralement tous les 2 ans) sont estimées avec la moyenne des deux années connues. Les années antérieures à 2006 sont estimées en fonction de l'évolution de la population raccordées au réseau.

A noter que ces eaux usées traitées prennent en compte également une partie des eaux usées industrielles qui sont raccordées à ces STEP.

Date de mise à jour	Responsable	Date de validation	Vérificateur
08/01/2025	VM	06/02/2025	RB

Feux de bâtiments

Cette section se rapporte aux feux de bâtiments.

Correspondance dans divers référentiels :

CCNUCC / CRT	-
CEE-NU / NFR	5.E
SNAPc (extension Citepa)	09.07.03
CE / directive IED	Hors champ
CE / E-PRTR	Hors champ
CE / directive GIC	Hors champ

Approche méthodologique :

Activité	Facteurs d'émission
Nombre de feux par type de bâtiment	Valeurs par défaut du guide EMEP/EEA 2023

Niveau de méthode :

Polluants : Rang 2

Références utilisées :

- [566] DIRECTION DE LA SECURITE CIVILE – Services d'incendie et de secours, statistiques annuelles
- [739] Jared Downard & al. - Uncontrolled combustion of shredded tires in a landfill Part 1 : characterization of gaseous and particles emissions, 2015
- [1198] EMEP EEA Guidebook 2023 - Chapitre 5E - Tables 3-2 ; 3-3 ; 3-4 ; 3-5
- [1199] INSEE - Les conditions de logement en France - Edition 2017

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

Cette catégorie correspond aux émissions lors des feux de bâtiments de tous types (habitations individuelles ou collectives ou bâtiments industriels, commerciaux ou agricoles), qu'ils soient d'origine criminelle ou accidentelle. Les émissions sont estimées en multipliant une activité par un facteur d'émission.

Pour les besoins d'application de la méthodologie EMEP/EEA [1198], l'activité correspond au nombre de feux de bâtiments en distinguant les types de bâtiments suivants :

- feux de maisons individuelles non mitoyennes (MINM)
- feux de maisons individuelles mitoyennes (MIM)
- feux d'immeubles (IM)
- feux de bâtiments industriels (IND)

En France, les données du nombre d'incendie par catégorie de bâtiments sont disponibles annuellement dans statistiques des services d'incendie et de secours (SDIS) [566]. La dernière édition disponible est celle de 2023 et concerne les incendies de 2022. Le périmètre géographique couvert par ce rapport annuel [566] ne comprend que la métropole et les DROM (Guadeloupe, Mayotte, la Réunion, la Martinique et la Guyane) sans prendre en considération les COM. Le périmètre établi par ces statistiques est légèrement différent de celui nécessaire :

- feux d'habitations (HAB)
- feux d'ERP (établissement recevant du public) avec locaux à sommeil (ERP & LS)
- feux d'ERP sans locaux à sommeil (ERP sans LS)
- feux d'entrepôts et locaux industriels (ELI)
- feux de locaux artisanaux (LAR)
- feux de locaux agricoles (LAG)

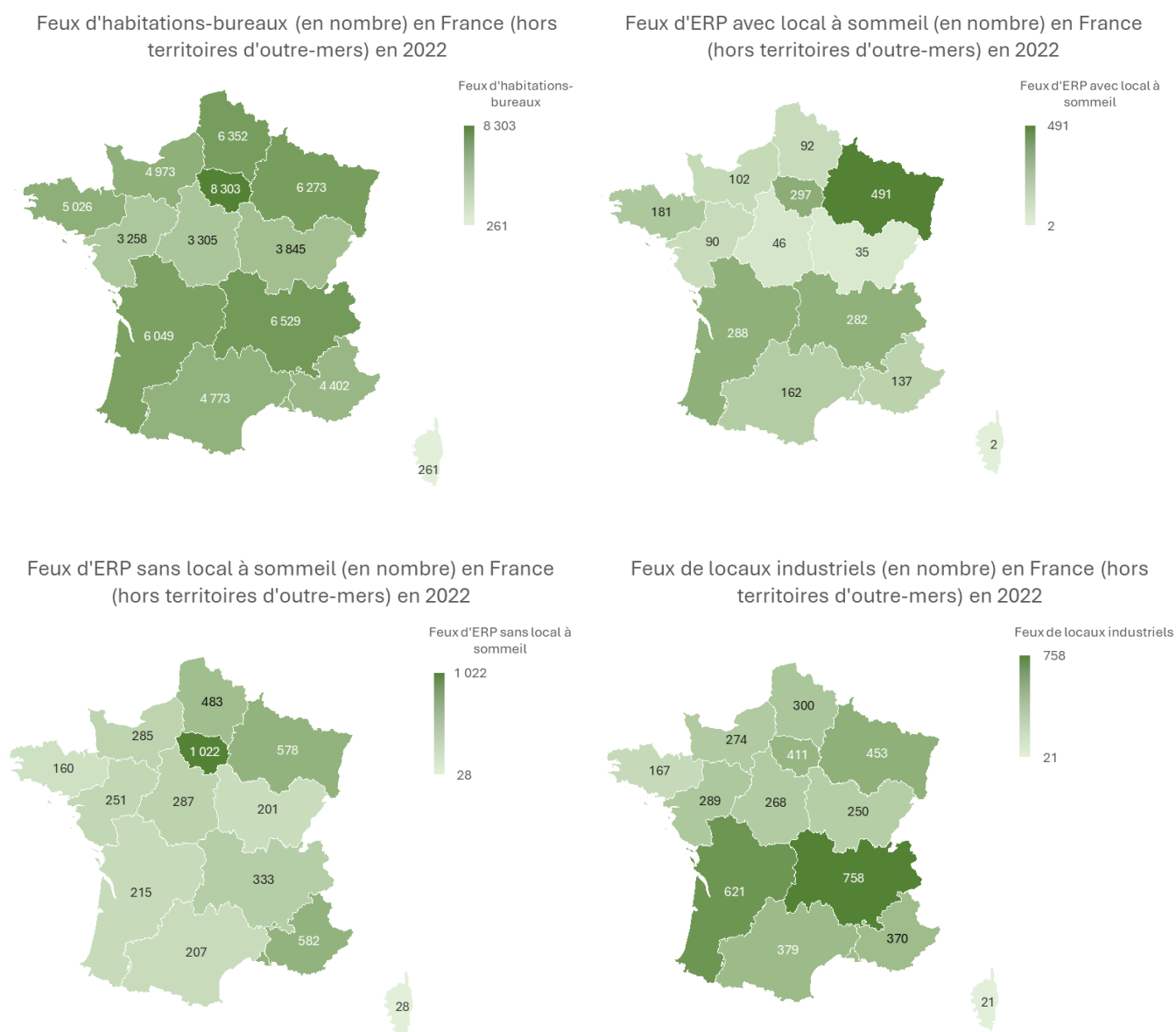
Les correspondances suivantes sont effectuées entre les deux nomenclatures :

Tableau 34 : Correspondance des types de bâtiments entre les nomenclatures EMEP et celles disponibles

Catégories EMEP 2023					
		MINM	MIM	IM	IND
Catégories SDIS (France)	HAB	x		x	
	ERP & LS			x	
	ERP sans LS			x	
	ELI				x
	LAR				x
	LAG				x

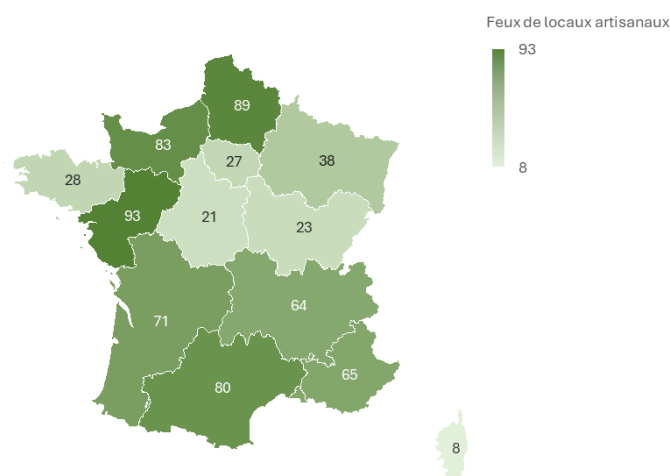
Concernant les feux d'habitations, une part est attribuée dans la catégorie "feux de maisons individuelles non mitoyennes" (MINM) et l'autre dans celle des "feux d'immeubles" (IM) en fonction des résultats des enquêtes de l'INSEE⁵ sur les conditions de logement en France [1199]. La part des logement individuels dans le total des habitations a évolué très lentement dans le temps. La catégorie maisons individuelles mitoyennes" (MIM) n'est pas utilisée, tous les feux de maisons individuelles sont affectés à la catégorie maisons individuelles non mitoyenne" (MINM).

Figure 12 : Répartition des feux de bâtiments par catégorie en 2022

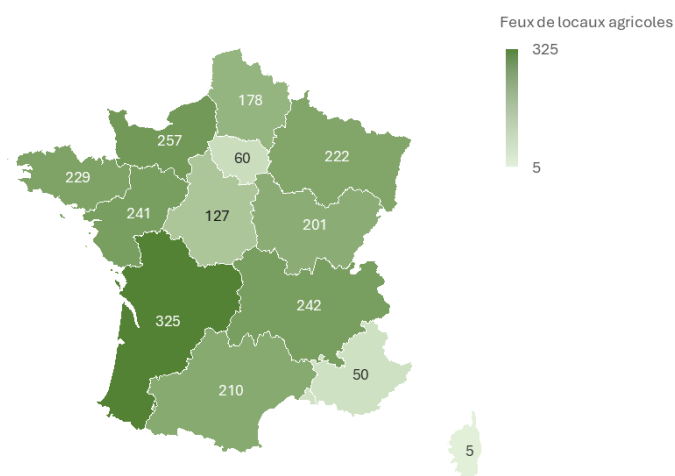


⁵ INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (direction générale du ministère français en charge de l'économie et des finances)

Feux de locaux artisanaux (en nombre) en France (hors territoires d'outre-mers) en 2022



Feux de locaux agricoles (en nombre) en France (hors territoires d'outre-mers) en 2022



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

Emissions de CO₂

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de CH₄

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de N₂O

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de Gaz fluorés

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

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

Emissions de SO₂

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de NOx

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de COVNM

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de CO

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de NH₃

Les émissions ne sont pas estimées.

Emissions de poussières totales en suspension (TSP)

Le facteur d'émission correspond aux valeurs par défaut proposées dans les lignes directrices EMEP/EEA [1198].

Emissions de PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

Le facteur d'émissions de PM₁₀ et PM_{2,5} sont les valeurs par défaut proposées dans les lignes directrices EMEP/EEA [1198]. Faute d'information, le facteur d'émissions des PM_{1,0} est considéré comme égal à celui des PM_{2,5}.

Emissions de carbone suie / black carbon (BC)

La part du BC dans les émissions de PM_{2,5} est estimé à 45% sur la base d'une étude sur la combustion des pneumatiques [739].

Métaux lourds (ML)

Les facteurs d'émissions du Pb, Cd, Hg, As, Cr et Cu correspondent aux valeurs par défaut proposées dans les lignes directrices EMEP/EEA [1198]. Les émissions des autres ML ne sont pas estimées.

Dioxines et furannes (PCDD-F)

Le facteur d'émissions correspond à la valeur par défaut proposée dans les lignes directrices EMEP/EEA [1198].

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

Les émissions ne sont pas estimées.

Polychlorobiphényles (PCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Hexachlorobenzène (HCB)

Les émissions ne sont pas estimées.

Crédit des illustrations

Couverture

@ Alex FU / Pexels

Introduction (de gauche à droite et de haut en bas)

@ Tobias TULLIUS / Unsplash

@ Pawel JANIAK / Unsplash

@ Grischa TB / Unsplash

@ Vianet RAMOS / Unsplash

@ Ivan BANDURA / Unsplash

