



Scénarios prospectifs d'émissions de polluants atmosphériques pour la France de 2020 à 2050 par intervalle de 5 ans selon un scénario AME et un scénario AMS, sur la base du scénario énergie climat AME 2021

Rapport hypothèses et résultats des scénarios AME et AMS

MTECTCT - BQA

Novembre 2021





Scénarios prospectifs d'émissions de polluants
atmosphériques pour la France de 2020 à 2050 par
intervalle de 5 ans selon un scénario AME et un
scénario AMS, sur la base du scénario énergie
climat AME 2021

Rapport hypothèses et résultats
des scénarios AME et AMS

Novembre 2021

Rédaction		
Rédacteur(s)	Nadine ALLEMAND, directrice adjointe Jean-Marc ANDRE, chef de département Grégoire BONGRAND, ingénieur d'études Benjamin CUNIASSE, ingénieur d'études Anaïs DURAND, experte agriculture Vincent MAZIN, ingénieur d'études Thamara VIEIRA da ROCHA, ingénieur d'études	Citepa
Vérification		
Vérification	Nadine ALLEMAND, directrice adjointe (Citepa) Grégoire BONGRAND, ingénieur d'études (Citepa) Thibaud CHATILLON, chargé de mission (BQA, MTECT) Frédérique MILLARD, cheffe de pôle (BQA, MTECT)	18/11/2021
Approbation finale	Jérôme BOUTANG, directeur (Citepa)	18/11/2021

Référence Citepa 1883 | Rapport-final -AME-AMS-2021-VF2-d

Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (Citepa)
42, rue de Paradis - 75010 PARIS - Tel. 01 44 83 68 83 - Fax 01 40 22 04 83
www.citepa.org | infos@citepa.org



SOMMAIRE

SOMMAIRE	6
Table des tableaux.....	10
Table des figures.....	13
Glossaire	16
1. Introduction.....	18
1.1 Contexte	18
1.2 Scénarios testés.....	20
1.3 Organisation française de l'élaboration des projections	20
2. Politiques et mesures prises en compte	23
2.1 Rappel des caractéristiques du scénario AME 2021 énergie climat	23
2.1.1 Cadrage macro-économique	23
2.1.2 Secteurs résidentiel et tertiaire.....	24
2.1.3 Secteur des transports	26
2.1.4 Secteur de l'industrie	27
2.1.5 Agriculture	28
2.1.5.1 Données relatives à l'élevage (NFR 3B) : Evolution des cheptels	29
2.1.6 Déchets.....	31
2.1.6.1 Déchets solides (NFR 5A/5B/5C).....	31
2.2 Mesures relatives aux polluants prises en compte dans AME et AMS	33
2.2.1 Scénario AME	33
2.2.2 Scénario AMS.....	35
3. HYPOTHESES ET RESULTATS D'EMISSIONS DU SCENARIO AME.....	37
3.1 Emissions totales de polluants et comparaison aux objectifs NEC	38
3.1.1 Résumé de l'atteinte des objectifs	38
3.1.2 Emissions de SO ₂	40
3.1.3 Emissions de NO _x	40
3.1.4 Emissions de COVNM	43
3.1.5 Emissions de NH ₃	44
3.1.6 Emissions de PM _{2.5}	45
3.2 Consommation d'énergie dans les sources fixes et mobiles (NFR 1A1 hors 1A1b, et NFR 1A2, NFR 1A4).....	46
3.2.1 Détermination des niveaux d'activité	46
3.2.1.1 Consommation d'énergie par secteur et séparation entre sources fixes et mobiles	46

3.2.1.2	Répartition des consommations par gamme de puissance des installations de combustion	48
3.2.1.3	Industrie - Répartition des consommations entre fours et autres installations de combustion	50
3.2.1.4	Résidentiel – Cas spécifique des équipements de chauffage domestique au bois.....	50
3.2.2	Détermination des facteurs d'émission	52
3.2.2.1	EMNR.....	52
3.2.2.2	Fours de l'industrie.....	52
3.2.2.3	Equipements domestiques au bois.....	55
3.2.2.4	Installations de combustion (hors EMNR, fours de l'industrie et équipements domestiques au bois) ..	56
3.2.3	Evolution des émissions	58
3.2.3.1	Installations fixes	58
3.2.3.2	Engins mobiles non routiers	63
3.3	Raffinage du pétrole (NFR 1A1b et 1B2aiv).....	67
3.3.1	Réglementations et hypothèses prises en compte	67
3.3.2	Evolution des émissions	68
3.4	Transports (NFR 1A3)	71
3.4.1	Transport routier (1A3b)	71
3.4.1.1	Consommations d'énergie.....	71
3.4.1.2	Parcs statique et roulant de véhicules.....	72
3.4.1.3	Directives limitant les émissions à l'échappement prises en considération et dates d'application	76
3.4.1.4	Evolution des émissions	80
3.4.2	Autres transports (1A3a, 1A3c, 1A3d, 1A3e).....	85
3.4.2.1	Consommations d'énergie.....	85
3.4.2.2	Facteurs d'émission considérés.....	86
3.4.2.3	Evolution des émissions	87
3.5	Emissions fugitives liées aux combustibles (NFR 1B)	91
3.5.1	Emissions fugitives liées aux combustibles solides (NFR 1B1)	91
3.5.2	Emissions fugitives liées aux combustibles liquides et du gaz naturel (NFR 1B2).....	91
3.5.2.1	Combustibles liquides (1B2a)	91
3.5.2.2	Gaz naturel (1B2b).....	93
3.5.2.3	Torchage (1B2c).....	94
3.5.3	Evolution des émissions	94
3.6	Procédés Industriels et Utilisation de Produits (NFR 2)	97
3.6.1	NFR 2A – Produits minéraux.....	97
3.6.2	NFR 2B – Chimie	97
3.6.3	NFR 2C – Métallurgie	100
3.6.4	NFR 2D – Utilisation de solvants et de produits chimiques	101
3.6.5	Usage de peintures et vernis (SNAP 0601).....	101
3.6.5.1	Nettoyage de surface, nettoyage à sec et électronique (SNAP 0602)	102
3.6.5.2	Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques (SNAP 0603)	103
3.6.5.3	Autres utilisations de solvants et activités associées (SNAP 0604).....	103
3.6.6	NFR 2G – Autres utilisations de produits.....	104
3.6.7	NFR 2H – Autres productions	104
3.6.7.1	NFR 2I – Travail du bois	106
3.6.8	Evolution des émissions	106
3.7	Agriculture (NFR 3)	111

3.7.1	Données relatives à l'élevage (NFR 3B)	111
3.7.1.1	Cheptels	111
3.7.1.2	Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de NH ₃	111
3.7.1.3	Pratiques de réduction	114
3.7.2	Données relatives aux sols cultivés (NFR 3D)	115
3.7.2.1	Evolution de l'assolement	115
3.7.2.2	Evolution des productions	119
3.7.2.3	Evolution des intrants	122
3.7.2.4	Pratiques de réduction	124
3.7.3	Données relatives au brûlage (NFR 3F)	124
3.7.4	Evolution des émissions de l'agriculture	125
3.8	Traitement et élimination des déchets (NFR 5)	130
3.8.1	Données d'activité	130
3.8.2	Facteurs d'émission et paramètres sectoriels	130
3.8.2.1	Stockage des déchets non dangereux (5A)	130
3.8.2.2	Traitements biologiques (5B)	130
3.8.2.3	Incinération et feux ouverts (5C)	130
3.8.2.4	Traitement des eaux (NFR 5D)	131
3.8.2.5	Autres traitements de déchets (NFR 5E)	131
3.8.3	Evolution des émissions	132
4.	HYPOTHESES ET RESULTATS D'EMISSIONS DU SCENARIO AMS	137
4.1	Emissions totales de polluants selon AME et AMS et comparaison aux plafonds	137
4.1.1	Résumé de l'atteinte des objectifs	137
4.1.2	Emissions de SO ₂	140
4.1.3	Emissions de NO _x	142
4.1.4	Emissions de COVNM	142
4.1.5	Emissions de NH ₃	144
4.1.6	Emissions de PM _{2.5}	145
4.2	Réduction de la teneur en soufre du fioul domestique	146
4.2.1	Arrêté mettant en œuvre la limitation de la teneur en soufre du fioul lourd	146
4.2.2	Impact de la mesure sur les émissions de SO ₂	146
4.3	Nouvelles décisions relatives aux installations industrielles IED	146
4.3.1	Description de la mesure	146
4.3.2	Mode de détermination des impacts de la Décision sur le traitement de surfaces aux solvants organiques	147
4.3.3	Impact de la mesure sur les émissions de COVNM	147
4.4	Plan d'action réduction des émissions issues du chauffage au bois	148
4.4.1	Description de la mesure	148
4.4.2	Mode de détermination des impacts du plan bois	148
4.4.3	Impact de la mesure sur les émissions de polluants de la combustion du bois	150

4.5	Mise place de ZFE-m dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants	151
4.5.1	Description de la mesure.....	151
4.5.2	Méthodologie appliquée pour déterminer l'impact des ZFE-m sur les émissions..	151
4.5.3	Impact de la mesure ZFE-m dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants sur les émissions de polluants du trafic routier	156
4.6	Mise en place d'une zone SECA en Méditerranée	158
4.6.1	Rappel du contexte.....	158
4.6.2	Méthodologie d'estimation des impacts de la zone SECA en Méditerranée	158
4.6.3	Emissions évitées par la mise en place d'une zone SECA en Méditerranée	160
4.7	Limitation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) sur les plateformes aériennes.....	161
4.7.1	Description de la mesure.....	161
4.7.2	Détermination de l'impact de la limitation des « APU »	161
4.7.3	Impact de la mesure APU sur les émissions du trafic aérien	162
4.8	Agriculture – impact de mesures supplémentaires	162
4.8.1	Mesures prises en compte	162
4.8.2	Données relatives à l'élevage	163
4.8.2.1	Cheptels projetés.....	163
4.8.2.2	Paramètres utilisés pour le calcul	163
4.8.2.3	Techniques de réduction des émissions de NH ₃	163
4.8.3	Données relatives aux sols cultivés	164
4.8.3.1	Evolution de l'assolement	164
4.8.3.2	Evolution des productions	169
4.8.3.3	Evolution des intrants.....	172
4.8.3.4	Techniques de réduction des émissions de NH ₃	173
4.8.4	Données relatives au brûlage	173
4.8.4.1	Résidus de culture	173
4.8.5	Impacts sur les émissions de polluants dont NH ₃	173
	Annexe I – Liste des secteurs NFR et leurs intitulés	178
	Annexe II – Correspondance vignettes Crit'Air et normes Euros selon les véhicules	183
	Annexe III – Liste des secteurs industriels visés par la directive IED	184
	Annexe IV – Mesures existantes du scénario AME du PREPA.....	190
	Annexe V – Mesures additionnelles envisagées par le MTECT pour le scénario AMS du PREPA	198
	Annexe VI – Plan d'action chauffage au bois	206

Table des tableaux

Tableau 1 : Mesures considérées dans le résidentiel dans le scénario AME 2021 énergie climat.....	24
Tableau 2: Evolution des cheptels - AME (énergie climat) 2021 (milliers de têtes) ⁶	30
Tableau 3 : Evolution des quantités de déchets par filière - AME 2021 énergie climat ⁶	31
Tableau 4 : Quantités de déchets ménagers et assimilés - AME 2021 énergie climat ⁶	31
Tableau 5 : Hypothèses prises en compte dans les mesures du secteur agricole pour AME et AMS...	36
Tableau 6 : Evolution des émissions de polluants selon le scénario AME et comparaison aux objectifs de la directive 2284/2016	39
Tableau 7 : Bilan énergétique pour les sources fixes et mobiles du scénario AME 2021 énergie climat ⁶	47
Tableau 8 : Répartition des consommations de combustibles selon les tailles d'installation de combustion.....	49
Tableau 9 : Evolution des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois dans le scénario AME	51
Tableau 10 : Evolution de la production de clinker selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	52
Tableau 11 : Evolution de la production de verre selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	53
Tableau 12 : Facteurs d'émission retenus pour les NEA-MTD du secteur verrier	54
Tableau 13 : Evolution du brut traité par les raffineries de pétrole selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	67
Tableau 14. Evolution des consommations totales de carburant en MTECTp (huile énergétique en MTECTp) selon la DGEC, scénario AME 2021 énergie climat ⁶	72
Tableau 15. Evolution du parc statique estimé par le Citepa pour le scénario AME. Données 2005-2019 issues du dernier inventaire national ¹⁸	73
Tableau 16. Evolution du parc roulant estimé par le Citepa pour le scénario AME. Données 2005-2019 issues du dernier inventaire national ¹⁸	74
Tableau 17. Evolution de la répartition du parc roulant par type de véhicules en fonction de la motorisation	75
Tableau 18 : Dates d'application des directives européennes prises en considération dans cette étude	79
Tableau 19 : Evolution des niveaux d'activités pour le transport aérien (NFR 1A3a), données MTECT (scénario AME 2021 ⁶)	85
Tableau 20. Evolution des niveaux d'activités pour le transport ferroviaire, données MTECT (scénario AME 2021 ⁶)	85
Tableau 21 : Evolution des consommations de carburants en MTECTp pour : le transport fluvial, le transport maritime et les bateaux de plaisance, données MTECT (scénario AME 2021 ⁶)	86
Tableau 22 : Exigences des arrêtés de 2010 pour les stations-service	92
Tableau 23 : Evolution de la production d'acide nitrique considérée	97
Tableau 24 : Evolution de la production d'ammoniac considérée (scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	98
Tableau 25 : Evolution de la production d'éthylène et de propylène considérée (scénario AME 2021 ⁶)	99
Tableau 26 : Evolution de la production de chlore considérée (scénario AME 2021 ⁶)	99
Tableau 27 : Productions d'acier à oxygène et électrique pour le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	100
Tableau 28 : Production d'aluminium de première fusion pour le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	101
Tableau 29 : Production de sucre selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	105
Tableau 30 : Production de pâtes à papier, par type de procédé, selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶	105
Tableau 31: Evolution des rendements laitiers en AME	111

Tableau 32 : Evolution de la part du temps passé au pâturage des vaches laitières en AME	111
Tableau 33 : Evolution de la part des déjections mobilisables (bovins et porcins uniquement) partant en méthanisation en AME	112
Tableau 34 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Lisier sans croûte naturelle.....	112
Tableau 35 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Lisier avec croûte naturelle.....	112
Tableau 36 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Stockage solide...	112
Tableau 37 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Litière accumulée	113
Tableau 38 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Méthanisation.....	113
Tableau 39 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Pâturage/parcours..	113
Tableau 40 : Paramètres d'alimentation - Vaches laitières.....	113
Tableau 41 : Evolution de l'excrétion azotée des vaches laitières.....	114
Tableau 42 : Evolution de la part des poulets labels.....	114
Tableau 43 : Evolution des surfaces de grandes cultures et prairies en AME 2021 (ha).....	116
Tableau 44 : Evolution des surfaces autres en AME 2021 (ha)	117
Tableau 45: Evolution des surfaces par grande catégorie en AME 2021 (ha)	118
Tableau 46 : Hypothèses relatives au développement des surfaces en agriculture biologique en AME	119
Tableau 47 : Hypothèses relatives à l'évolution des rendements en agriculture biologique en AME	119
Tableau 48 : Evolution des productions de grandes cultures et prairies en AME	120
Tableau 49 : Consommation d'intrants minéraux en AME	122
Tableau 50 : Consommation de calcaire/dolomie des CAN en AME	122
Tableau 51 : Evolution des quantités d'azote des engrais organiques et de la pâture en AME.....	123
Tableau 52 : Consommation de calcaire et de dolomie pour le chaulage en AME	123
Tableau 53 : Evolution des techniques de réduction des émissions de NH ₃ pour les engrais minéraux en AME.....	124
Tableau 54 : Evolution des quantités brûlées en AME.....	124
Tableau 55 : Evolution des émissions de polluants selon les scénarios AME et AMS et comparaison aux objectifs de la directive 2284/2016 ²	138
Tableau 56 : Evolution des émissions de SO ₂ dans certains secteurs d'activités suite à la réduction de la teneur en soufre dans le fioul domestique considérée en AMS.....	146
Tableau 57 : Evolution des émissions de COVNM dans certains secteurs d'activités liée à la Décision d'exécution pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques considérée en AMS	147
Tableau 58 : Evolution des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois dans le scénario AMS	149
Tableau 59 : Evolution des émissions du chauffage au bois dans le scénario AMS et comparaison avec AME.....	150
Tableau 60 : Agglomérations supplémentaires à celles du scénario AME de plus de 150 000 habitants selon INSEE 2017 concernées par la mise en place des ZFE-m pour le scénario AMS.....	153
Tableau 61 : Evolution des émissions du transport routier dans le scénario AMS avec 32 ZFE-m supplémentaires et comparaison avec scénario AME.....	156
Tableau 62 : Evolution des émissions de NO _x du transport routier selon les types de véhicules dans le scénario AMS avec 32 ZFE-m supplémentaires et comparaison avec AME	157
Tableau 63 : Composition du parc (en milliers de véhicules) selon les Crit'Air en 2025 et 2030 selon le scénario AME et AMS	157
Tableau 64 : Marché des soutes maritimes (en tonnes) en 2019 selon le CPDP ⁵⁹	159
Tableau 65 : Evolution des émissions du de la navigation* selon le scénario AMS et rappel des émissions AME.....	160
Tableau 66 : Liste des grands aéroports considérés	162
Tableau 67 : Evolution des émissions de polluants du trafic aérien sous 1000 pieds avec les mesures APU	162

Tableau 68 : Hypothèses relatives au développement des surfaces en agriculture biologique en AMS	165
Tableau 69 : Evolution des surfaces de grandes cultures et prairies en AMS 2021 (ha).....	166
Tableau 70 : Evolution des surfaces autres en AMS 2021 (ha)	167
Tableau 71 : Evolution des surfaces par grande catégorie en AMS 2021 (ha)	168
Tableau 72 : Evolution des productions de grandes cultures et prairies en AMS	170
Tableau 73 : Consommation d'intrants minéraux en AMS 2021	172
Tableau 74 : Evolution des quantités d'azote des déjections épandues et des résidus de culture en AMS 2021	173
Tableau 75 : Evolution des techniques de réduction des émissions de NH ₃ pour les engrais minéraux en AMS 2021	173
Tableau 76 : Evolution des émissions de polluants de l'agriculture dans le scénario AMS et comparaison avec AME	174
Tableau 77 : Evolution des émissions de NH ₃ selon les diverses sources d'émissions dans le scénario AMS et comparaison avec AME	174

Table des figures

Figure 1 : Processus de modélisation du scénario AME 2021 énergie climat ⁶	21
Figure 2 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de CO ₂ eq dans le résidentiel ⁶	25
Figure 3 : évolution des consommations d'énergie et des émissions de CO ₂ eq dans le tertiaire ⁶	25
Figure 4 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de GES dans les transports ⁶	27
Figure 5 : Part des énergies dans les ventes de voitures neuves ⁶	27
Figure 6 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de GES dans l'industrie ⁶	28
Figure 7 : Evolution des émissions de SO ₂ en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	40
Figure 8 : Evolution des émissions de NO _x en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	41
Figure 9 : Evolution des émissions de COVNM en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	43
Figure 10 : Evolution des émissions de NH ₃ en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	44
Figure 11 : Evolution des émissions de PM _{2.5} en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	45
Figure 12 : Part de granulés dans la consommation totale de bois domestique, dans le scénario AME	51
Figure 13 : Evolution des émissions de SO ₂ des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶) ..	58
Figure 14 : Evolution des émissions de NO _x des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶) ..	59
Figure 15 : Evolution des émissions de COVNM des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶) ..	60
Figure 16 : Evolution des émissions de NH ₃ des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶) ..	61
Figure 17 : Evolution des émissions de PM _{2.5} des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶) ..	62
Figure 18 : Evolution des émissions de SO ₂ des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	63
Figure 19 : Evolution des émissions de NO _x des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	64
Figure 20 : Evolution des émissions de COVNM des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	65
Figure 21 : Evolution des émissions de PM _{2.5} des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	66
Figure 22 : Evolution des émissions de SO ₂ des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	68
Figure 23 : Evolution des émissions de NO _x des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	69
Figure 24 : Evolution des émissions de COVNM des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	69
Figure 25 : Evolution des émissions de PM _{2.5} des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	70
Figure 26 : Evolution des émissions de SO ₂ du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	80
Figure 27 : Evolution des émissions de NO _x du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	81

Figure 28 : Evolution des émissions de $PM_{2.5}$ du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	82
Figure 29 : Evolution des sources d'émissions de $PM_{2.5}$ du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	83
Figure 30 : Evolution des sources d'émissions de COVNM du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	83
Figure 31 : Evolution des sources d'émissions de NH_3 du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	84
Figure 32 : Evolution des émissions de SO_2 des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	87
Figure 33 : Evolution des émissions de NO_x des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	88
Figure 34 : Evolution des émissions de $PM_{2.5}$ des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	89
Figure 35 : Evolution des émissions de COVNM des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	90
Figure 36 : Evolution des émissions fugitives de SO_2 liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	94
Figure 37 : Evolution des émissions fugitives de NO_x liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	95
Figure 38 : Evolution des émissions fugitives de COVNM liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	95
Figure 39 : Evolution des émissions fugitives de $PM_{2.5}$ liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	96
Figure 40 : Evolution des émissions de SO_2 des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	106
Figure 41 : Evolution des émissions de NO_x des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	107
Figure 42 : Evolution des émissions de COVNM des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	108
Figure 43 : Evolution des émissions de NH_3 des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	109
Figure 44 : Evolution des émissions de $PM_{2.5}$ des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat ⁶)	110
Figure 45 : Evolution des émissions de SO_2 liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	125
Figure 46 : Evolution des émissions de NO_x liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	126
Figure 47 : Evolution des émissions de COVNM liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	127
Figure 48 : Evolution des émissions de NH_3 liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	128
Figure 49 : Evolution des émissions de $PM_{2.5}$ liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	129
Figure 50 : Evolution des émissions de SO_2 liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	132
Figure 51 : Evolution des émissions de NO_x liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	133
Figure 52 : Evolution des émissions de COVNM liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	134
Figure 53 : Evolution des émissions de NH_3 liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)	135

Figure 54 : Evolution des émissions de $PM_{2.5}$ liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶).....	136
Figure 55 : Part de granulés dans la consommation totale de bois domestique, dans le scénario AMS	150
Figure 56 : Agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants selon données INSEE 2017. Zones encadrées : ZFE-m considérées dans le scénario AME. Zones non encadrées : ZFE-m supplémentaires du scénario AMS	152
Figure 57 : Schéma du calcul des émissions avec la mise en place des ZFE-m, scénario AMS	156
Figure 58 : Schéma du calcul des émissions de SO_2 pour le trafic maritime	160
Figure 59 : Emissions de NH_3 (t NH_3) de l'agriculture en 2030 pour l'AME et l'AMS	175
Figure 60 : Contribution des différents secteurs à la baisse globale (en t NH_3) en 2030 dans le cadre du scénario AMS, comparé au scénario AME	176

Glossaire

ACNUSA	Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires
ADEME	Agence de la transition écologique
ALUR	Accès au Logement et Urbanisme Rénové
AME	Avec mesures existantes
AMS	Avec mesures supplémentaires
APU	Auxiliary Power Unit
BQA	Bureau de la Qualité de l'Air
BREF	Best available technique REFERENCE document
BTP	Bâtiments et Travaux Publics
CCNUCC	Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques
CE	Commission Européenne
CEE-NU	Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies
CGDD	Commissariat Général au Développement Durable
CLRTAP	Convention sur la Pollution Atmosphérique Transfrontière à Longue Distance
CMS	Combustibles Minéraux Solides
COVNM	Composés Organiques Volatils Non Méthaniques
CPDP	Comité Professionnel Du Pétrole
CSTB	Centre Scientifique et Technique du Bâtiment
DGEC	Direction Générale Energie Climat
DGITM	Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
DMA	Déchets Ménagers et Assimilés
DML	Diesel Marine Léger
DPE	Diagnostic de Performance Energétique
DROM	Départements et Régions d'Outre-Mer
EMEP	European Monitoring and Evaluation Programme
EMNR	Engins mobiles non routiers
ENR	ENergie Renouvelable
ETS	Emission Trading System
FE	Facteur d'Emission
FOD	FiOul Domestique
FOL	FiOul Lourd
GES	Gaz à Effet de Serre
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Experts sur l'évolution du Climat
GNV	Gaz Naturel Véhicule
GPL	Gaz de Pétrole Liquéfié
IAA	Industrie Agro-Alimentaire
IED	Industrial Emission Directive
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INSEE	Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques
ISDND	Installation de stockage des déchets non dangereux
ITOM	Installations de Traitement des Ordures Ménagères
LCP/GIC	Large Combustion Plant/Grande Installation de Combustion
LEC	Loi Energie Climat

LOM	Loi d'Orientation des Mobilités
MCP	Medium Combustion Plant
MMR	Monitoring Mechanism Regulation
MTD	Meilleures Techniques Disponibles (BAT : Best Available Techniques)
MTECT	Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires
NEA	Niveau d'Emission Associé
NEC	National Emission Ceilings (plafonds d'émissions nationaux)
NFR	Nomenclature For Reporting
OMI	Organisation Maritime Internationale
PCAET	Plan Climat Air Energie Territorial
PIB	Produit Intérieur Brut
PL	Poids Lourds
PM	Particulate Matter
PP	Produits Pétroliers
PPA	Plan de Protection de l'Atmosphère
PPE	Programmation Pluriannuelle de l'Energie
PREPA	Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques
SCR	Selective Catalytic Reduction
SDES	Service de la Donnée et des Etudes Statistiques
SECA	SOx Emission Control Area
SFV	Specific Flue gas Volume (volume de fumées standard)
SNBC	Stratégie Nationale Bas Carbone
STEP	STation d'EPuration des eaux usées
STEU	Station de Traitement des Eaux Usées
TSP	Total Suspended Particles (Particules totales en suspension)
UE	Union Européenne
UIDND	Usine d'Incinération des Déchets Non Dangereux
VLE	Valeur Limite d'Emission
VP	Véhicule Particulier
VUL	Véhicule Utilitaire Léger
ZFE-m	Zone à Faibles Emissions Mobilités

1. Introduction

1.1 Contexte

Les émissions dans l'atmosphère de SO₂, de NO_x, de COVNM, de PM_{2.5} et de NH₃ contribuent aux phénomènes d'acidification, d'eutrophisation et de formation de l'ozone troposphérique et présentent des impacts sanitaires avérés.

Pour réduire ces impacts encore trop importants, et compte tenu du caractère transfrontier de ces polluants, ces derniers sont visés par le protocole de Göteborg amendé en 2012 de la Commission Economique pour l'Europe des Nations Unies (CEE-NU) et par la directive européenne relative à la réduction des émissions de certains polluants, pour limiter leurs émissions. Ces textes sont les suivants :

- Dans le cadre de la Convention sur la Pollution Atmosphérique Transfrontière à Longue Distance (CLRTAP), adoptée à Genève en 1979, un protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique a été signé à Göteborg, en 1999. Des plafonds d'émissions à respecter en 2010 ont été fixés pour chacune des parties à la Convention dont la France, pour les polluants suivants : SO₂, NO_x, COVNM et NH₃. Le 4 mai 2012, le Protocole de Göteborg amendé a été adopté¹. Ce protocole amendé fixe de nouveaux engagements de réduction des émissions pour 2020 exprimés non plus en valeur absolue mais en valeur relative (par rapport aux émissions de 2005) pour les quatre polluants cités précédemment ainsi que pour les PM_{2.5}.
- La directive européenne (UE) 2016/2284², concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques, fixe aussi des objectifs de réduction des émissions par rapport à l'année 2005 pour les années 2020 et 2030 en intégrant les objectifs du Protocole de Göteborg amendé pour 2020. Ces obligations se traduisent par l'obligation de mettre en place un système d'inventaires nationaux d'émissions de polluants atmosphériques et un plan d'action national de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Au niveau français, l'État met en œuvre des politiques en faveur de la qualité de l'air pour réduire les impacts de la pollution atmosphérique de manière pérenne à la fois pour être conforme à la directive 2284/2016² mais aussi pour ne plus avoir de dépassement des valeurs limites de polluants dans l'air ambiant. Le Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA)³, adopté en 2017, fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. C'est l'un des outils de déclinaison de la politique climat-air-énergie. Il combine les différents outils de politique publique : réglementations sectorielles, mesures fiscales, mesures incitatives, actions de sensibilisation de tous les acteurs, actions d'amélioration des connaissances et de recherche. Il est décliné dans les plans d'actions régionaux (Plans de protection de l'atmosphère, PPA) et locaux (Plans Climat Air Energie Territorial (PCAET)).

Le PREPA fixe des objectifs de réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂), de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), de particules fines (PM_{2.5}) et

¹ Protocole de Göteborg amendé en 2012. https://unece.org/sites/default/files/2021-10/ECE.EB_.AIR_.114_FRE.pdf.

² Directive (EU) 2016/2284 du Parlement européen et du Conseil du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques, modifiant la directive 2003/35/CE et abrogeant la directive 2001/81/CE <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016L2284>

³ Décret no 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement. <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Décret%202017->

d'ammoniac (NH₃) aux horizons 2020 et 2030 et des objectifs indicatifs à horizon 2025 (calculés sur la base d'une trajectoire linéaire entre 2020 et 2030).

Les objectifs sont les suivants :

Polluants (réduction en % des émissions de 2005)	Objectifs 2020	Objectifs 2025	Objectifs 2030
SO₂	- 55 %	- 66 %	- 77 %
NOx	- 50 %	- 60 %	- 69 %
COVNM	- 43 %	- 47 %	- 52 %
PM_{2,5}	- 27 %	- 42 %	- 57 %
NH₃	- 4 %	- 8 %	- 13 %

Ces objectifs sont alignés sur ceux du Protocole de Göteborg amendé¹ et de la directive 2284/2016², pour l'année 2020 et sur ceux de la directive 2284/2016 pour l'horizon 2030.

Les plans nationaux de réduction de émissions doivent être mis à jour tous les 4 ans selon la directive européenne 2284/2016. En 2021, le Bureau de la Qualité de l'Air (BQA) à la Direction Générale Energie Climat (DGECL) du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (MTECT) entame donc son programme de mise à jour du PREPA avec pour objectif d'avoir un plan actualisé à la fin de l'année 2021.

En 2021, la DGECL du Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires doit, au titre de ses obligations européennes :

- Rapporter ses projections d'émissions de GES (au titre du Règlement européen n° 525/2013⁴ dit « MMR », puis désormais du Règlement 2018/1999 sur la gouvernance de l'Union de l'énergie⁵). Dans ce cadre, un nouveau scénario énergie climat (appelé dans ce rapport scénario AME 2021 « énergie climat ») a été développé et rapporté à la Commission européenne. Le rapport « Synthèse du scénario « avec mesures existantes » 2021 - projections climat et énergie à 2050 » présente les caractéristiques du scénario AME 2021 énergie climat et l'évolution des émissions de GES⁶.
- Mettre à jour le Programme national de lutte contre la pollution atmosphérique au titre de la Directive 2016/2284 (Article 6.3).

Parmi les travaux engagés par le BQA pour mettre à jour le PREPA, une estimation des émissions de polluants selon un scénario AME (avec mesures existantes) et un scénario AMS (avec mesures additionnelles) est réalisée. Ce travail a été confié au Citepa.

⁴ Règlement (UE) n° 525/2013 du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2013 relatif à un mécanisme pour la surveillance et la déclaration des émissions de gaz à effet de serre et pour la déclaration, au niveau national et au niveau de l'Union, d'autres informations ayant trait au changement climatique

⁵ Règlement (UE) 2018/1999 du parlement européen et du conseil du 11 décembre 2018 sur la gouvernance de l'union de l'énergie et de l'action pour le climat, modifiant les règlements (CE) n° 663/2009 et (CE) n° 715/2009 du Parlement européen et du Conseil, les directives 94/22/CE, 98/70/CE, 2009/31/CE, 2009/73/CE, 2010/31/UE, 2012/27/UE et 2013/30/UE du Parlement européen et du Conseil, les directives 2009/119/CE et (UE) 2015/652 du Conseil et abrogeant le règlement (UE) no 525/2013 du Parlement européen et du Conseil

⁶ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se_du_sc%C3%A9nario_AME2021_postQAQC%5B1%5D.pdf

Les travaux du PREPA 2022-2026 sont effectués sur la base d'un scénario AME commun avec les évaluations GES prévues dans le cadre du règlement MMR.

1.2 Scénarios testés

En 2021, dans le cadre de la mise à jour du PREPA³, en vue de l'estimation des émissions de polluants atmosphériques en 2030 et années suivantes, deux scénarios de mesures spécifiques visant les polluants atmosphériques sont testés. Il s'agit des scénarios suivants :

- Scénario AME ou scénario avec mesures existantes. Le scénario AME prend en compte les mesures adoptées jusqu'au 31 décembre 2019.
- Scénario AMS ou scénario avec mesures supplémentaires. Le scénario « avec mesures supplémentaires » comprend toutes les mesures de l'AME ainsi que celles prévues au moment de la réalisation des travaux mais non encore adoptées ou exécutées au 31 décembre 2019.

Pour les polluants atmosphériques, l'estimation des émissions est réalisée selon le périmètre géographique de la métropole.

Dans les chapitres qui suivent et les bilans des évolutions des émissions présentés, l'année 2005 est la référence, comme la Directive 2016/2284² concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques ainsi que le décret PREPA³ le requièrent. Les années historiques 2010, 2018 et 2019 sont aussi présentées à titre de comparaison, et permettent ainsi de constater les évolutions des émissions depuis 2005. Les données d'émissions 2005, 2010, 2018 et 2019 sont issues des inventaires nationaux publiés en mars 2021⁷.

Les résultats sont présentés au format NFR (nomenclature for reporting). L'annexe II détaille cette nomenclature.

Les émissions de polluants 2020, 2025, 2030, 2050 sont estimées sur la base des données d'activités et de l'évolution des consommations d'énergie déterminées par la Direction Générale Energie Climat (DGEC) pour son nouveau scénario AME 2021 énergie climat⁶ présenté ci-après. Cela assure une totale cohérence entre les deux exercices, d'autant que les mesures énergie climat considérées dans le scénario AME 2021 de la DGEC incluent des mesures ayant un impact direct sur les émissions de polluants atmosphériques et les influencent. Les mesures énergie climat mises en œuvre, contribuent à la réduction des émissions de polluants dans la plupart des cas.

Pour ce rapport, le scénario AME 2021 de la DGEC est nommé scénario « AME 2021 énergie climat ». La variante Loi Energie Climat de 2019 (LEC) de ce scénario est prise en compte dans les travaux sur les polluants (rénovation de l'ensemble des passoires thermiques (Classées F et G du diagnostic de performance Energétique (DPE)). Lorsque l'on parle de AME et AMS sans précision dans ce rapport, il s'agit bien des scénarios AME et AMS polluants qui mesurent les impacts de mesures focalisant les polluants.

1.3 Organisation française de l'élaboration des projections

Le travail de définition du scénario AME 2021 énergie climat⁵ et d'évaluation de ses impacts sur les consommations d'énergie et émissions de GES, est dirigé par la DGEC et repose sur un ensemble de modélisations sectorielles technico-économiques réalisées par la DGEC, le Commissariat Général au Développement Durable (CGDD), la Direction Générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer (DGITM), le Centre Scientifique et technique du Bâtiment (CSTB), le ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire (MASA), et le Citepa comme cela est présenté sur la figure suivante⁶ :

⁷ Citepa 2021. Inventaire SECTEN (<https://www.citepa.org/fr/donnees-emissions/>)

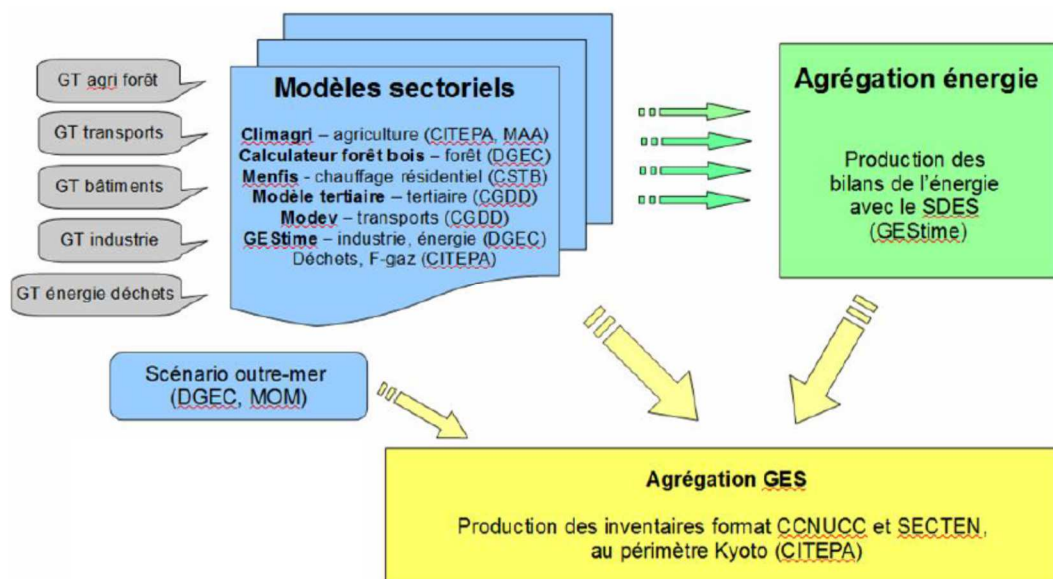


Figure 1 : Processus de modélisation du scénario AME 2021 énergie climat⁶

Ces modèles prennent en entrée des données de cadrage macro-économique (démographie, croissance économique, prix des énergies...), des données sur l'évolution des coûts et des performances des technologies ainsi que des données associées aux choix de politiques publiques. Ils permettent d'estimer certaines données d'activité sectorielles comme, par exemple, le trafic, le nombre de rénovations, la taille des cheptels ou les consommations d'énergie. Les modèles sont utilisés de façon à comprendre quels types de politique publique permettraient d'atteindre les cibles sectorielles définies par la réflexion amont. Au même titre que les discussions avec les Parties prenantes, l'exercice de modélisation nourrit la réflexion et permet de modifier l'image initialement dessinée par la réflexion amont.

Finalement, les résultats des modélisations sectorielles sont traités afin de calculer l'ensemble des consommations d'énergie. Le calcul des émissions de gaz à effet de serre est réalisé par le Citepa.

Le Bureau de la Qualité de l'Air (BQA) de la DGEC, s'appuie sur les travaux décrits ci-dessus, pour élaborer ses deux scénarios AME et AMS polluants. Certaines mesures de l'AME PREPA sont additionnelles à celles du scénario AME énergie Climat sans en modifier l'économie générale. Ces mesures ainsi que les mesures du scénario AMS ont été définies par le bureau de la qualité de l'air, après consultation et apports des autres directions du MTECT, du de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire, du Ministère de la Santé et de la Prévention, du ministère de l'économie... L'ADEME, Santé publique France, l'INERIS ont également été consultés.

Des travaux spécifiques incluant les parties prenantes (organismes professionnels agricoles, de recherches, ONG,...) ont été effectués en 2021 pour définir les mesures du secteur agricole pour le scénario avec mesures supplémentaires. Concernant le plan chauffage au bois, mesure supplémentaire du secteur résidentiel ayant un fort impact sur les émissions de particules, sa mise en œuvre a fait l'objet de travaux particuliers avec les parties prenantes en ateliers d'intelligence collective, en juin 2021, afin de définir les modalités de sa mise en œuvre.

Les émissions de polluants sont calculées par le Citepa sur la base des données d'activités et consommations d'énergie issues du scénario AME 2021 énergie climat⁶ et la prise en compte des

mesures polluants spécifiques. Les émissions du scénario avec mesures supplémentaires sont calculées par le Citepa également sur la base de la définition de politiques et mesures effectuée par l'ensemble des acteurs déjà impliqués dans l'élaboration du scénario AME PREPA et des calculs déjà existants du scénario AME. Il est important de noter que toutes les mesures du scénario AMS n'ont pas pu être évaluées de façon quantitative. Elles demeurent toutefois mises en œuvre par la France au titre de ses décisions politiques et permettent de réduire les émissions de polluants.

Ce rapport présente les évolutions des émissions des cinq polluants visés par le PREPA³ selon le scénario AME et le scénario AMS. Les émissions sont présentées au format de la Nomenclature For reporting (NFR) exigée par la Convention CLRAP et la Commission européenne. L'annexe I présente la nomenclature en détail.

2. Politiques et mesures prises en compte

2.1 Rappel des caractéristiques du scénario AME 2021 énergie climat

Ce chapitre présente les caractéristiques résumées du scénario AME 2021 énergie climat développé par le MTECT/DGEC. Plus de détail est fourni par le rapport « Synthèse du scénario « avec mesures existantes » 2021 - projections climat et énergie à 2050 »⁶.

Les derniers scénarios (AMS et AME (2018)) énergie climat avaient été produits dans le cadre de l'actualisation de la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)⁸ publiée en avril 2020. Les émissions de polluants avaient été estimées également en 2018 par le Citepa⁹.

La DGEC a repris les hypothèses de l'AME (énergie climat) 2018, a actualisé les chroniques historiques avec les données les plus récentes (2015-2018 voire 2019 quand disponible), et a apporté des modifications plus substantielles quand cela le nécessitait, notamment la prise en compte des mesures suivantes :

- La précédente version de l'AME prévoyait une trajectoire croissante de la composante carbone de la taxe intérieure sur la consommation des produits énergétiques (TICPE) arrivant à un niveau de 100€/tCO₂eq en 2030. Suite au gel de la composante carbone, le niveau actuel a été maintenu constant dans l'AME 2021,
- Les mesures adoptées entre juillet 2017 et décembre 2019, en particulier celles issues des lois suivantes : Loi n° 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat (LEC¹⁰) / Loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'Orientation des Mobilité (LOM¹¹) / Loi du 30 octobre 2018 pour l'équilibre des relations commerciales dans le secteur agricole et alimentaire et une alimentation saine, durable et accessible à tous (EGALIM)¹² / Loi n° 2014-366 du 24 mars 2014 pour l'accès au logement et un urbanisme rénové ALUR¹³, ont été intégrées,
- Les prévisions de croissance du PIB, prix des énergies, etc. ont été actualisées, notamment du fait des impacts de la crise sanitaire liée au COVID-19.

Ce chapitre présente les grandes lignes du scénario AME 2021 énergie climat. Le lecteur est invité à se référer au rapport de la DGEC⁶ pour plus de détail.

2.1.1 Cadrage macro-économique

Population : Contrairement à l'AME 2018 qui avait utilisé le scénario central de l'INSEE, l'AME 2021 énergie climat utilise les projections d'Eurostat, qui correspondent au cadrage recommandé par la Commission Européenne.

PIB : Le scénario AME 2021 énergie climat s'appuie sur les hypothèses issues du cadrage fourni par la Commission Européenne. Il y a une reprise de la croissance dès 2021. Cette croissance sous-entendait

⁸ <https://www.ecologie.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc>

⁹ Citepa pour le MTE. Scénarios prospectifs d'émissions de polluants atmosphériques pour la France à l'horizon 2030. Octobre 2019 <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Projection%20Polluants%20atmosphériques%20-%20Scénarios%20prospectifs%20d'émissions%20-%20Octobre%202019.pdf>

¹⁰ <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000038430994/>

¹¹ <https://www.legifrance.gouv.fr/dossierlegislatif/JORFDOLE000037646678/>

¹² <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000037547946>

¹³ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000028772256/>

des mesures de relance alors même que les mesures issues du plan de relance n'ont pas été incluses dans le scénario car adoptées après le 31/12/2019.

Prix des énergies : les prix font partie des hypothèses fixées dans le cadre du cadrage de la Commission. La composante carbone a été prise stable à 44,6€/tCO₂. Le précédent AME 2018 énergie climat⁸ faisait l'hypothèse d'une croissance à 100€/tCO₂.

2.1.2 Secteurs résidentiel et tertiaire

Dans le résidentiel les mesures suivantes sont considérées (comparaison avec AME (énergie climat) 2018⁸) :

Tableau 1 : Mesures considérées dans le résidentiel dans le scénario AME 2021 énergie climat

		AME 2018	AME 2021
Neuf	RT2012	prise en compte à partir de 2013, 100% des nouvelles constructions y étant soumises jusqu'en 2050	Idem AME 2018
	E+/C-	3300, 6000 et 120000 constructions neuves concernées en 2017, 2018 et 2019 (25% MI, 75% LC)	Pas pris en compte dans la modélisation (impact négligeable) : seulement 7000 logements concernés depuis le début de l'expérimentation
	RE2020	Pas prise en compte	Idem AME 2018 (adoption 2021)
Existant	CEE	4 ^e période (fin 2020), 3€/MWh	Prise en compte de la prolongation de la 4 ^e période au 31/12/2021, 6€/MWh
	Fonds chaleur	Pris en compte jusqu'à fin 2019, 30k lgts raccordés par an (ratio d'efficacité 4,3-5€/MWh)	Prise en compte jusqu'à fin 2021 (350M€ en 2020, 450M€ en 2021, soit respectivement 34,2k et 44k logements raccordés), ratio d'efficacité 6€/MWh
	Loi énergie climat, objectif de suppression des passoires	N.A	Pas prise en compte dans le scénario central. Fait l'objet d'une variante
	TVA réduite à 5,5%	TVA réduite à 5,5% contre 10% pour les autres travaux de bâtiments. Supposée maintenue jusqu'en 2050.	idem AME2018
	CITE / Ma Prime Rénov'	CITE prolongé jusqu'à 2017 puis arrêté.	Extension de Ma Prime Rénov' jusqu'à 2021
	Aides Anah sérénité	Prolongement jusqu'à 2017 puis arrêté	Prolongé jusqu'au 31/12/2021 pour déciles 1 à 4
	Eco-PTZ	Prolongé jusqu'à 2018 puis arrêté.	Prolongé jusqu'au 31/12/2021 et extensions d'applications
	EcoPLS	Hypothèse de -15% de la consommation à partir de 2020 jusqu'en 2035	Prolongé jusqu'au 31/12/2022
	décret individualisation frais chauffage	Décret avec dates d'application s'échelonnant entre le 31/03/2017 et le 31/12/2019 selon les logements. L'effet est prolongé jusqu'à 2035 et se traduit par une baisse des consommations de -15 % (estimation DHUP).	Idem AME 2018
	Travaux embarqués	3375MWh Ef économisée/an mais pas inclus dans AME car peu appliqué	idem AME 2018 (pas pris en compte)

Les consommations énergétiques pour le chauffage sont estimées avec le modèle MENFIS. Celui-ci permet d'estimer l'évolution des rénovations en fonction de chroniques de coût des énergies et de différents dispositifs publics (fonds chaleur, ma prime rénov', etc.).

La loi climat et énergie de 2019 a introduit un objectif de rénovation de l'ensemble des passoires énergétiques (classes F et G du DPE) d'ici 2030. La loi comporte quelques mesures incitatives telles que l'interdiction d'en augmenter le loyer à partir de 2021, ou encore l'obligation de réaliser un audit énergétique à la mise en vente ou en location. La variante LEC n'a pas été retenue dans le scénario AME 2021 énergie climat mais elle l'est dans l'exercice de projection pour les polluants.

La figure suivante présente l'évolution des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre dans le résidentiel :

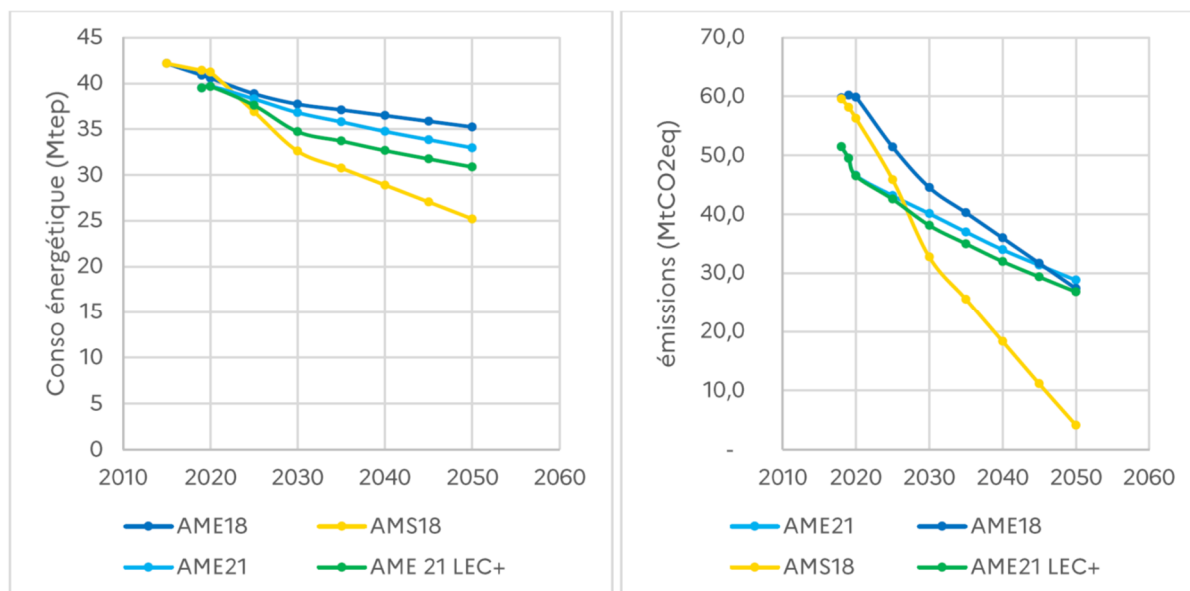


Figure 2 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de CO2eq dans le résidentiel⁶

La figure suivante présente l'évolution des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre dans le tertiaire :

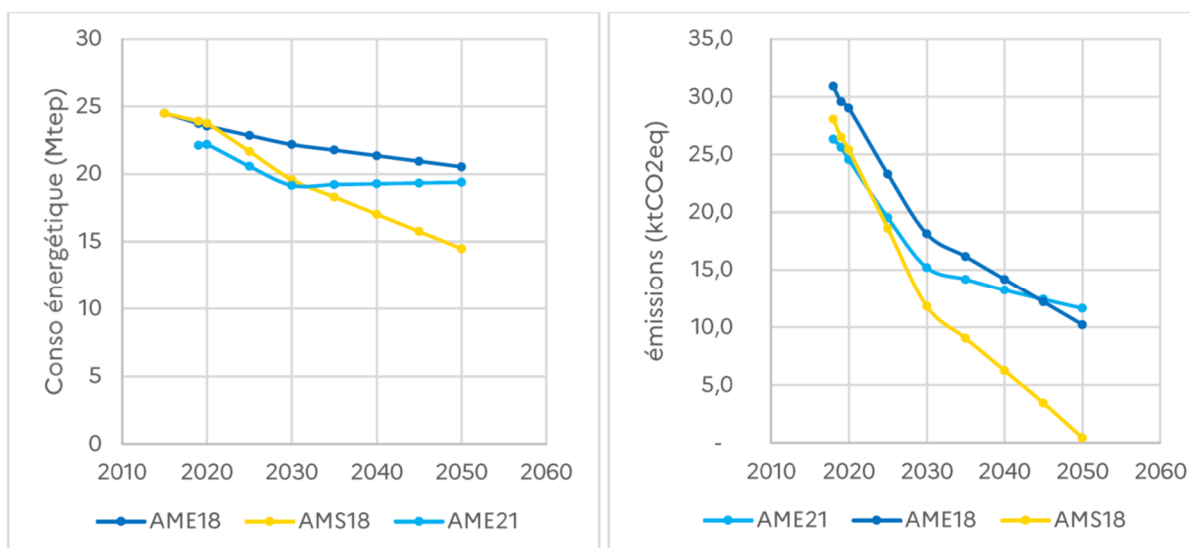


Figure 3 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de CO2eq dans le tertiaire⁶

2.1.3 Secteur des transports

Le scénario AME 2021 énergie climat prend en compte, pour le secteur des transports, les règlements européens sur les véhicules, les mesures de la loi d'orientation des mobilités¹¹ ainsi que les mesures fiscales prises avant l'année 2020.

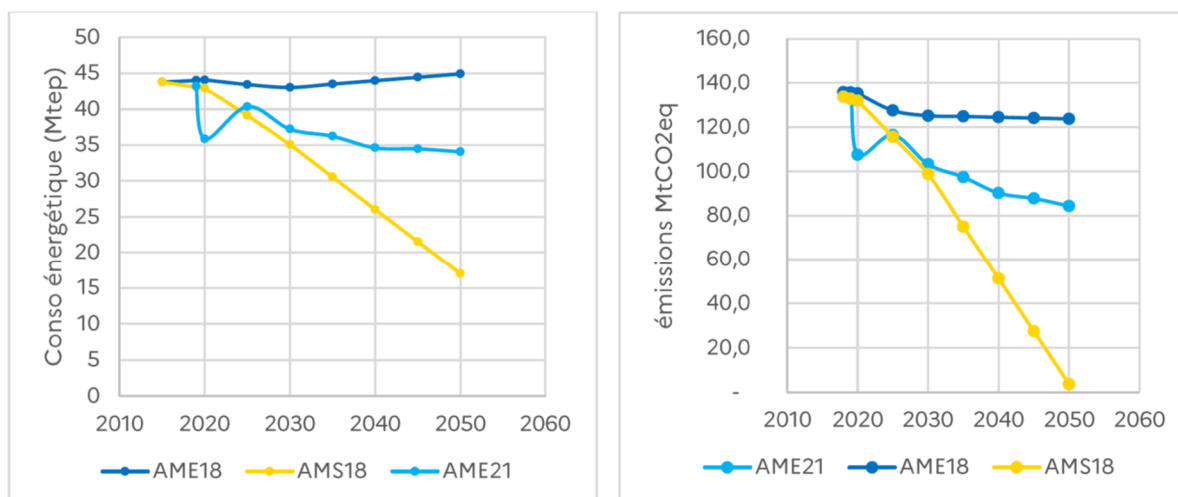
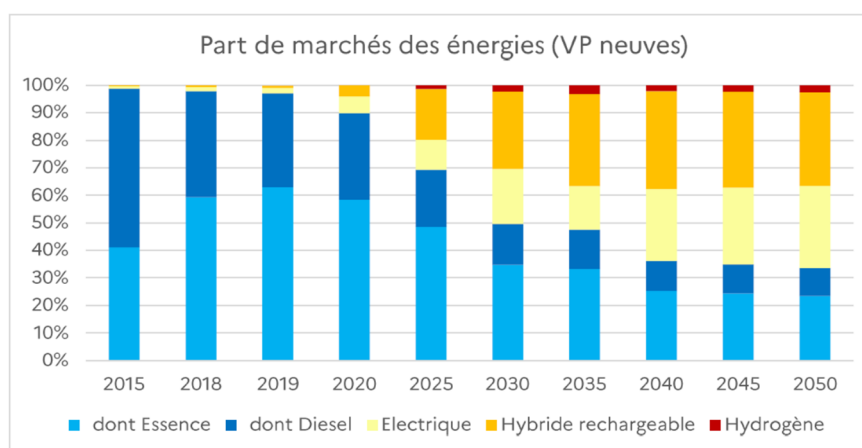
- Pour les véhicules :
 - Les nouveaux règlements européens de réduction des émissions de CO₂ par km des véhicules neufs vendus en 2030 par rapport à 2021 (VP : -37,5%, VUL : -31% et PL : -30%).
 - Règlement (UE) 2019/631 du 17 avril 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et pour les véhicules utilitaires légers neufs, et abrogeant les règlements (CE) n° 443/2009 et (UE) n° 510/2011,
 - Règlement (UE) 2019/1242 du 20 juin 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les véhicules utilitaires lourds neufs et modifiant les règlements (CE) no 595/2009 et (UE) 2018/956 du Parlement européen et du Conseil et la directive 96/53/CE du Conseil.
 - La loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités (dite loi LOM)¹¹, en prenant en compte l'intégration de véhicules à faibles émissions et les mesures relatives à la mise en place de zones à faibles émissions (ZFE), l'extension de la mesure aux flottes d'entreprises de plus de 100 véhicules, y compris les loueurs de flotte, de même que l'ensemble des mesures fiscales décidées dans le cadre du PLF 2020 ou avant (bonus-malus, prime à la conversion, taxe sur les véhicules de société, dispositif de suramortissement des véhicules lourds).
 - Les dispositifs d'incitation à l'installation de bornes de recharges publiques et privées sont également intégrés.

La DGEC précise que dans la modélisation réalisée⁶, les mesures relatives aux obligations d'intégration de véhicules à faibles émissions dans le renouvellement des flottes, les mesures fiscales incitatives, le développement des ZFE et les mesures de développement des bornes de recharge sont considérées comme des mesures qui viennent conforter l'atteinte des objectifs européens mais sans effet additionnel.

- Pour les trafics :
 - La loi d'orientation des mobilités, en prenant en compte les mesures relatives au plan vélo, du renforcement des transports collectifs et les mesures relatives à la mise en place de zone à faibles émissions (ZFE),
 - Pour l'aviation, prise en compte des dispositifs Emissions Trading System (ETS) et CORSIA.

La prise en compte de l'impact de la crise sanitaire liée au Covid-19 a été intégré autant que possible avec les données disponibles au moment de l'élaboration des scénarios.

La figure suivante représente l'évolution des consommations d'énergie dans les transports. Ces consommations sont plus faibles que dans le scénario AME 2018⁸, ce qui dénote l'impact des mesures considérées.

Figure 4 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de GES dans les transports⁶Figure 5 : Part des énergies dans les ventes de voitures neuves⁶

2.1.4 Secteur de l'industrie

La DGEC utilise le modèle GESTime. Les hypothèses sont rentrées pour les années 2015 (calage avec bilan SDES), 2030 et 2050. Les années intermédiaires sont extrapolées à l'exception de l'année 2020 pour laquelle les niveaux de production (et donc de consommation finale) ont été abaissés de 8% pour prendre en compte l'impact de la crise sanitaire. Les principales mesures intégrées sont la prolongation de la 4e période des CEE et la prolongation du fonds chaleur jusqu'à fin 2020 (la trajectoire prévue par la PPE jusqu'à 2028 n'a pas été intégrée car elle reste dépendante des arbitrages annuels en loi de finance).

Les niveaux de production sont ceux retenus pour l'exercice précédent en les ajustant de l'impact du COVID (en annexant la production au PIB jusqu'en 2025 puis en reprenant la tendance AME2018⁸).

Le mix énergétique a été ajusté à l'aide des données historiques fournies par le SDES pour certaines filières. Les évolutions de mix reprennent les trajectoires de l'AME 2018⁸ en ajoutant à 2020 l'impact du fonds chaleur. Pour certains secteurs, il a été constaté que l'AME2018 faisait l'hypothèse d'une sortie rapide du fioul et du charbon sans mesures directement associées. Les trajectoires de sorties ont donc été retardées (le plus souvent à 2030) par souci de conservatisme. Une hypothèse

conservatrice d'électrification de 0,5 point tous les 5 ans à partir de 2020 a par ailleurs été ajoutée (en comparaison, le scénario de référence de l'UE fait l'hypothèse de +3 points tous les 10 ans).

Par rapport à AME 2018⁸, l'efficacité énergétique a été ajustée en fonction de l'évolution des taux d'électrification ainsi que des gains observés sur la période 2015-2018 (données SDES), notamment pour les secteurs de la chimie, des industries agro-alimentaires (IAA) et des non-métalliques.

Au final, la consommation énergétique reste proche de celle de l'AME (énergie climat) 2018⁸. Les gains d'efficacité sont compensés par les niveaux de production en légère hausse.

La figure suivante représente l'évolution des consommations d'énergie et des émissions de GES dans l'industrie :

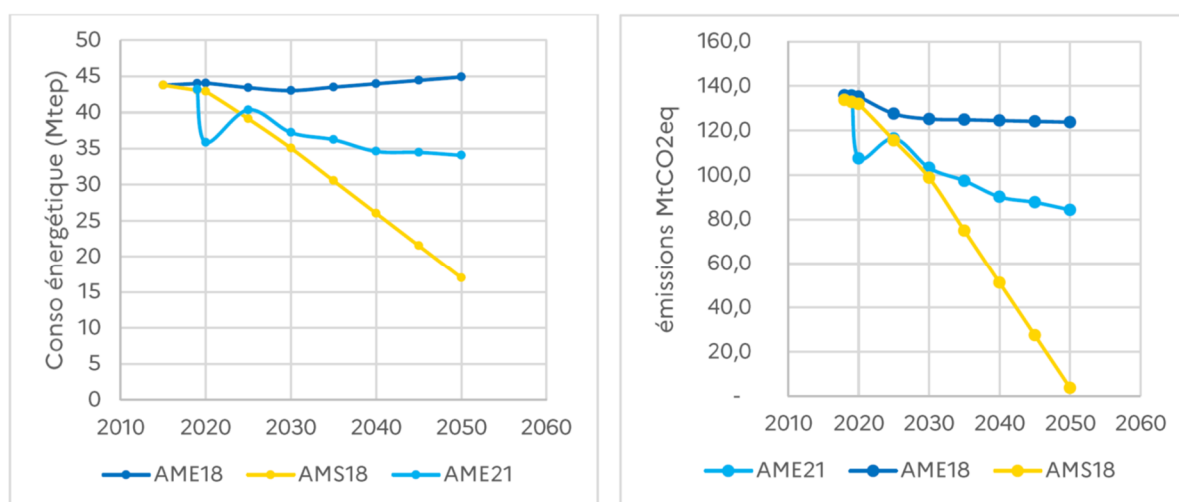


Figure 6 : Evolution des consommations d'énergie et des émissions de GES dans l'industrie⁶

2.1.5 Agriculture

Les hypothèses de l'AME 2018⁸ ont été ajustées au vu des tendances récentes observées dans les enquêtes relatives au secteur agricole pour prendre en compte :

- la publication du Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air (Ademe, MAA, MTECT) en juillet 2019, et actualisé en août 2020
- la croissance de la méthanisation,
- la modification des usages de fertilisants minéraux : évolution des surfaces en bio, évolution du mix urée/solutions azotées/ammonitrates et des pratiques d'enfouissement.

Les hypothèses pour ce nouvel exercice de projections ont été fixées en concertation avec les ministères en charge de l'agriculture et de la transition écologique.

A noter : Les méthodologies de calcul appliquées sont identiques à celles utilisées dans l'inventaire, décrites dans le rapport OMINEA 2021¹⁴.

¹⁴ Citepa. Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France. 2021. https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/ominea/Citepa_Ominea_ed2021.pdf

2.1.5.1 Données relatives à l'élevage (NFR 3B) : Evolution des cheptels

La projection du cheptel des **vaches laitières** est fondée sur la tendance utilisée dans l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles dans la statistique agricole annuelle au moment de l'exercice (année 2019). Ce cheptel est sous-divisé en trois systèmes dits « herbagers », « maïs », et « mixtes ». Ces trois systèmes se différencient au niveau de l'alimentation, du rendement laitier moyen et du temps passé à la pâture. La répartition des effectifs entre ces trois systèmes ainsi que leurs évolutions sont issues de l'AME 2018⁸.

La projection du cheptel des **vaches allaitantes** est fondée sur la tendance utilisée dans l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles dans la statistique agricole annuelle au moment de l'exercice (année 2019).

Pour les **autres bovins**, les hypothèses utilisées varient selon les sous-catégories :

- Le cheptel des **génisses laitières de renouvellement de plus de 2 ans** est estimé par système (herbagers, maïs, mixtes), à partir de ratios génisses/vaches laitières utilisés dans l'AME 2018⁸, ajustés pour assurer la cohérence avec les dernières données disponibles, et appliqués ensuite à la projection des vaches laitières. Ces coefficients évoluent dans le temps du fait d'une diminution de l'âge moyen au premier vêlage (passant de 33,1 mois en 2015 à 32 mois en 2050).
- Les cheptels des autres **animaux laitiers** (génisses laitières de renouvellement de 1 à 2 ans, mâles laitiers de plus d'un an) sont estimés à partir des ratios moyens animal estimé/vaches laitières observés en 2018 et 2019, appliqués à la projection des vaches laitières.
- Le cheptel des **génisses nourrices de renouvellement de plus de 2 ans** est estimé à partir du ratio moyen génisses/vaches allaitantes observé en 2018 et 2019, appliqué à la projection des vaches allaitantes. Ce coefficient évolue dans le temps du fait d'une diminution de l'âge moyen au premier vêlage (passant de 36 mois en 2015 à 35 mois en 2050).
- Le cheptel des **génisses de boucherie de plus de 2 ans** est indexé sur l'évolution du cheptel des vaches allaitantes, exception faite de l'année 2020 qui est estimée à partir de l'évolution constatée 2018-2019 des effectifs de génisses de boucherie entre 1 et 2 ans (baisse d'environ 20%).
- Les cheptels des autres **animaux de type viande** (génisses nourrices et de boucherie de renouvellement de 1 à 2 ans, mâles de type viande de plus d'un an) sont estimés à partir des ratios moyens animal estimé/vaches allaitantes observés en 2018 et 2019, appliqués à la projection des vaches allaitantes.
- Les cheptels des **jeunes bovins** (veaux de boucherie, autres femelles de moins d'un an, autres mâles de moins d'un an) sont estimés à partir des ratios moyens animal estimé/vaches totales (laitières et allaitantes) observés en 2018 et 2019, appliqués à la projection des vaches totales.

Les projections des **cheptels porcins** sont fondées sur les tendances utilisées dans l'AME 2018⁸, appliquées aux dernières données disponibles dans la statistique agricole annuelle au moment de l'exercice (année 2019).

Les projections des **cheptels caprins** ont été révisées du fait de la tendance à la hausse constatée depuis 2017.

- Le cheptel des chèvres en 2020 est estimé sur la base de l'évolution moyenne annuelle constatée entre 2015 et 2019, appliquée à la donnée 2019. On considère ensuite que cette évolution moyenne annuelle ralentit entre 2020 et 2030 (divisée par deux) pour atteindre une stabilité à partir de 2030.
- Les cheptels des autres caprins (chevrettes, autres caprins y compris boucs) sont estimés à partir des ratios moyens animal estimé/chèvres observés entre 2015 et 2019, appliqués à la projection des chèvres.

Les projections des **cheptels ovins** ont été en partie révisées du fait de la tendance à la hausse constatée depuis 2015 pour les ovins lait.

- Le cheptel des brebis lait en 2020 est estimé sur la base de l'évolution moyenne annuelle constatée entre 2015 et 2019, appliquée à la donnée 2019. On considère ensuite que cette évolution moyenne annuelle ralentit entre 2020 et 2030 (divisée par deux) pour atteindre une stabilité à partir de 2030.
- Le cheptel des brebis viande est indexé sur l'évolution retenue dans l'AME 2018⁸.
- Les cheptels des autres ovins (agnelles, autres ovins) sont estimés à partir des ratios moyens animal estimé/brebis totales observés entre 2015 et 2019, appliqués à la projection des brebis totales.

Les projections des cheptels des **chevaux, mules et ânes** sont fondées sur les tendances utilisées dans l'AME 2018⁸, appliquées aux dernières données disponibles dans la statistique agricole annuelle au moment de l'exercice (année 2019).

Les cheptels **volailles et lapines** se stabilisent dès 2020 et restent constants sur la période.

Le tableau suivant synthétise les cheptels considérés par grande catégorie.

Tableau 2: Evolution des cheptels - AME (énergie climat) 2021 (milliers de têtes)⁶

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	3 485	3 475	3 436	3 398	3 359	3 320	3 282	3 243
Vaches allaitantes	3 970	3 944	3 841	3 738	3 636	3 571	3 507	3 442
Autres bovins	10 596	10 477	10 253	10 028	9 805	9 642	9 480	9 318
Truies	981	977	956	935	914	870	826	782
Autres porcins	12 087	12 044	11 837	11 627	11 418	10 913	10 409	9 904
Caprins	1 269	1 292	1 314	1 337	1 337	1 337	1 337	1 337
Ovins	6 940	7 119	7 042	6 966	6 854	6 743	6 631	6 519
Chevaux	515	515	514	513	512	511	510	509
Mules et ânes	36	36	36	36	36	35	35	35
Poules pondeuses	80 043	80 462	80 462	80 462	80 462	80 462	80 462	80 462
Poulets de chair	153 341	152 379	152 379	152 379	152 379	152 379	152 379	152 379
Autres volailles	60 552	60 682	60 682	60 682	60 682	60 682	60 682	60 682
Lapines reproductrices	658	658	658	658	658	658	658	658

2.1.6 Déchets

2.1.6.1 Déchets solides (NFR 5A/5B/5C)

Déchets Ménagers et Assimilés (DMA)

Les quantités de déchets traités par filière en installations de traitement (telles que définies dans l'enquête Installations de Traitement des Ordures Ménagères (ITOM) de l'ADEME, c'est-à-dire qui accueillent au moins des déchets collectés dans le cadre du service public d'élimination des déchets) sont les suivantes.

Tableau 3 : Evolution des quantités de déchets par filière - AME 2021 énergie climat⁶

Hypothèses AME 2021									
	2010	2015	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Valorisation matière									
Recyclage	37,6	39,3	40,3	41	41,4	42,0	42,6	43,1	43,6
Compostage	7,2	8,2	8,8	9,2	9,6	9,9	10,3	10,4	10,7
Epandage + remblais	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Methanisation	0,7	1,05	1,3	1,4	1,8	2,1	2,5	2,7	2,9
Valorisation énergétique									
Co-incinération	0,5	0,95	1,2	1,4	2,5	3,0	3,0	2,7	2,0
Incinération avec valorisation énergétique	6,7	6,85	6,9	7,0	6,5	6,3	6,2	6,4	6,6
Production thermique avec déchets de bois	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3
Elimination									
Incinération à faible rendement	6,5	5,7	5,2	4,9	4,70	4,77	4,83	4,89	4,95
Incinération sans aucune récupération d'énergie	0,6	0,45	0,4	0,3	0	0	0	0	0
Stockage	21	18,6	17,2	16,2	15	14,5	14,4	14,8	15,3
Total									
Total	84,9	85,2	85,4	85,5	85,5	86,7	87,9	89,0	90,1

Concernant l'incinération, en termes d'inventaire d'émissions de polluants, les installations "avec" et "sans" récupération d'énergie doivent être considérées séparément.

Quantités de déchets incinérés (Mt)	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Incinération avec valorisation énergétique	13,20	11,90	11,20	11,06	11,08	11,26	11,57
Evolution par rapport à 2010 %		-9,8%	-15,2%	-16,2%	-16,1%	-14,7%	-12,3%

Les quantités de déchets incinérés avec valorisation énergétique considérées dans le scénario AME sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Quantités de déchets incinérés (Mt)	2010	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Incinération avec valorisation énergétique	13,68	12,32	11,60	11,46	11,48	11,67	12,00

Pour l'incinération de déchets sans valorisation énergétique, l'hypothèse d'une disparition de cette pratique à l'horizon 2025 est considérée. Les données historiques de l'inventaire national sont conservées et les quantités annuelles incinérées jusqu'en 2025 sont estimées par interpolation linéaire.

Le tableau suivant présente les quantités totales de DMA traités par filière utilisées pour l'estimation des émissions aux horizons 2020, 2025, 2030, 2035, 2040 et 2050.

Tableau 4 : Quantités de déchets ménagers et assimilés - AME 2021 énergie climat⁶

METROPOLE	Quantités de déchets ménagers et assimilés en Gg								
	2010	2015	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2050
Stockage ISDND	18 642	16 793	17 635	13 999	12 859	12 401	12 302	12 604	13 039
Incinération UIDND	14 034	14 486	14 686	12 385	11 598	11 459	11 481	11 675	12 005
Valorisation matière	8 187	9 906	12 619	11 587	11 954	12 543	13 137	13 641	14 157
Compostage industriel	5 589	8 727	9 303	9 200	9 567	9 933	10 300	10 422	10 667
Compostage domestique	2 173	2 418	2 493	2 544	2 677	2 816	2 963	3 117	3 450
Méthanisation	251	886	1 246	1 400	1 767	2 133	2 500	2 683	2 867
Total	48 875	53 216	57 982	51 115	50 421	51 285	52 683	54 143	56 184

Déchets industriels dangereux

L'évolution des quantités de déchets industriels dangereux incinérés a été indexée sur la croissance de l'industrie chimique telle que prévue dans le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Déchets de soins

La quantité de déchets de soins incinérés a été indexée sur la croissance de la population telle que prévue dans les hypothèses macro du scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Crémation

L'évolution du nombre de corps incinérés a été indexée sur la croissance de la population telle que prévue dans les hypothèses macro du scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Feux ouverts

Les feux ouverts couvrent les feux de déchets verts par les particuliers et les feux de véhicules. Pour ces derniers, on considère un nombre moyen (moyenne des 3 dernières années inventoriées) de véhicules brûlés constant jusqu'en 2050. Le nombre de feux de déchets verts est estimé au prorata du nombre de maisons principales et au prorata de la population telle que prévue dans les hypothèses macro du scénario AME 2021 énergie climat⁶.

2.2 Mesures relatives aux polluants prises en compte dans AME et AMS

La liste exhaustive des mesures AME est présentée en annexe IV.

Les mesures spécifiques relatives aux polluants prises en compte dans le scénario AME en plus des mesures du scénario énergie climat de la DGEC de 2021⁶, sont les suivantes :

2.2.1 Scénario AME

Industrie :

Application de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles :

Cette directive, mise en place en 2010, a été transcrite en droit français par un ensemble de décrets et arrêtés dès 2013. Cette directive et son chapitre II en particulier, renforcent les conditions de délivrance des permis de fonctionner et notamment les Valeurs Limites d'Emissions (VLE) à respecter. Dans le cadre de cette directive en effet, des Décisions d'exécution de la Commission établissant les meilleures techniques disponibles (MTD) pour un ensemble de secteurs industriels visés par son annexe I (une très grande partie des activités industrielles (voir annexe III)) ont été publiées. Pour un secteur industriel, la date de publication de la Décision au journal officiel de la Commission déclenche la révision de l'arrêté d'autorisation de l'installation. Les Décisions d'exécution définissant les niveaux d'émissions associées aux meilleures techniques disponibles (NEA-MTD) servent de base à l'établissement de nouvelles VLE. Ces dernières sont fixées de manière à assurer que les émissions de l'installation sont dans la gamme des NEA-MTD. L'application du chapitre II de la directive IED est considérée dans le scénario AME. Les autres chapitres de l'IED sont également pris en compte, notamment le chapitre V et l'annexe VII sur les usages de solvants.

Renforcement des VLE pour les installations de combustion de puissance comprise entre 1 et 50MW :

La commission européenne a adopté la directive n° 2015/2193 relative à la limitation des émissions de certains polluants dans l'atmosphère en provenance des installations de combustion moyennes. Cette directive ainsi que les obligations de la directive IED, ont été retranscrites dans les arrêtés suivants pris en compte dans le scénario AME :

- Arrêté du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale inférieure à 50 MW soumises à autorisation au titre des rubriques 2910, 2931 ou 3110,
- Arrêté du 3 août 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration au titre de la rubrique 2910,
- Arrêté du 03/08/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de rubrique 2910 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (applicable à compter du 20 décembre 2018),
- Arrêté du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale supérieure ou égale à 50 MW soumises à autorisation au titre de la rubrique 3110.

Dans le scénario AME, un ensemble d'arrêtés existants continuent à avoir des impacts sur la limitation des émissions de divers secteurs (station-service par exemple...).

Engins mobiles non routiers (du résidentiel, du bâtiment, de l'industrie, de la navigation, du rail, de l'agriculture...) :

Le Règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 relatif aux exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes et la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers, modifiant les règlements (UE) n° 1024/2012 et (UE) n° 167/2013 et modifiant et abrogeant la directive 97/68/CE, est pris en compte dans le cadre du scénario AME.

Véhicules routiers :

L'ensemble des nouveaux textes réglementaires limitant les émissions de polluants de véhicules est pris en compte dans le scénario AME, notamment :

Véhicules particuliers et utilitaires légers :

- Règlement UE 2017/1151 de la Commission du 1er juin 2017 complétant le règlement (CE) 715/2007 du Parlement européen et du Conseil relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, modifiant la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil, le règlement (CE) 692/2008 de la Commission et le règlement (UE) 1230/2012 de la Commission et abrogeant le règlement (CE) 692/2008.
- Le règlement (UE) n°2019/631 du Parlement européen et du Conseil du 17 avril 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO2 pour les voitures particulières neuves et pour les véhicules utilitaires légers neufs, et abrogeant les règlements (CE) n° 443/2009 et (UE) n° 510/2011.

Poids lourds, bus et cars :

- Le règlement (UE) n°582/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant modalités d'application et modification du règlement (CE) n°595/2009 du Parlement européen et du Conseil au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et modifiant les annexes I et III de la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil
- Règlement (UE)2019/1242 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO2 pour les véhicules utilitaires lourds neufs et modifiant les règlements (CE) no 595/2009 et (UE) 2018/956 du Parlement européen et du Conseil et la directive 96/53/CE du Conseil

Trafic maritime :

L'application de l'annexe VI de la Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires (MARPOL) de l'Organisation Maritime Internationale fixant une teneur en soufre dans tous les carburants (hors zone SECA) à 0,5% en masse maximum à partir de 2020, est prise en compte dans le scénario AME.

Résidentiel :

Les aides financières pour le renouvellement des appareils de chauffage au bois (les aides pour la rénovation énergétique sont déjà prises en compte dans le scénario AME 2021 énergie climat⁶), sont prises en compte dans le scénario AME.

Agriculture :

Sont pris en compte dans le scénario AME :

- Application des bonnes pratiques de réduction des émissions d'ammoniac suivantes : lavage d'air, couverture de fosse, bonnes pratiques à l'épandage, enfouissement rapide des engrais uréiques, inhibiteurs d'uréase. On considère pour le scénario AME que la plupart de ces pratiques se maintiennent sur la période à leur niveau observé en 2019, en lien avec la publication du guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de qualité de l'air de l'ADEME (guide incluant ces pratiques). Pour la fertilisation minérale, les bonnes pratiques d'enfouissement rapide des engrais uréiques et l'utilisation d'inhibiteurs d'uréase se développent au cours de la période,
- L'évolution des surfaces en agriculture biologique.

Le tableau 5 dans le chapitre suivant donne des éléments complémentaires.

2.2.2 Scénario AMS

Attention, seules certaines mesures du scénario AMS de la France ont pu être évaluées dans ce rapport de 2021. Une estimation plus complète mettant en œuvre les modèles de calculs présentés dans le chapitre 1.3 sera effectuée en 2022/2023. La liste exhaustive des mesures AMS est présentée en annexe V.

Les mesures listées ci-dessous sont celles qui ont fait l'objet d'une évaluation, dans le cadre du scénario AMS :

Industrie et résidentiel

Arrêté du 16 mars 2021 relatif à la teneur maximale en soufre dans le fioul domestique réduisant la teneur à 50 ppm au lieu de 1000 ppm à partir de 2027.

Industrie seulement

Décision d'exécution (UE) 2020/2009 de la Commission du 22 juin 2020 établissant les meilleures techniques disponibles (MTD), pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques, y compris pour la préservation du bois et des produits dérivés du bois au moyen de produits chimiques.

Résidentiel seulement

Plan d'action pour la réduction des émissions de polluants issues du chauffage au bois en France, publié le 23 juillet 2021.

Transport routier

Mise en place de ZFE-m dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants d'ici le 31 décembre 2024 (issue de la loi climat et résilience). Ce qui correspond à 33 nouvelles ZFE-m par rapport à AME.

Transport maritime

Mise en place d'une zone à faible émissions pour le soufre (SECA) en Méditerranée, en 2024 avec une réduction de la teneur en soufre des combustibles de 0,5% à 0,1%.

Plateformes aériennes

Limitation de l'usage des moteurs auxiliaires de puissance (APU).

Agriculture

Les mesures suivantes ont été évaluées :

- Développement des couvertures de fosses à lisier dans les élevages bovins et porcins ;
- Recul progressif des matériels d'épandage émissifs (buses palettes) au profit de matériels plus vertueux (pendillards, enfouisseurs) ;
- Accélération des délais d'incorporation post-épandage des effluents ;
- Développement de l'agriculture biologique ;
- Développement des légumineuses avec le Plan Protéines ;
- Développement de l'utilisation d'outils de pilotage pour raisonner la dose d'azote apportée aux cultures ;
- Evolution du mix des engrais minéraux en faveur des engrais moins émissifs ;
- Progression de l'enfouissement rapide pour l'urée et la solution azotée.

Le tableau suivant présente les mesures AME et AMS et leur progression :

Tableau 5 : Hypothèses prises en compte dans les mesures du secteur agricole pour AME et AMS

Poste	Mesure	En 2030 selon AME	En 2030 selon AMS
Stockage des effluents	Couverture des fosses à lisier	Environ 2,5% des lisiers porcins sont couverts. Les lisiers bovins ne sont pas couverts	Les couvertures de fosses concernent 60% des lisiers bovins, 80% des lisiers porcins
Epandage des déjections	Bonnes pratiques d'épandage en lisier	Environ 60% des lisiers sont épandus par buses palettes, 30% par pendillards, le solde par injection. Pour l'incorporation post-épandage des lisiers, environ 13% le sont dans les 4h, 9% entre 4h et 12h, 13% entre 12h et 24h, 10% après 24h, le solde n'est pas incorporé après l'épandage.	60% des lisiers épandus aujourd'hui avec buses palettes le sont avec pendillards ou équivalent (abattement 30%) et l'enfouissement des lisiers dans les 12h passe de 53 à 90% parmi les 48% de lisiers déjà enfouis en 2019 (accélération)
	Bonnes pratiques d'épandage en digestat	100% de pendillards	<i>Tous les digestats sont épandus selon de bonnes pratiques : par défaut abattement de 30% (pendillards ou équivalent) ou maintien des pratiques de 2019 lorsqu'elles sont meilleures</i>

Poste	Mesure	En 2030 selon AME	En 2030 selon AMS
	Bonnes pratiques d'épandage en fumier	<i>Pas de progression</i>	L'incorporation des fumiers dans les 12h passe de 32% à 90% parmi les 70% de fumiers déjà incorporés en 2019 (accélération)
Fertilisation minérale	Développement de l'agriculture biologique (AB)	L'agriculture biologique concerne environ 12% de la SAU	L'agriculture biologique concerne environ 20% de la SAU
	Développement des légumineuses	Les légumineuses représentent 1 080 000 ha	Les légumineuses représentent 2 020 000 ha
	Développement du bilan azoté	<i>Pas de progression</i>	La SAU sur laquelle est raisonnée la fertilisation azotée (outils de calcul de dose prévisionnelle et de pilotage) passe de 41% à 81% entre 2019 et 2030
	Favoriser les engrais moins émissifs	Le mix d'engrais azotés voit la part de l'urée s'éroder : 32% ammonitrates ; 40% solution azotée ; 28% urée	Le mix d'engrais azotés voit la part de l'urée s'éroder : 45% ammonitrates ; 40% solution azotée ; 15% urée
	Bonnes pratiques d'épandage des engrais uréiques	L'enfouissement rapide des engrais uréiques progresse : 21% de l'urée et 12% de la solution azotée. La part d'urée inhibée progresse : 28% de l'urée.	L'enfouissement rapide des engrais uréiques progresse : 30% de l'urée et 20% de la solution azotée. La part d'urée inhibée ne varie pas par rapport à l'AME (28% de l'urée)

3. HYPOTHESES ET RESULTATS D'EMISSIONS DU SCENARIO AME

3.1 Emissions totales de polluants et comparaison aux objectifs NEC

Les graphiques et tableaux suivants présentent les émissions de plusieurs polluants selon le scénario AME.

3.1.1 Résumé de l'atteinte des objectifs

L'évolution des émissions de polluants est présentée dans le tableau suivant. A noter que pour les COVNM et les NO_x, des émissions auparavant comptabilisées « hors total » dans les inventaires d'émissions nationaux, issues du secteur agricole, sont désormais incluses dans les totaux nationaux, conformément au guide méthodologique EMEP¹⁵ le plus récent. Ces sources d'émissions de NO_x sont liées à la gestion des déjections, à l'épandage de fertilisants minéraux, des déjections animales et d'autres engrais organiques azotés, ainsi qu'aux animaux à la pâture. Pour les COVNM, il s'agit de sources liées à la gestion du fumier (bâtiment, stockage, épandage, pâture), des entrepôts d'ensilage (fermentation des fourrages), et du fonctionnement biologique des cultures (émissions attirant les insectes pollinisateurs par exemple).

Dès lors, ce périmètre n'est plus le même que celui utilisé pour les objectifs fixés pour les NO_x et les COVNM par le Protocole de Göteborg¹ et par la Directive 2284/2016² (en effet, lors de définition des réductions demandées aux Etats membres ou aux Parties pour respectivement la directive 2284/2016 et le Protocole de Göteborg amendé, les travaux scientifiques réalisés n'incluaient pas ces sources en tant que sources anthropiques¹⁶). La Décision 2012/12 ECE/EB.AIR/113/Add.1¹⁷ prévoit une procédure permettant de procéder à des ajustements des inventaires d'émissions nationaux afin de les rendre comparables avec les plafonds initiaux. Dans le tableau 6, les émissions de ces deux sources agricoles ont été enlevées pour les émissions de NO_x et de COVNM.

Les émissions 2005 à 2019 sont issues du dernier exercice d'inventaire réalisé par le Citepa pour le MTECT¹⁸.

¹⁵ EMEP/EEA air pollution emission inventory guidebook 2019. <https://www.eea.europa.eu/themes/air/air-pollution-sources-1/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>

¹⁶ Review of the EU Air policy - Environment - European Commission ([europa.eu](https://ec.europa.eu/eia/))

¹⁷ https://unece.org/DAM/env/documents/2013/air/eb/ECE_EB.AIR_113_Add.1_FRE_DECISION_12.pdf

¹⁸ Citepa pour le MTE. Rapport CEE-NU -Edition 2021- <https://www.citepa.org/fr/ceenu/>

Tableau 6 : Evolution des émissions de polluants selon le scénario AME et comparaison aux objectifs de la directive 2284/2016

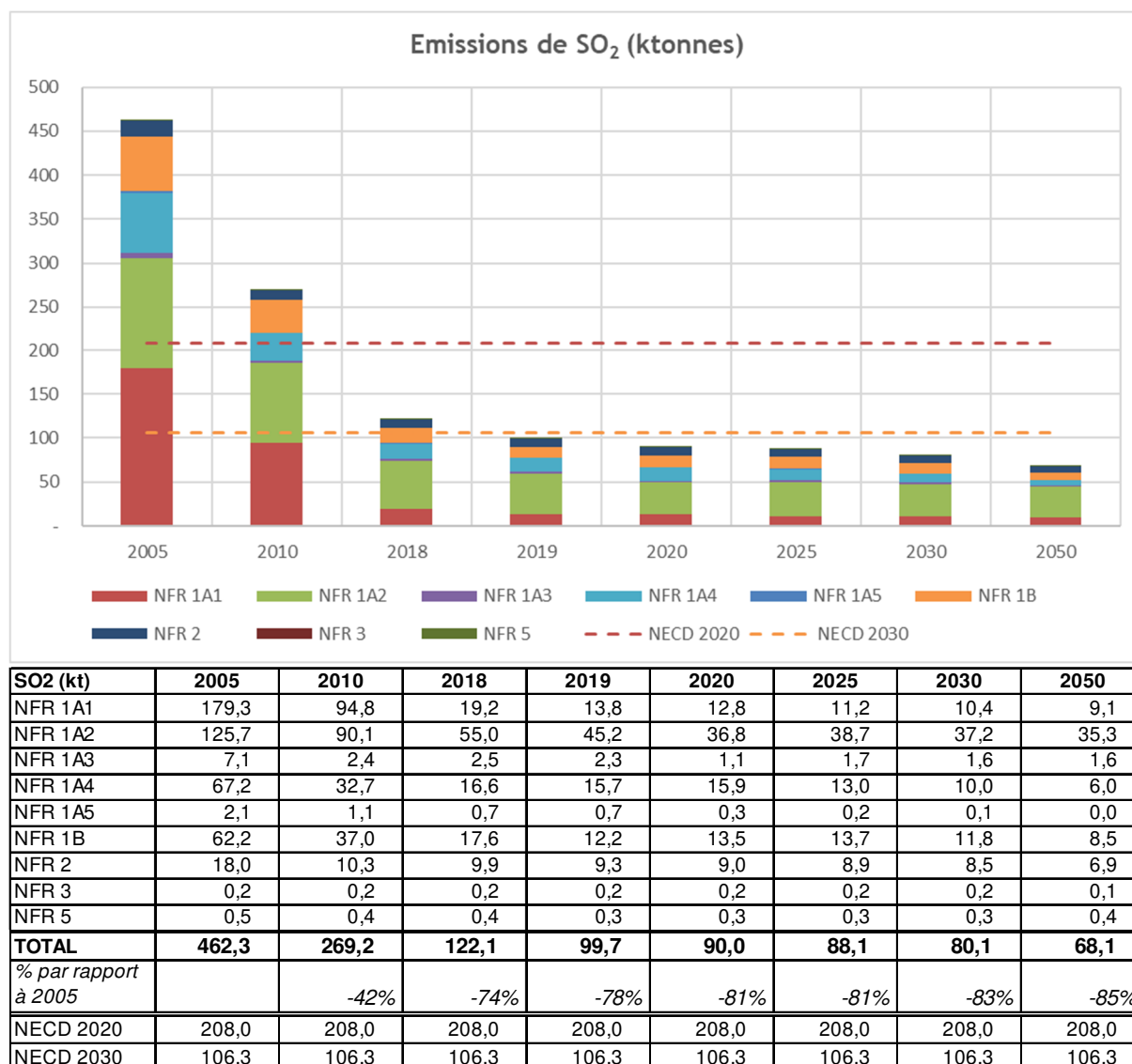
Polluant	Scénario	Unité	Année				
			2005	2020	2025	2030	2050
NO_x	AME	kt	1422	547	443	332	269
		%		-62%	-69%	-77%	-81%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		711	569	441	-
		%		-50%	-60%	-69%	-
SO₂	AME	kt	462	90	88	80	68
		%		-81%	-81%	-83%	-85%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		208	157	106	-
		%		-55%	-66%	-77%	-
COVNM	AME	kt	1189	555	542	529	518
		%		-53%	-54%	-56%	-56%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		678	630	571	-
		%		-43%	-47%	-52%	-
NH₃	AME	kt	621	590	586	582	564
		%		-5%	-6%	-6%	-9%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		596	571	540	-
		%		-4%	-8%	-13%	-
PM_{2.5}	AME	kt	247	108	96	86	72
		%		-56%	-61%	-65%	-71%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		180	143	106	-
		%		-27%	-42%	-57%	-

Les objectifs PREPA³ sont ceux de la directive 2284/2016².

En 2030, l'ensemble des réductions des émissions exigées par la directive 2284/2016 sont respectées sauf pour le NH₃ pour lequel des mesures supplémentaires ont été discutées et évaluées dans le cadre du scénario AMS.

3.1.2 Emissions de SO₂

L'évolution des émissions de SO₂ est donnée ci-dessous, ainsi que les niveaux des plafonds NECD de 2020 et 2030.



Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets

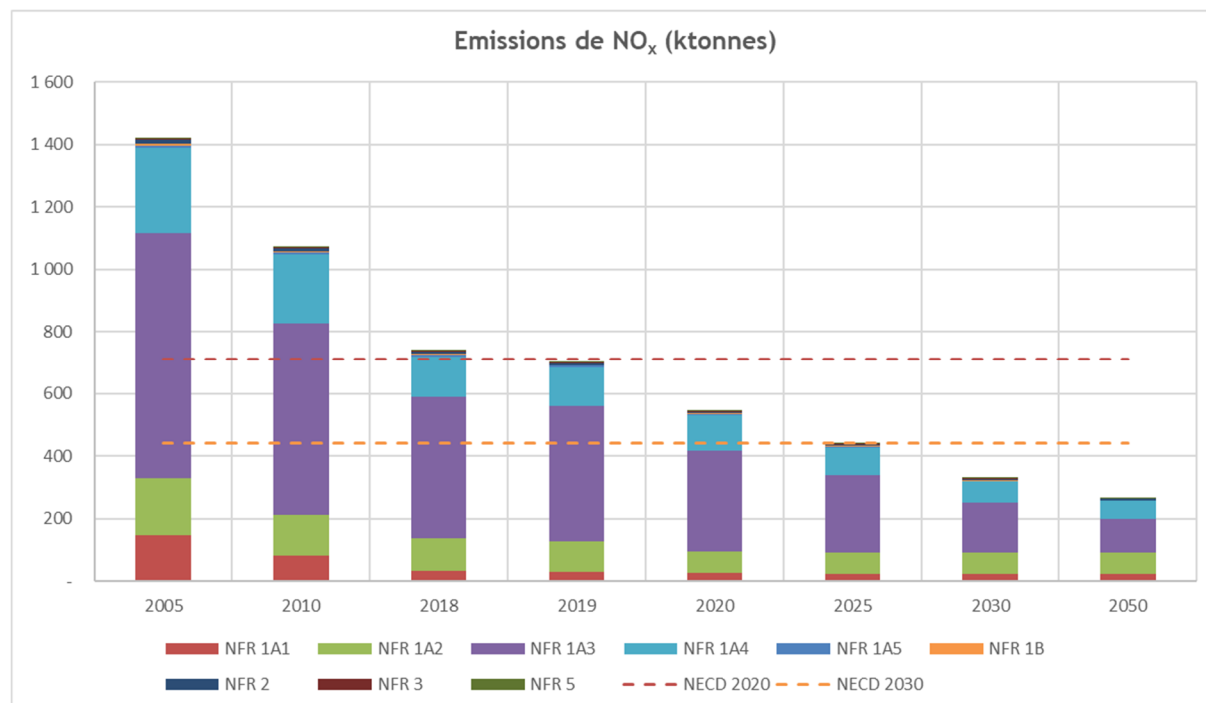
Figure 7 : Evolution des émissions de SO₂ en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de SO₂ en 2020 et 2030 respectent largement les plafonds exigés par la directive 2284/2016 réduction des émissions que l'on nomme NECD dans ce rapport.

3.1.3 Emissions de NO_x

L'évolution des émissions de NO_x est donnée ci-dessous, ainsi que les niveaux des plafonds NECD de 2020 et 2030. Il est à noter que, tout comme pour les résultats présentés aux chapitre 3.1.1, les

émissions totales présentées dans la figure n'incluent pas la part des émissions de NO_x de l'agriculture (NFR 3B et 3D) mais seulement celles de l'écobuage (NFR 3F), en cohérence avec les niveaux des plafonds NECD. En revanche, le tableau présente les émissions totales avec l'ensemble des sources agricoles de NO_x, mais aussi les émissions au périmètre du plafond (sans les émissions des activités NFR 3B et 3D).



NO _x (kt)	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
NFR 1A1	147,9	83,3	35,1	32,4	28,5	23,7	22,7	23,9
NFR 1A2	181,5	128,5	103,0	96,3	68,5	70,4	69,6	69,9
NFR 1A3	788,4	615,9	451,3	430,8	319,0	246,4	158,9	106,8
NFR 1A4	271,1	219,4	132,0	125,6	114,6	87,7	68,6	57,1
NFR 1A5	7,7	7,4	4,9	5,0	3,9	2,4	1,1	0,4
NFR 1B	5,2	4,8	2,5	1,9	2,0	2,0	1,7	1,3
NFR 2	12,7	7,5	6,7	6,7	6,2	5,5	5,2	5,1
NFR 3	78,4	74,4	74,0	72,8	72,5	71,3	69,9	66,4
NFR 5	3,7	2,7	2,2	2,3	2,2	2,3	2,3	2,7
TOTAL	1 496,6	1 143,9	811,7	773,8	617,3	511,7	400,0	333,6
TOTAL hors NFR 3B/3D	1 421,9	1 072,6	740,0	703,3	547,2	442,6	332,3	269,1
% par rapport à 2005		-25%	-48%	-51%	-62%	-69%	-77%	-81%
NECD 2020*	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0
NECD 2030*	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8

* les plafonds donnés sont ceux sans considérer la part de l'agriculture (NFR 3)

Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets

Figure 8 : Evolution des émissions de NO_x en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les plafonds NO_x pour 2020 et 2030 sont bien respectés. On note que les émissions diminuent fortement, notamment dans les transports (1A3) et dans le résidentiel tertiaire (1A4).

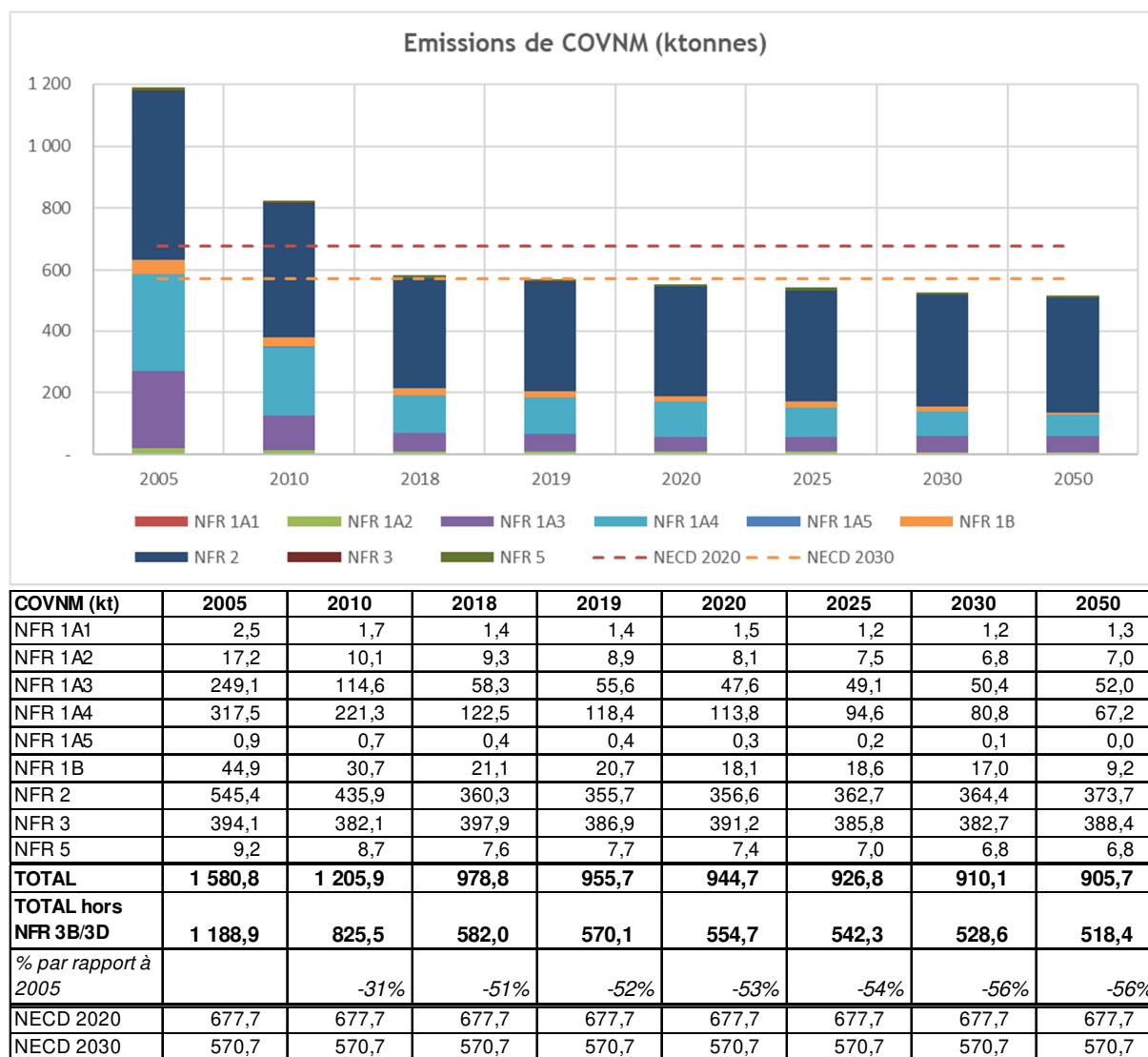
Dans les transports, les émissions de NO_x diminuent de 80% en 2030 par rapport à 2005, et de 63% par rapport à 2019, dernière année de l'inventaire des émissions disponible¹⁸ (2020 est estimé et n'est

pas pris en compte comme point de comparaison en raison de sa particularité en termes de réduction du trafic routier lié au contexte sanitaire).

Dans le résidentiel tertiaire, les émissions de NO_x diminuent de 75% en 2030 par rapport à 2005, et de 45% par rapport à 2019, dernière année de l'inventaire des émissions disponible¹⁸.

3.1.4 Emissions de COVM

L'évolution des émissions de COVM est donnée ci-dessous, ainsi que les niveaux des plafonds NECD de 2020 et 2030. Il est à noter que, tout comme pour les résultats présentés au chapitre 3.1.1, les émissions totales présentées dans la figure excluent la part des émissions de COVM de l'agriculture (NFR 3B et 3D), comme c'est le cas pour les niveaux des plafonds NECD. En revanche, le tableau présente les émissions totales avec l'ensemble des sources agricoles de COVM, mais aussi les émissions au périmètre du plafond (sans les émissions agricoles des activités NFR 3B et 3D).



* les plafonds données sont ceux sans considérer la part de l'agriculture (NFR 3)

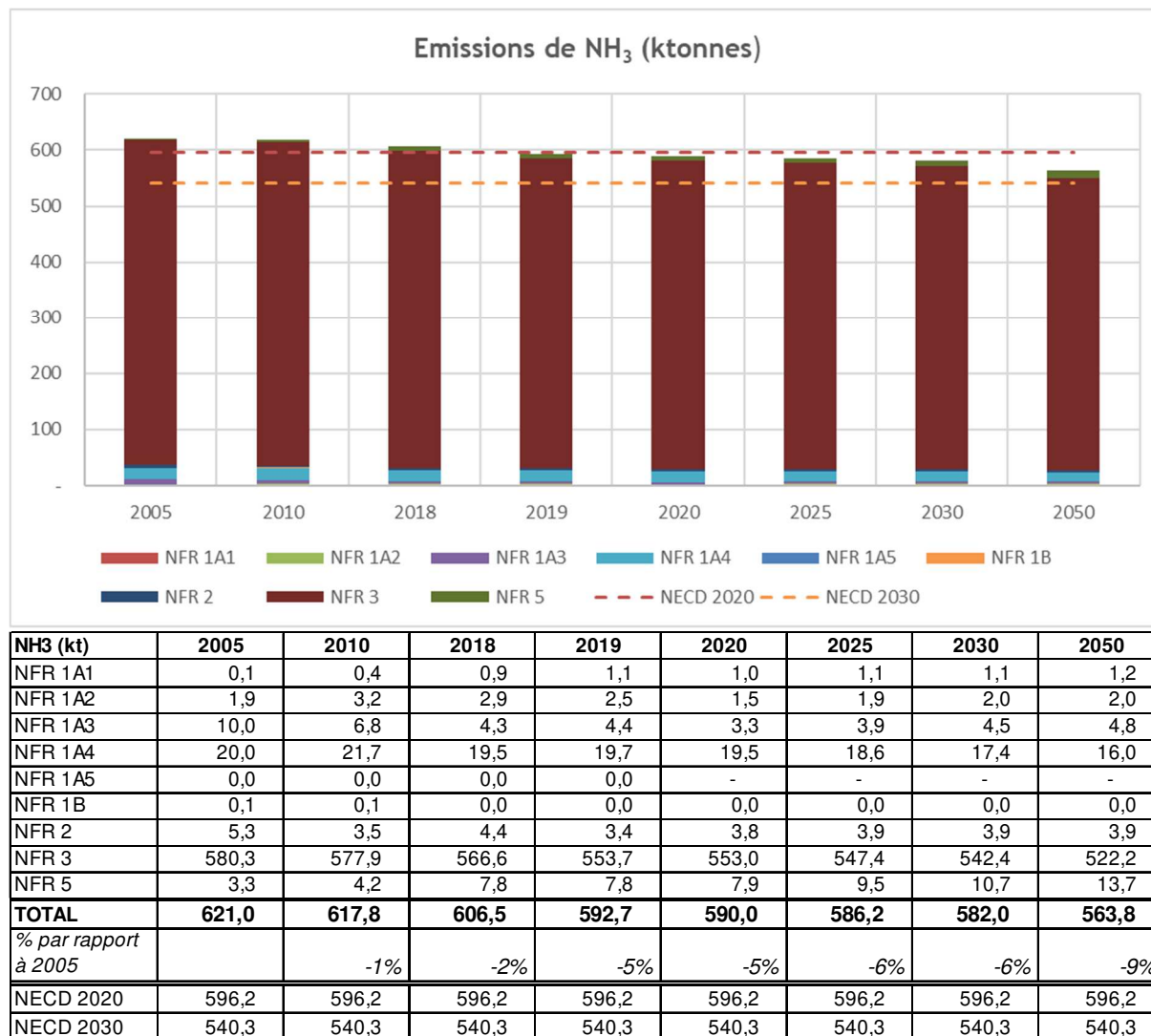
Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets

Figure 9 : Evolution des émissions de COVM en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

A périmètre comparable, comme décrit précédemment, les plafonds COVM pour 2020 et 2030 sont respectés.

3.1.5 Emissions de NH₃

L'évolution des émissions de NH₃ est donnée ci-dessous, ainsi que les niveaux des plafonds NECD de 2020 et 2030.



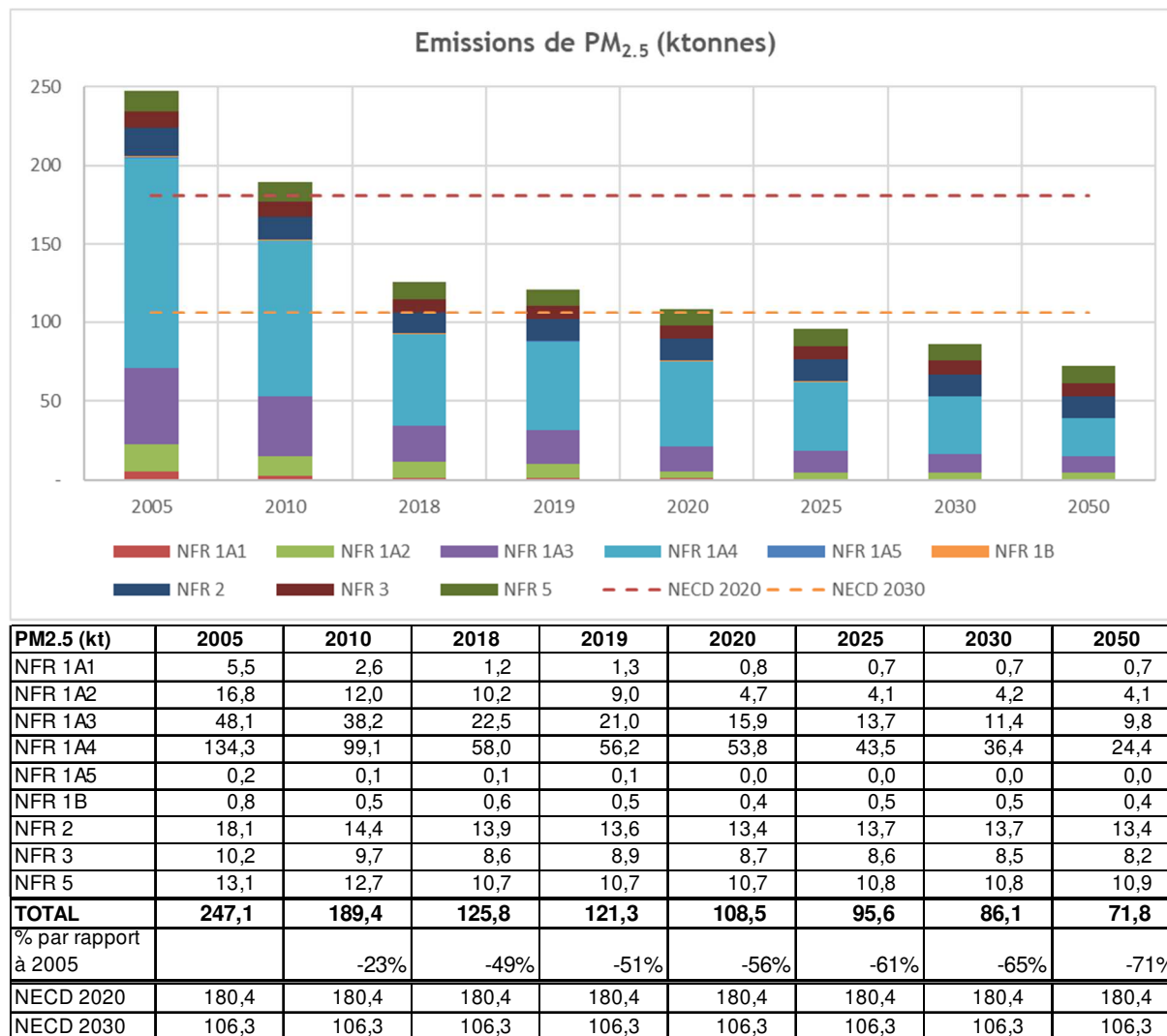
Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets

Figure 10 : Evolution des émissions de NH₃ en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

En 2020, le plafond NECD est atteint mais en 2030, le plafond ne l'est pas. Le scénario AMS élaboré permettra d'atteindre les objectifs (cf. chapitre 4).

3.1.6 Emissions de PM_{2.5}

L'évolution des émissions de PM_{2.5} est donnée ci-dessous, ainsi que les niveaux des plafonds NECD de 2020 et 2030.



Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets

Figure 11 : Evolution des émissions de PM_{2.5} en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les plafonds NECD sont atteints que ce soit celui de 2020 que celui de 2030.

Dans les transports, les émissions de PM_{2.5} en 2030 diminuent de 76% par rapport à 2005, et de 46% par rapport à 2019, dernière année de l'inventaire des émissions disponible¹⁸ (2020 n'est pas pris en compte en raison de sa particularité).

Dans le résidentiel tertiaire, les émissions de PM_{2.5} diminuent de 73% en 2030 par rapport à 2005, et de 35% par rapport à 2019, dernière année de l'inventaire des émissions disponible¹⁸.

3.2 Consommation d'énergie dans les sources fixes et mobiles (NFR 1A1 hors 1A1b, et NFR 1A2, NFR 1A4)

3.2.1 Détermination des niveaux d'activité

3.2.1.1 Consommation d'énergie par secteur et séparation entre sources fixes et mobiles

Les bilans de l'énergie pour les années futures 2020 à 2050 sont fournis par les travaux du MTECT décrits au chapitre 1.3. Les données de consommation sont agrégées par grand secteur : Production d'électricité, Chauffage urbain, Industrie, Résidentiel, Tertiaire et Agriculture. Pour les années en cours et les projections 2020 à 2050 par intervalle de 5 ans.

Pour les besoins des calculs d'émissions, les consommations de certaines catégories ont besoin d'être désagrégées, notamment dans l'industrie. Le Citepa procède donc à quelques ajustements afin de disposer du détail nécessaire pour le calcul des émissions. Ces éventuels ajustements s'effectuent à partir des tendances historiques.

Les consommations pour les sources mobiles considérées sont nécessaires dans les secteurs suivants :

- Industrie : notamment pour tous les engins mobiles non routiers (EMNR) de l'industrie et de la construction (NFR 1A2gvii),
- Agriculture, Pêche et autres : concerne les EMNR de l'agriculture/sylviculture (tracteurs, etc.) (NFR 1A4cii) ainsi que les bateaux de pêche (NFR 1A4cii) et les autres engins (NFR 1A5bi),
- Résidentiel : concerne les EMNR de loisirs (tondeuses, tronçonneuses, etc.).

Les hypothèses considérées pour déterminer les consommations de chaque sous-secteur sont les suivantes :

- EMNR Industrie : ces engins ne consomment que des produits pétroliers (PP), notamment du gazole et du GPL. Leur consommation représente environ 38% de la consommation totale de PP du secteur Industrie (moyenne 2017-2019). Cette part est conservée constante jusqu'en 2050 pour les deux scénarios AME et AMS.
- Bateaux de pêche : ces bateaux ne consomment que des PP. Leur consommation représente environ 10% de la consommation totale de PP du secteur Agriculture (moyenne 2017-2019). Cette part est conservée constante jusqu'en 2050 pour les deux scénarios AME et AMS.
- EMNR Agriculture/Sylviculture : une consommation de PP issue de l'inventaire historique, égale à celle de 2019, est attribuée aux installations fixes de ce secteur et de façon constante sur la période. Ensuite, tous les autres PP du secteur agriculture (hors part pour la pêche) sont considérés être consommés dans les EMNR.
- EMNR Résidentiel : ce secteur est très marginal et mal connu. La quantité de PP attribuée dans l'inventaire pour la dernière année disponible est considérée constante jusqu'en 2050.

Les tableaux suivants présentent les consommations de combustibles attribuées aux installations fixes et mobiles dans le scénario AME. A noter que les consommations de la sidérurgie ne sont pas présentées dans les tableaux car ce secteur est estimé à part.

Tableau 7 : Bilan énergétique pour les sources fixes et mobiles du scénario AME 2021 énergie climat⁶

Consommations combustibles des installations fixes - scénario AME						
Secteur	Mtep	2019	2020	2025	2030	2050
Production d'électricité hors 010106	Charbons et coke	0,34	0,33	-	-	-
	Produits pétroliers	0,26	0,36	0,14	0,15	0,22
	Gaz naturel dont biométhane	3,82	3,73	0,63	0,65	2,08
	Gaz industriels	0,37	0,37	0,18	0,18	0,23
	Biomasse	0,01	0,01	0,02	0,01	0,02
	Biogaz	0,01	0,04	0,01	0,01	0,02
	Total	4,82	4,84	0,97	1,00	2,58
Chauffage urbain	Charbons et coke	0,11	0,10	0,04	0,04	0,04
	Produits pétroliers	0,02	0,03	0,02	0,02	0,02
	Gaz naturel dont biométhane	1,41	1,34	1,44	1,47	1,59
	Gaz industriels	-	-	-	-	-
	Biomasse	0,78	0,73	0,84	0,81	0,90
	Biogaz	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
	Total	2,34	2,21	2,35	2,35	2,57
Industrie hors sidérurgie	Charbons et coke	0,48	0,45	0,43	0,38	0,31
	Produits pétroliers	1,21	1,13	0,81	0,47	0,48
	Gaz naturel dont biométhane	10,20	9,54	10,90	11,51	12,44
	Gaz industriels	1,32	1,08	1,17	1,18	1,29
	Biomasse	1,58	1,44	2,11	2,55	2,94
	Biogaz	-	-	-	-	-
	Total	14,78	13,64	15,43	16,09	17,46
Tertiaire	Charbons et coke	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02
	Produits pétroliers	2,46	2,38	1,49	0,68	0,29
	Gaz naturel dont biométhane	6,05	6,00	5,51	5,03	4,28
	Gaz industriels	-	-	-	-	-
	Biomasse	0,28	0,29	0,36	0,44	0,48
	Biogaz	0,12	0,13	0,16	0,20	0,22
	Total	8,95	8,83	7,55	6,37	5,29
Agriculture	Charbons et coke	-	-	-	-	-
	Produits pétroliers	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
	Gaz naturel dont biométhane	0,19	0,19	0,18	0,17	0,15
	Gaz industriels	-	-	-	-	-
	Biomasse	0,15	0,15	0,19	0,23	0,21
	Biogaz	0,03	0,04	0,05	0,06	0,05
	Total	0,67	0,68	0,72	0,76	0,71
Résidentiel	Charbons et coke	0,02	0,02	0,01	-	-
	Produits pétroliers	4,18	4,20	3,61	2,89	0,99
	Gaz naturel dont biométhane	11,33	11,19	11,01	10,68	9,03
	Gaz industriels	-	-	-	-	-
	Biomasse	6,49	6,54	6,18	5,73	5,24
	Biogaz	-	-	-	-	-
	Total	22,03	21,96	20,81	19,30	15,27

Consommations combustibles des installations mobiles - scénario AME					
Mtep	2019	2020	2025	2030	2050
EMNR agri/forêt	2,64	2,50	2,34	2,18	1,93
EMNR industrie	1,10	1,03	0,85	0,62	0,61
EMNR résidentiel	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09
Pêche	0,30	0,30	0,28	0,26	0,24
EMNR autres	0,31	0,29	0,18	0,08	0,03

Une fois les consommations des engins mobiles déterminées, les consommations restantes sont attribuées aux installations fixes (notamment chaudières, moteurs, turbines, fours, etc.).

3.2.1.2 Répartition des consommations par gamme de puissance des installations de combustion

La connaissance des consommations d'énergie par gamme de puissance est indispensable pour les travaux puisque les réglementations considérées imposent des valeurs limites différentes selon ces puissances. La répartition des consommations par gamme de puissance est réalisée à partir des hypothèses suivantes :

- La répartition des consommations pour les Grandes Installations de Combustion (GIC) est calculée à partir de la dernière année disponible de l'inventaire des GIC,
- La part des consommations des installations dont les puissances sont comprises entre 20 MW et 50 MW ont été déterminées en utilisant les données issues de l'analyse des consommations des installations soumises aux quotas de CO₂ du Système européen d'échange de quotas d'émissions (SEQUE) (cette réglementation concerne les installations dont la puissance est supérieure à 20 MW).
- Le solde est alors affecté aux installations dont la puissance est inférieure à 20 MW. Ces consommations ont été réparties arbitrairement (faute d'informations) entre les installations dont la puissance est inférieure à 1 MW et les installations dont la puissance est comprise entre 1 et 2 MW et celles entre 2 et 20 MW.

Cette répartition est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 8 : Répartition des consommations de combustibles selon les tailles d'installation de combustion

Secteur	Combustible	Répartition consommations des installations fixes par puissance					
		> 300 MW	50-300 MW	20-50 MW	2-20 MW	1-2 MW	0-1 MW
Production d'électricité hors 010106	Charbons et coke	100,0%	-	-	-	-	-
	Produits pétroliers	20,3%	79,6%	0,1%	-	-	-
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	99,8%	0,2%	-	-	-	-
	Gaz industriels	100,0%	-	-	-	-	-
	Biomasse	100,0%	-	-	-	-	-
Chauffage urbain	Charbons et coke	68,0%	30,2%	-	1,9%	-	-
	Produits pétroliers	0,8%	8,7%	28,3%	62,2%	-	-
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	19,5%	24,4%	22,2%	28,9%	-	-
	Gaz industriels	-	-	-	-	-	-
	Biomasse	9,2%	20,3%	17,3%	53,2%	-	-
Industrie chaudières hors sidérurgie	Charbons et coke	11,4%	88,6%	-	-	-	-
	Produits pétroliers	3,0%	9,5%	3,2%	84,2%	-	-
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	9,6%	18,6%	41,8%	30,0%	-	-
	Gaz industriels	44,7%	35,4%	19,9%	-	-	-
	Biomasse	11,0%	69,5%	13,8%	5,8%	-	-
Tertiaire	Charbons et coke	-	-	-	50,0%	30,0%	20,0%
	Produits pétroliers	-	0,0%	0,6%	49,7%	29,8%	19,9%
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	-	0,5%	1,0%	49,2%	29,5%	19,7%
	Gaz industriels	-	-	-	-	-	-
	Biomasse	-	7,6%	2,6%	44,9%	26,9%	18,0%
Agriculture	Charbons et coke	-	-	-	-	-	-
	Produits pétroliers	-	-	-	50,0%	25,0%	25,0%
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	-	-	-	50,0%	25,0%	25,0%
	Gaz industriels	-	-	-	-	-	-
	Biomasse	-	-	-	50,0%	25,0%	25,0%
Résidentiel	Charbons et coke	-	-	-	-	20,0%	80,0%
	Produits pétroliers	-	-	-	-	20,0%	80,0%
	Gaz naturel (dont biogaz et biométhane)	-	-	-	-	20,0%	80,0%
	Gaz industriels	-	-	-	-	-	-
	Biomasse	-	-	-	-	20,0%	80,0%

3.2.1.3 Industrie - Répartition des consommations entre fours et autres installations de combustion

Pour l'industrie, les consommations d'énergie sont ensuite réparties entre consommations pour les fours et consommations pour les autres installations de combustion puisque les facteurs d'émission ainsi que les réglementations qui s'appliquent à ces installations sont très différents.

Pour estimer la part des consommations à attribuer aux fours, une analyse des consommations de la dernière année disponible de l'inventaire national est utilisée. Les ratios obtenus par combustible entre les consommations des fours et la consommation totale de l'industrie sont conservés jusqu'en 2050, pour chacun des secteurs concernés.

3.2.1.4 Résidentiel - Cas spécifique des équipements de chauffage domestique au bois

Les émissions issues de la combustion du bois dans le secteur résidentiel sont calculées suivant l'évolution d'un parc d'équipements individuels. Ce parc est alimenté pour chaque type d'appareils par des données des enquêtes Logement successives de l'INSEE¹⁹ et par les données de ventes annuelles Observ'er²⁰.

Les critères d'éligibilité au label flamme verte²¹ ont été pris en compte à travers le taux de pénétration d'un niveau d'appareils plus performants dans les ventes de chaudières, de poêles, d'inserts et de cuisinières. Le label 7* a été considéré comme conforme avec la directive éco-conception et ses règlements^{22, 23} qui précisent des exigences pour les chaudières à bois à partir du 1^{er} janvier 2020 et pour les poêles à bois à partir du 1^{er} janvier 2022.

Le parc des différents appareils de combustion du bois (poêles, inserts, cuisinières et chaudières) a été défini à l'aide de la moyenne des ventes antérieures sur la période 2008-2019. Les ventes 2020 sont prolongées jusqu'en 2030.

L'évolution des ventes d'appareils de combustion du bois est présentée dans le tableau suivant.

¹⁹ <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/source/serie/s1004>

²⁰ <http://www.energies-renouvelables.org/observ-er/html/etudes.asp>

²¹ Flamme Verte : règlement intérieur et référentiel technique du label flamme verte section « appareils indépendants ». Version validée en Assemblée plénière du 17 octobre 2019

<https://www.flammeverte.org/fichs/84483.pdf>

Flamme Verte : référentiel du label Flamme Verte section « chaudières domestiques au bois ». Version validée par le comité de pilotage du 8 avril 2021

<https://www.flammeverte.org/fichs/100713.pdf>

²² Règlement (UE) 2015/1189 de la Commission du 28 avril 2015 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux chaudières à combustible solide

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32015R1189>

²³ Règlement (UE) 2015/1185 de la Commission du 24 avril 2015 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux dispositifs de chauffage décentralisés à combustible solide

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32015R1185>

Tableau 9 : Evolution des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois dans le scénario AME

Ventes annuelles d'appareils de chauffage au bois domestique - AME				
Année	Chaudières	Poêles	Cuisinières	Inserts
2015	11 380	265 620	4 820	97 950
2019	18 650	282 640	4 340	71 010
2020-2030	16 646	276 879	6 332	135 217

Depuis la dernière édition des projections AME en 2018, les estimations des émissions du bois domestiques des inventaires nationaux¹⁶ ont connu plusieurs modifications, notamment :

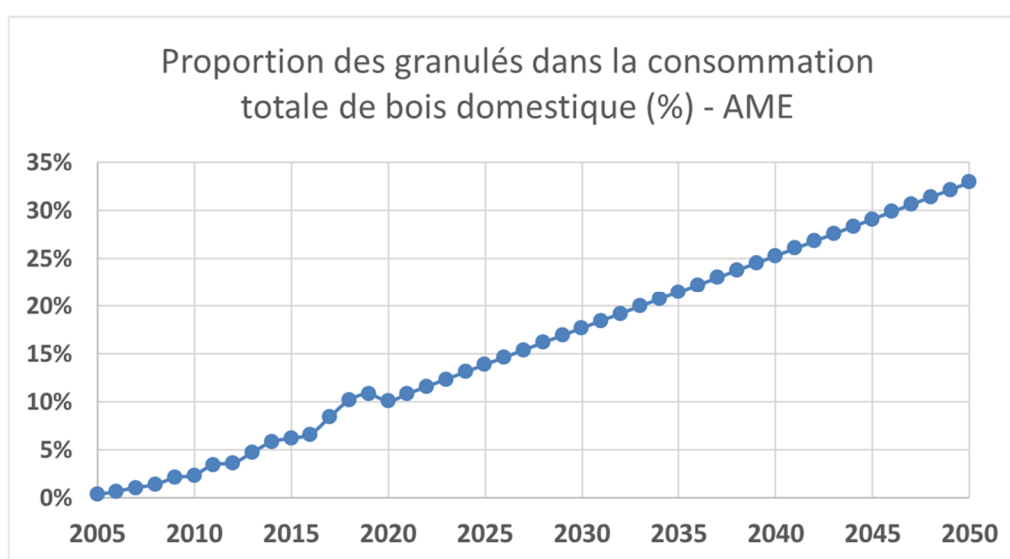
- La prise en compte des granulés dans la part de consommation de bois total avec des facteurs d'émissions spécifiques, réalisant ainsi une distinction entre le bois bûche et le bois granulé ;
- La prise en compte de l'enquête Logement de l'INSEE portant sur l'année 2013 consolidant les données de parc d'appareil à bois domestique sur la période 2006-2013 des inventaires nationaux.

Les consommations de bois totales sont estimées via les données fournies par l'exercice de scénarisation AME 2021 énergie climat décrit plus haut⁶.

Des différences notables en termes de consommations de bois peuvent être soulignées par rapport à l'exercice de projection réalisé en 2018⁸. Celles-ci ont sensiblement baissées entre les deux exercices sur la période 2020-2050 et cela est principalement dû aux variations du modèle « Menfis » sur l'usage « Chauffage » de la biomasse : baisse du prix du gaz par rapport à l'AME 2018⁸ qui le rend plus compétitif par rapport au bois ainsi qu'une baisse comparative des prévisions démographiques.

De plus la variante LEC relative à la rénovation des passoires thermiques qui est prise en compte dans le scénario AME, permet de réduire notablement les consommations d'énergie dans le résidentiel grâce à la rénovation progressive supplémentaire de ces passoires (chapitre 2.1.2.). Cela influence à la baisse les consommations de bois et donc les émissions.

Parmi ces consommations, la part de granulés est estimée jusqu'à 2030, puis 2050 par extrapolation linéaire sur les données historiques de la période de 2004 à 2019. Ainsi, la part de granulés consommés augmente progressivement au fur et à mesure des années dans la consommation totale.

**Figure 12 : Part de granulés dans la consommation totale de bois domestique, dans le scénario AME**

3.2.2 Détermination des facteurs d'émission

3.2.2.1 EMNR

La réglementation concernant les émissions des moteurs des EMNR est fixée le Règlement (UE) 2016/1628 (stage V), appelé dans ce rapport « règlement EMNR »²⁴. Le règlement EMNR fixe des VLE des TSP, NO_x et COVNM des moteurs selon leur utilisation (bateaux de navigation intérieure, locomotives, autorails et autres) et puissance (kW). Ce règlement introduit les normes les plus récentes mais d'autres directives ont été mises en place dès 1997 (directive 97/68/CE (stage I et II)) elle-même modifiée par la directive 2004/26/CE (stage IIIA, IIIB et IV) et abrogée).

Pour les engins spéciaux dans l'industrie et le BTP, de l'agriculture et de la sylviculture ainsi que pour les engins du secteur résidentiel, le règlement EMNR UE/2016/1628 est pris en compte lorsqu'il est applicable. Il introduit un stage V pour lequel les VLE des TSP, NO_x et COVNM sont légèrement revues à la baisse par rapport au stage IV, sauf pour les engins de forte puissance où seuls les TSP sont réduits. La durée de vie est estimée à 15 ans et le taux de renouvellement du parc est ainsi de 6,67% par an.

Pour les bateaux de navigation intérieure, le stage V du règlement EMNR modifie également les VLE des TSP, NO_x et COVNM. Par rapport au stage IIIA, ces valeurs limites ont été diminuées notamment pour les TSP et NO_x des moteurs de puissance plus élevées. Pour prendre en compte l'évolution des FE, des FE moyens sont estimés à partir d'un calcul de renouvellement des bateaux. Pour ce faire, les hypothèses suivantes ont été prises en compte : durée de vie moyen des bateaux égale à 16 ans et un taux de renouvellement du parc de 6,25% par an.

Pour les engins ferroviaires, les VLE sont indépendantes de la puissance moteur et ces valeurs ont légèrement diminué par rapport au stage IIB.

Le stage V du règlement EMNR modifie les VLE de TSP des moteurs diesel des bateaux de plaisance par rapport à la Directive (UE) 2013/53 qui seule réglementait cette catégorie du transport auparavant.

3.2.2.2 Fours de l'industrie

Les résultats d'émissions pour les fours industriels sont obtenus selon différentes méthodes décrites ci-après suivant les secteurs concernés.

Production de ciment

Les projections d'activités (production de clinker) sont fournies par le MTECT. Les productions pour le scénario AME 2021⁶ sont présentées ci-dessous :

Tableau 10 : Evolution de la production de clinker selon le scénario AME 2021 énergie climat⁶

	Production de clinker (kt)
2015	13 005
2020	11 849

²⁴ Règlement (UE) 2016/1628 du Parlement européen et du Conseil du 14 septembre 2016 relatif aux exigences concernant les limites d'émission pour les gaz polluants et les particules polluantes et la réception par type pour les moteurs à combustion interne destinés aux engins mobiles non routiers, modifiant les règlements (UE) n° 1024/2012 et (UE) n° 167/2013 et modifiant et abrogeant la directive 97/68/CE. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A32016R1628>

	Production de clinker (kt)
2025	13 491
2030	14 180
2050	13 180

Les facteurs d'émission utilisés pour estimer les émissions de polluants sont basés sur la Décision d'exécution de la Commission du 26 mars 2013 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la production de ciment, de chaux et d'oxyde de magnésium qui donnent les niveaux d'émissions associées aux MTD (NEA-MTD)²⁵. La révision des arrêtés d'autorisation est fixée à 4 ans après la parution de la Décision établissant les conclusions. Celle-ci a été publiée le 26 mars 2013 et la révision des arrêtés a eu lieu au plus tard le 26 mars 2017.

Dans le scénario AME, les valeurs hautes des NEA-MTD ont été retenues à partir de 2020 : 400 mg/Nm³ pour le SO₂ soit 920 g/t clinker ; 450 mg/Nm³ pour les NO_x soit 1035 g/t clinker et 20 mg/Nm³ pour les TSP soit 46 g/t clinker. Le ratio utilisé pour convertir les concentrations en facteur d'émission est de 2300 m³/t clinker provenant du BREF Ciment).

Pour les NO_x, l'évaluation des niveaux d'émissions des installations vis-à-vis de leur conformité avec les niveaux hauts des MTD révèle que des efforts de réductions sont encore attendus. Pour le SO₂ et les TSP, la majorité des sites sont déjà conformes aux niveaux des MTD, cependant quelques-uns doivent encore réduire leurs émissions. Pour le secteur total, on estime quels seront les niveaux d'émissions une fois que tous les sites seront au moins conformes aux niveaux hauts des MTD.

La granulométrie des émissions de PM ainsi que les FE NH₃ et COVNM retenus jusqu'en 2050 sont issus de la dernière année disponible de l'inventaire national.

Production de verre

Le secteur de la production de verre comprend le verre plat, le verre creux, la fibre de verre (hors liant), les autres types de verres et les fibres minérales (hors liant).

Les projections d'activités sont fournies par le MTECT. Les productions selon le scénario AME 2021 énergie climat⁶ sont les suivantes :

Tableau 11 : Evolution de la production de verre selon le scénario AME 2021 énergie climat ⁶

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Verre plat	1 398	1 283	1 461	1 461	1 335
Verre creux	3 482	3 195	3 638	3 638	3 326
Fibre de verre	423	388	442	442	404
Autres verres	53	48	55	55	50
Laine de roche	344	315	359	359	328
Total	5 700	5 230	5 955	5 955	5 444

Les facteurs d'émission utilisés pour estimer les émissions de polluants sont basés sur la Décision d'exécution de la Commission du 28 février 2012 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la fabrication du verre qui donne les niveaux d'émissions associées aux MTD (NEA-MTD)²⁶. La révision des arrêtés d'autorisation est fixée à 4 ans après la parution des

²⁵ EUR-Lex - 32013D0163 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

²⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32012D0134>

conclusions. Celles-ci ont été publiées le 28 février 2012 et la révision des arrêtés a donc eu lieu au plus tard le 28 février 2016.

Les valeurs hautes des NEA-MTD ont été retenues à partir de 2020. Pour le SO₂, la part d'utilisation de gaz naturel et de fioul dans les fours verriers français a été prise en compte.

Tableau 12 : Facteurs d'émission retenus pour les NEA-MTD du secteur verrier

Type de verre	FE SO ₂ (kg / t verre)	FE NO _x (kg / t verre)	FE TSP (kg / t verre)
Verre plat	1,25	2,0	0,05
Verre creux	0,90	1,2	0,06
Fibre de verre	3,65	4,5	0,09
Autres verres	0,76	2,5	0,06
Fibres minérales	2,54	1,25	0,05

Avant d'appliquer les facteurs d'émissions (FE) provenant des MTD, ces derniers sont comparés aux facteurs d'émission issus de la dernière édition de l'inventaire¹⁸ pour chaque usine de production de verre. La plus faible des valeurs entre les deux facteurs d'émission est retenue pour les calculs, par site, puis un FE moyen est recalculé pour l'ensemble.

La granulométrie des PM ainsi que les facteurs d'émissions de NH₃ et COVNM retenus jusqu'en 2050 sont issus de la dernière année disponible de l'inventaire national¹⁸.

Combustion dans les fours de sidérurgie

Les émissions du secteur de la sidérurgie incluent plusieurs activités :

- la combustion dans les régénérateurs de hauts fourneaux,
- les chaînes d'agglomération,
- les fours de réchauffage pour l'acier et les métaux ferreux,
- les émissions liées aux procédés de la sidérurgie (cf. section sur les procédés industriels - NFR 2).

Les installations de combustion proprement dites, constituées de chaudières, sont traitées avec le reste de l'industrie. Les projections de production d'acier, dont la part de production d'acier électrique, sont fournies par le scénario 2021 énergie climat⁶. Les autres productions ou consommations (fonte brute, agglomérés, combustibles, fonte grise, coke, produits laminés) sont supposées évoluer de la même manière que les projections de la production d'acier (totale ou à oxygène).

Plusieurs textes réglementaires s'appliquent à ce secteur, notamment :

- L'arrêté du 02/02/1998 modifié, qui introduit des Valeurs Limites d'Emission (VLE) pour le SO₂, les NO_x et les TSP à partir de certains seuils de flux d'émissions,
- Le décret de 2013 transposant la directive IED, qui se traduit, pour les installations qui sont concernées, par la nécessité d'appliquer les Meilleures Technologies Disponibles (MTD) définies dans les documents de référence. Pour la sidérurgie, la Décision d'exécution de la Commission du 28 février 2012 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) dans la sidérurgie, au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles²⁷, donne les niveaux d'émissions associées aux MTD (NEA-MTD). Lors des inspections et des bilans de fonctionnement, la conformité des émissions aux valeurs des NEA-MTD est vérifiée.

²⁷ EUR-Lex - 32012D0135 - EN - EUR-Lex (europa.eu)

Les hypothèses prises en compte sont les suivantes :

- Fours sans contact : régénérateurs de hauts fourneaux : après évaluation des installations de hauts fourneaux vis-à-vis de la conformité de leurs niveaux d'émissions comparativement aux valeurs hautes des NEA-MTD, il a été observé que les installations semblent déjà conformes. De ce fait, les facteurs d'émission retenus pour les projections sont les facteurs disponibles dans le dernier inventaire national.
- Fours avec contact :
 - *Agglomération de minerais*
 Au niveau des unités d'agglomération, suite à l'analyse des niveaux d'émissions de chaque installation, il a été observé que tous les niveaux hauts des NEA-MTD sont respectés hormis pour une unité pour les émissions de TSP. De ce fait, la réduction obtenue suite à la conformité de toutes les installations a été estimée et un FE moyen a été calculé. Ce FE est appliqué à partir de 2025 seulement car le registre des déclarations Gerep nous a permis d'observer que cette même installation n'est pas encore conforme en 2020.
 Pour les autres polluants concernés (SO_2 , NO_x et COVNM), il n'est pas prévu de nouvelles réductions des émissions spécifiques à l'horizon 2020 et par la suite, les FE du dernier inventaire national sont donc retenus.
 - *Fours de réchauffage*
 L'évaluation du niveau de conformité par installation vis-à-vis des NEA MTD a montré que ces derniers sont tous bien respectés. Ainsi, aucune réduction supplémentaire n'étant prévue, les facteurs d'émission du dernier inventaire sont retenus et appliqués jusqu'en 2050.

Autres fours

Pour tous les autres fours industriels, des facteurs d'émission moyens pour l'ensemble de ces installations sont recalculés à partir de la dernière année disponible dans l'inventaire national et sont maintenus constants sur toute la période.

3.2.2.3 Equipements domestiques au bois

La directive européenne Eco-conception et ses deux règlements, décrits au chapitre 3.1.2.4, imposent pour les systèmes de chauffage centralisés fonctionnant au bois (chaudière) à partir du 1^{er} janvier 2020 un niveau limite d'émissions pour les particules, le CO les NO_x et les COVNM²². Cette même directive impose également des limites d'émissions pour les particules, le CO, les NO_x et les COVNM pour les systèmes de chauffage décentralisés (de type poêles ou cuisinières) et foyers ouverts applicables à partir du 1^{er} janvier 2022²³.

Il a été considéré que les appareils les plus performants mis en ventes en France (label flamme verte 7*) et représentés dans le parc utilisé pour les inventaires nationaux, sont déjà en accord avec les performances de ces règlements de façon générale (en termes de PM par exemple, le label flamme verte 7* impose des valeurs limites plus contraignantes pour les chaudières. L'éco-conception fixe une VLE pour les appareils indépendants aux pellets plus contraignante que flamme verte 7*).

De façon plus spécifique, il est à noter que :

- Pour le SO_2 , le facteur d'émission est constant à 10 g/GJ pour tous les appareils et pour tous les combustibles (bûches et granulés). Ce FE est issu de la dernière année disponible de

l'inventaire national et sourcé dans le guide OMINEA 2021²⁸. Il est conforme avec ceux proposés par le Guidebook EMEP 2019¹⁵ pour la combustion du bois résidentiel (11 g/GJ pour tous les types d'équipements).

- Pour les NO_x, les facteurs d'émission pour la consommation de bois sont gardés identiques selon le niveau de performance des appareils (90 g/GJ pour les chaudières, 60 g/GJ pour les autres appareils). Ces FE sont issus de la dernière année disponible de l'inventaire national. Pour les granulés, un FE de 80 g/GJ est considéré pour les appareils très performants (chaudières et poêles). Il est tiré du Guidebook EMEP 2019¹⁵ (Chapitre 1A4 - Table 3.44).
- Pour les COVNM, les FE sont issus de la dernière année disponible de l'inventaire national et diffèrent par type d'équipement et selon leurs performances mais sont identiques selon le type de combustible (bûches ou granulés).
- Pour les poussières, les FE sont issus de la dernière année disponible de l'inventaire national et diffèrent par type d'équipement et selon leurs performances. Le détail est rappelé ci-dessous :

TSP	Chaudières	Poêles	Cuisinières	Inserts	Foyers ouverts
	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ	g/GJ
appareil ancien	250,0	700,0	700,0	700,0	750,0
appareil récent	100,0	260,0	260,0	260,0	750,0
appareil performant	50,0	140,0	140,0	140,0	750,0

Pour les granulés, les FE sont aussi tirés du Guidebook EMEP 2019¹⁵ (Chapitre 1A4- Table 3.44). La granulométrie de ces particules en PM₁₀ (95 %) et en PM_{2,5} (93 %) est également issue de la dernière année de l'inventaire disponible. Il s'agit d'une valeur fixe indépendante des performances ou des types d'appareil, synthèse de plusieurs travaux scientifiques sur le sujet (DRI, UBA, TNO, IIASA).

- Pour le NH₃, un FE fixe de 70 g/GJ est utilisé pour tous les appareils et tous les combustibles. Il est issu du Guidebook EMEP 2019¹⁵ (Solid biomass for residential plants - table 3.6 du chapitre 1A4 Small Combustion).

3.2.2.4 Installations de combustion (hors EMNR, fours de l'industrie et équipements domestiques au bois)

Ces installations de combustion sont soumises à des réglementations européennes (Directive IED pour les grandes installations de combustion (de puissance supérieure ou égale à 50 MW et la Directive Medium Combustion Plant pour les installations de puissance 1 à 50 MW) dont les prescriptions sont reprises dans plusieurs arrêtés français dit arrêtés « combustion »²⁹ publiés en 2018.

²⁸ Citepa. Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France. 2021.

https://www.citepa.org/wp-content/uploads/publications/omine/Citepa_Ominea_ed2021.pdf

²⁹ Arrêté du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale inférieure à 50 MW soumises à autorisation au titre des rubriques 2910, 2931 ou 3110

Arrêté du 3 août 2018 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration au titre de la rubrique 2910

Arrêté du 03/08/18 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations relevant du régime de l'enregistrement au titre de rubrique 2910 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement (applicable à compter du 20 décembre 2018)

Arrêté du 3 août 2018 relatif aux installations de combustion d'une puissance thermique nominale totale supérieure ou égale à 50 MW soumises à autorisation au titre de la rubrique 3110

Dans ces arrêtés, les VLE sont données par polluant, par type de combustible, par type d'équipement et par catégorie de puissance. Les polluants concernés par les arrêtés sont les oxydes d'azote (NO_x), le dioxyde de soufre (SO₂) et les poussières aussi appelées particules totales en suspension (TSP pour « total suspended particles » en anglais).

Les différentes catégories de puissance sont les suivantes : 1 MW ≤ P < 2 MW, 2 MW ≤ P < 4 ou 5 MW, 4 ou 5 MW ≤ P < 10 MW, 10 MW ≤ P < 20 MW, 20 MW ≤ P < 50 MW, 50 MW ≤ P < 100 MW, 100 MW ≤ P < 300 MW et 300 MW ≤ P (avec parfois une distinction entre 300 MW ≤ P < 500 MW et 500 MW ≤ P). Les différents combustibles concernés par la réglementation sont la biomasse, les autres combustibles solides, le fioul domestique, les autres combustibles liquides, le gaz naturel, le gaz de pétrole liquéfié (GPL), les gaz de haut-fourneaux, les gaz de cokerie et les autres combustibles gazeux, ainsi que le biogaz et le fioul lourd seulement pour les installations de P < 50 MW.

De plus, la Décision d'exécution (UE) 2017/1442 de la Commission du 31 juillet 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD)³⁰, au titre de la directive 2010/75/UE pour les grandes installations de combustion donne les NEA-MTD, a été publiée en août 2017. La révision des arrêtés d'autorisation étant fixée à 4 ans après la parution des conclusions, elle aura donc eu lieu au plus tard en août 2021. Ainsi, les NEA-MTD, généralement plus strictes que les VLE de l'annexe V de la directive IED, sont appliquées à partir de 2025 en appliquant la même méthodologie selon le type d'installation et sa catégorie de puissance, et le type de combustible.

Pour le calcul des émissions, le parc d'installations par puissance n'est pas connu précisément et des regroupements sont effectués de la façon suivante :

- 0 MW ≤ P < 1 MW (pas de VLE appliquée mais les FE définis dans la dernière année de l'inventaire national),
- 1 MW ≤ P < 2 MW (VLE de la Directive MCP applicables à partir de 2030),
- 2 MW ≤ P < 20 MW,
- 20 MW ≤ P < 50 MW,
- 50 MW ≤ P < 300 MW,
- 300 MW ≤ P.

Les types de combustibles retenus sont les suivants : combustibles minéraux solides (CMS), produits pétroliers (PP), biomasse (aussi appelé « ENR » pour énergie renouvelable), gaz naturel (Gaz nat) et gaz industriel (Gaz indus). Ainsi, ces catégories de combustibles retenues peuvent couvrir plusieurs combustibles mentionnés dans les arrêtés (par exemple, les produits pétroliers peuvent être des autres combustibles liquides, du fioul domestique, du fioul lourd ou du GPL).

En distinguant chaque secteur, type de puissance, type de combustible et l'année de projection (2020, 2025 ou 2030), la VLE la plus élevée parmi la plage de puissance – et éventuellement les combustibles – est considérée afin d'éviter de sous-estimer les émissions totales du polluant pour ce secteur. Ensuite, la VLE ainsi obtenue (transformée en FE en g/GJ) est comparée au FE actuel de l'inventaire et la valeur la plus faible est appliquée.

Les VLE sont données en mg/Nm³ (milligramme par mètre cube dans les conditions normales de température et pression, respectivement 273,16 K et 1,013 bar) alors que l'unité type des FE est le g/GJ (gramme par gigajoule). Pour les comparer, les VLE sont converties en g/GJ à partir de la formule suivante :

$$VLE \text{ (g/GJ)} = VLE \text{ (mg/Nm}^3\text{)} \times SFV \times \frac{21}{21 - \text{teneur } O_2 \text{ référence}}$$

³⁰ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32017D1442>

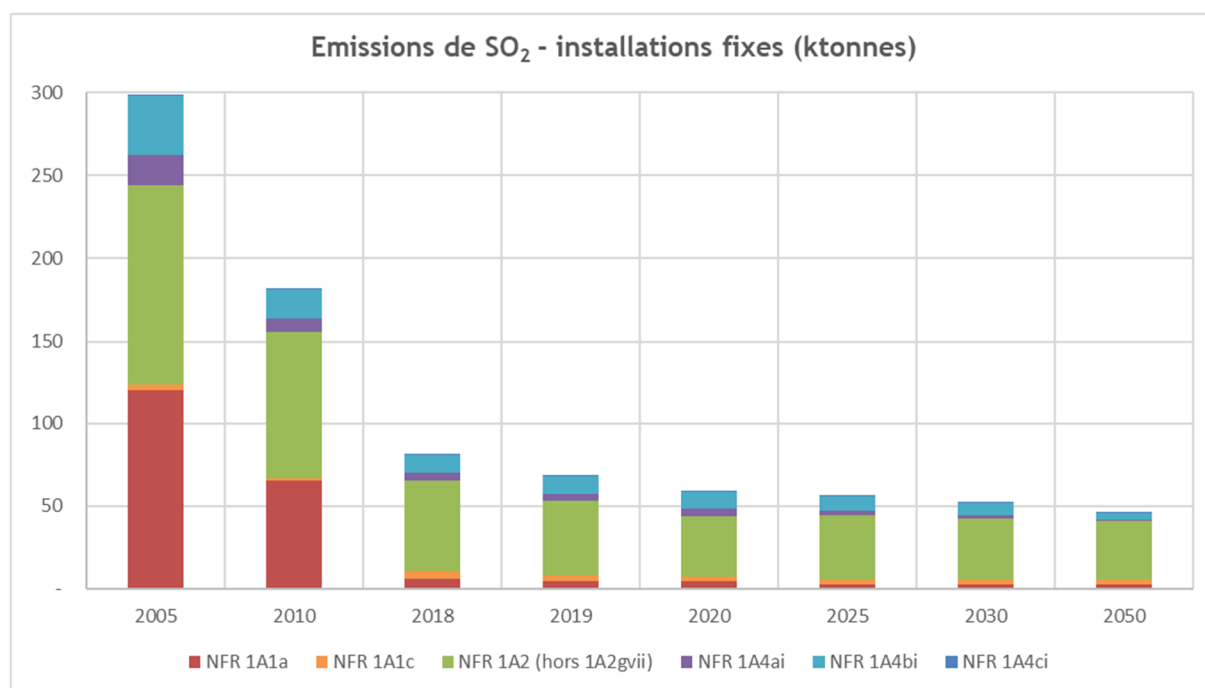
avec SFV le volume de fumées standard (d'après la norme ISO 16911-1) dépendant du combustible, et la teneur en O₂ de référence qui est de 6% pour les combustibles solides et de 3% pour les combustibles liquides et gazeux dans les chaudières, et de 15% pour tout combustible dans les turbines et moteurs.

Enfin, les VLE réglementaires concernent les TSP alors que les émissions rapportées dans les projections sont les PM_{2.5} ou PM₁₀ (particules avec une taille respectivement inférieure à 2.5 µm ou 10 µm). Ainsi, pour obtenir les FE des PM à partir des FE des TSP, la granulométrie utilisée dans l'inventaire national¹⁸ est appliquée :

$$FE (PM_{2.5}) = FE (TSP) \times \text{granulométrie (\%)}$$

3.2.3 Evolution des émissions

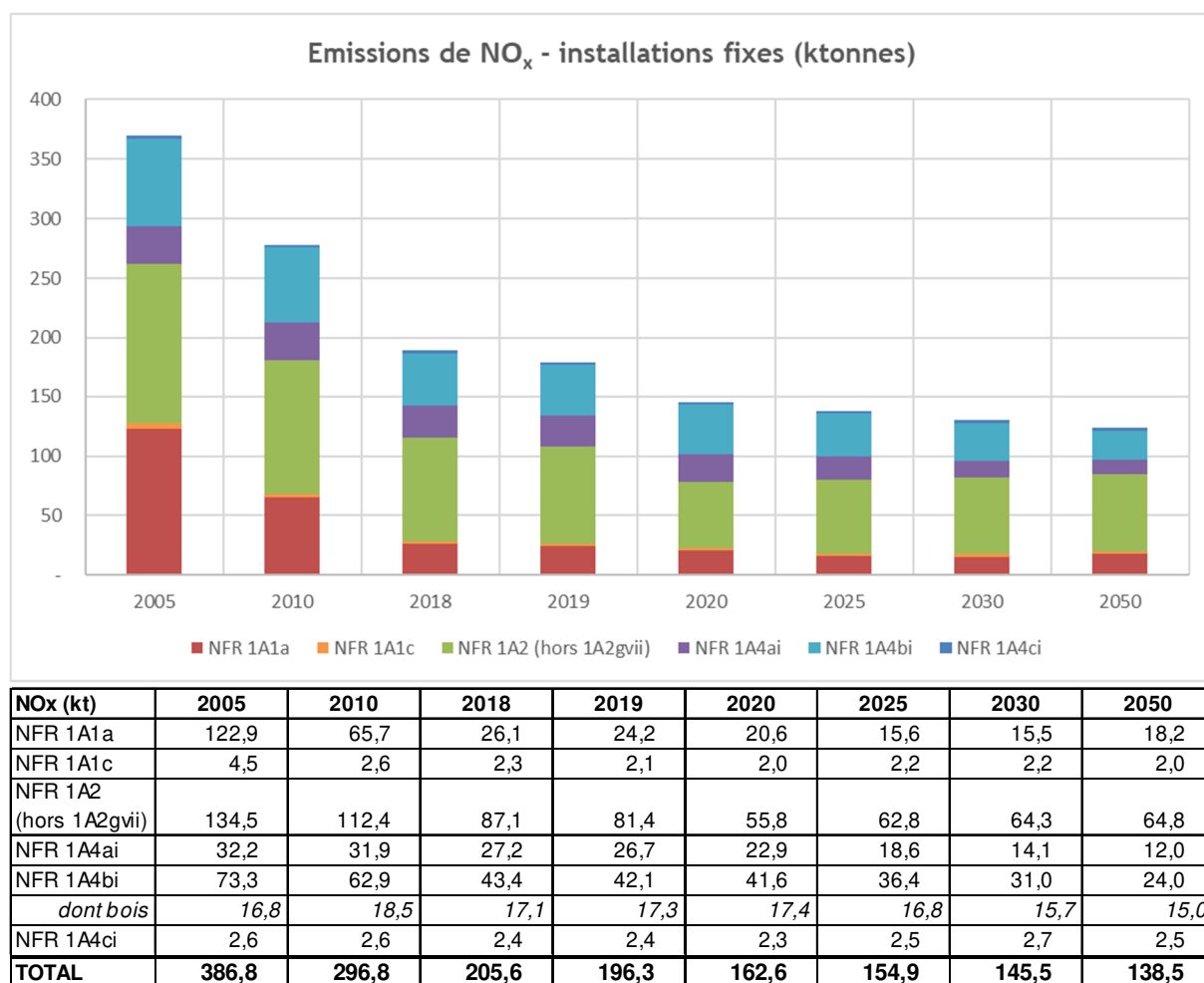
3.2.3.1 Installations fixes



SO ₂ (kt)	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
NFR 1A1a	120,1	65,5	6,0	4,2	4,4	2,3	2,3	2,7
NFR 1A1c	3,5	1,2	4,3	3,6	2,7	3,1	3,1	2,7
NFR 1A2 (hors 1A2gvii)	120,5	88,9	55,0	45,2	36,8	38,7	37,2	35,3
NFR 1A4ai	18,1	8,2	4,8	4,5	4,7	3,2	1,8	1,2
NFR 1A4bi	35,8	17,7	10,7	10,2	10,2	8,8	7,2	3,9
dont bois	2,8	3,0	2,7	2,7	2,7	2,6	2,4	2,2
NFR 1A4ci	0,8	0,8	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,4
TOTAL	301,5	185,3	83,9	70,8	62,0	59,1	54,4	48,5

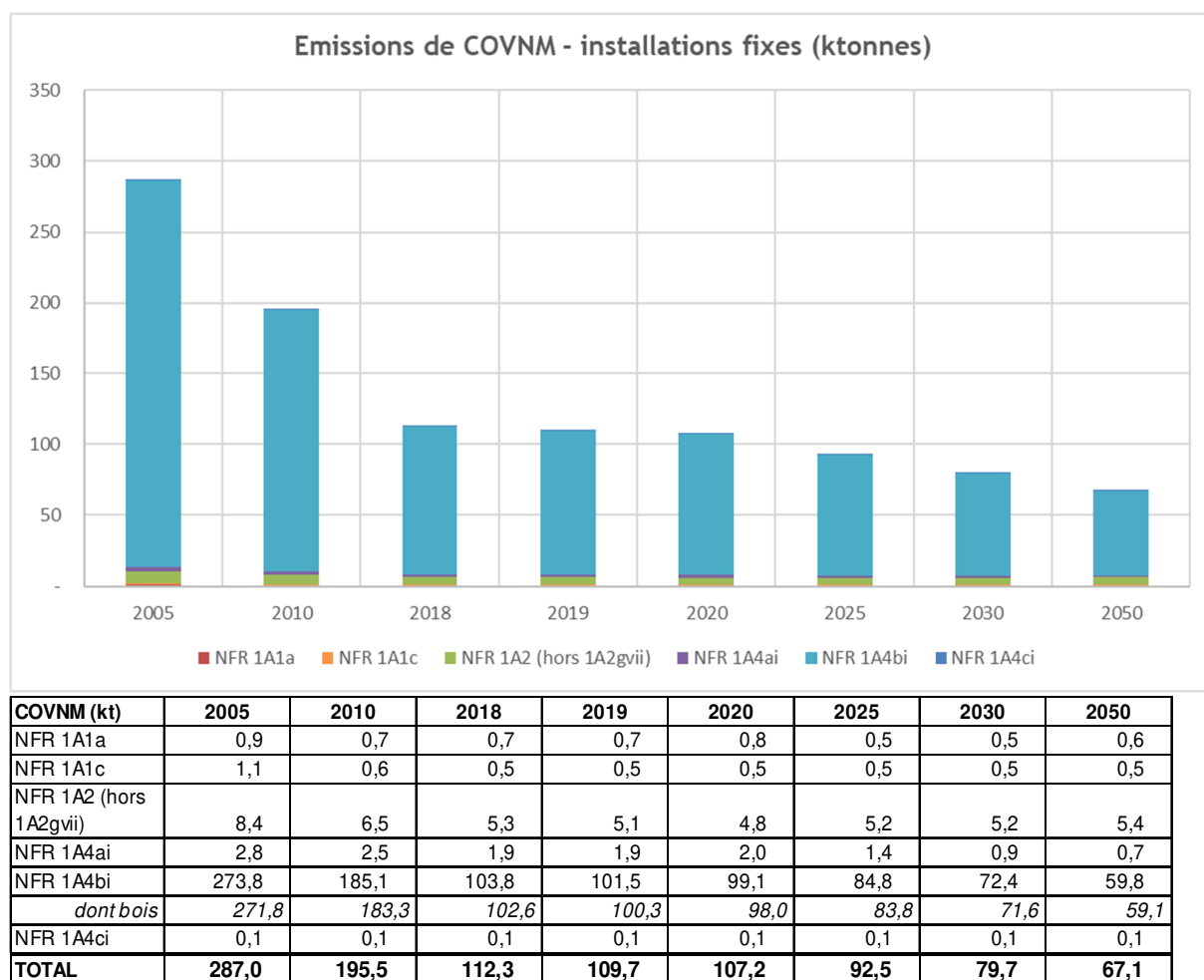
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 13 : Evolution des émissions de SO₂ des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



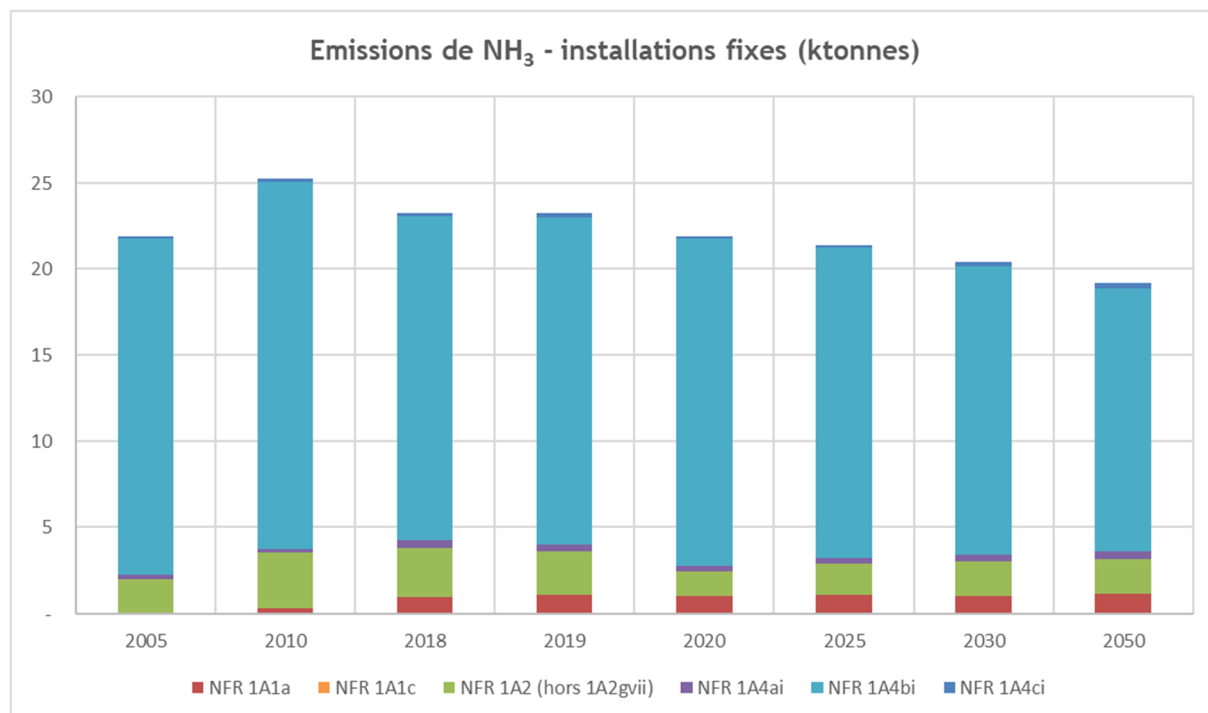
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 14 : Evolution des émissions de NO_x des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

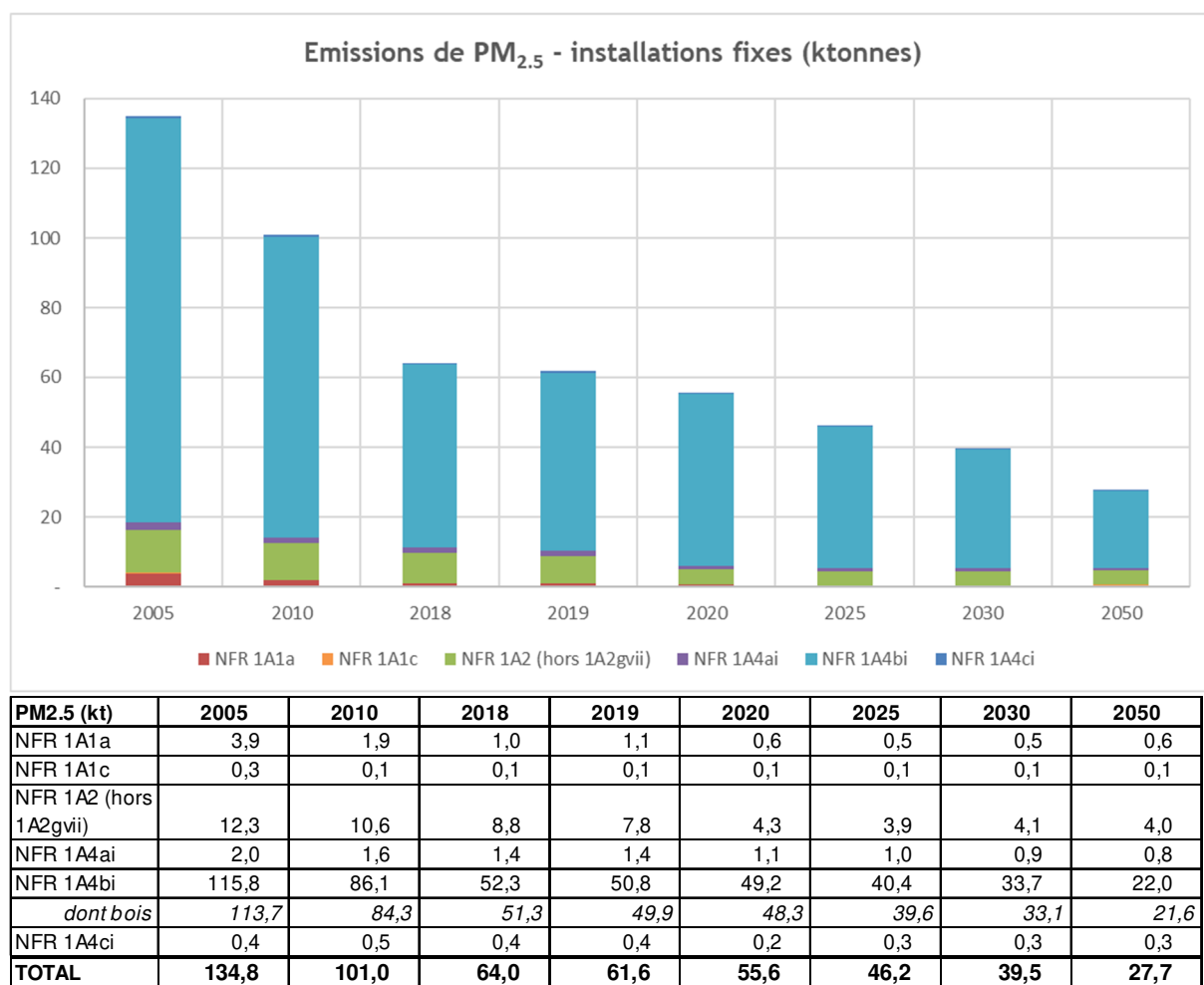
Figure 15 : Evolution des émissions de COVNM des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



NH3 (kt)	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
NFR 1A1a	0,1	0,4	0,9	1,1	1,0	1,1	1,1	1,2
NFR 1A1c	-	-	-	-	-	-	-	-
NFR 1A2 (hors 1A2gvii)	1,9	3,2	2,9	2,5	1,5	1,8	2,0	2,0
NFR 1A4ai	0,3	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,4	0,5
NFR 1A4bi	19,5	21,3	18,9	19,0	19,0	18,0	16,7	15,3
<i>dont bois</i>	19,5	21,3	18,9	19,0	19,0	18,0	16,7	15,3
NFR 1A4ci	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
TOTAL	41,5	46,6	42,2	42,3	41,0	39,4	37,1	34,4

Voir annexe I pour les codes NFR.

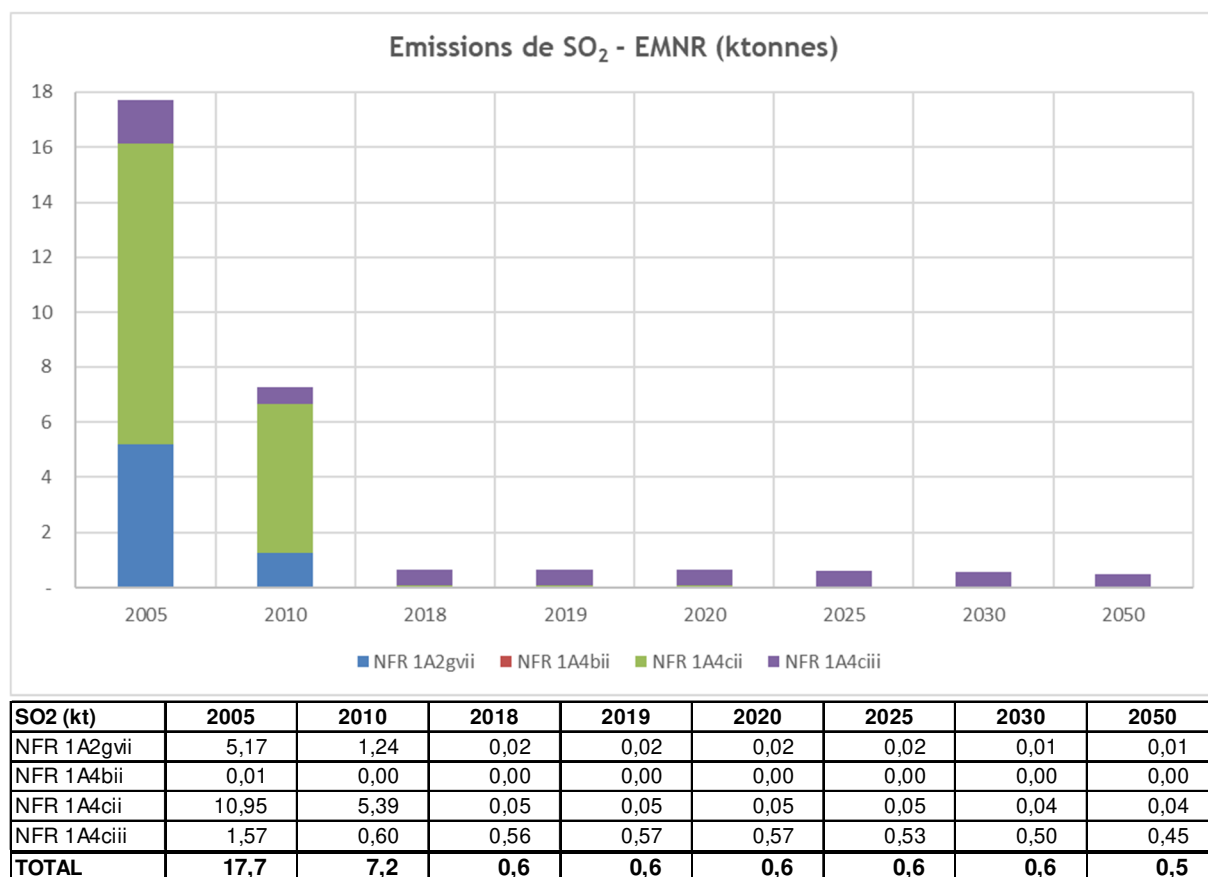
Figure 16 : Evolution des émissions de NH₃ des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

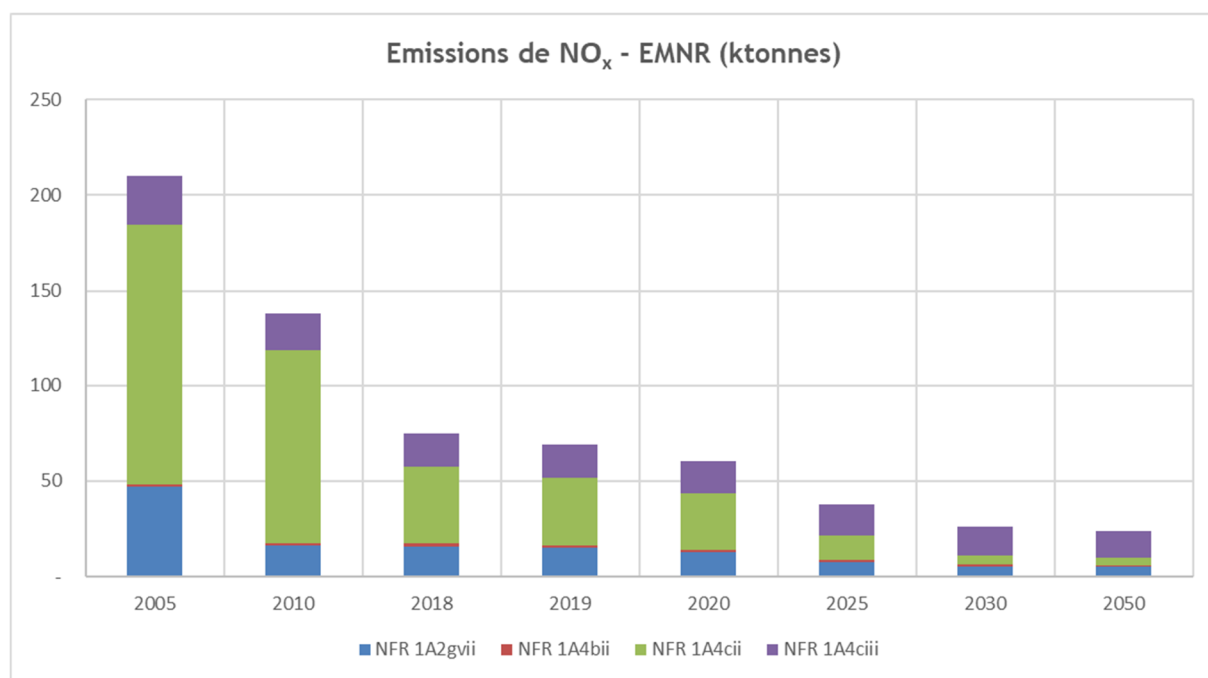
Figure 17 : Evolution des émissions de PM_{2.5} des installations fixes dans les secteurs 1A1, 1A2 et 1A4 (sauf 1A1b) en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

3.2.3.2 Engins mobiles non routiers



Voir annexe I pour les codes NFR.

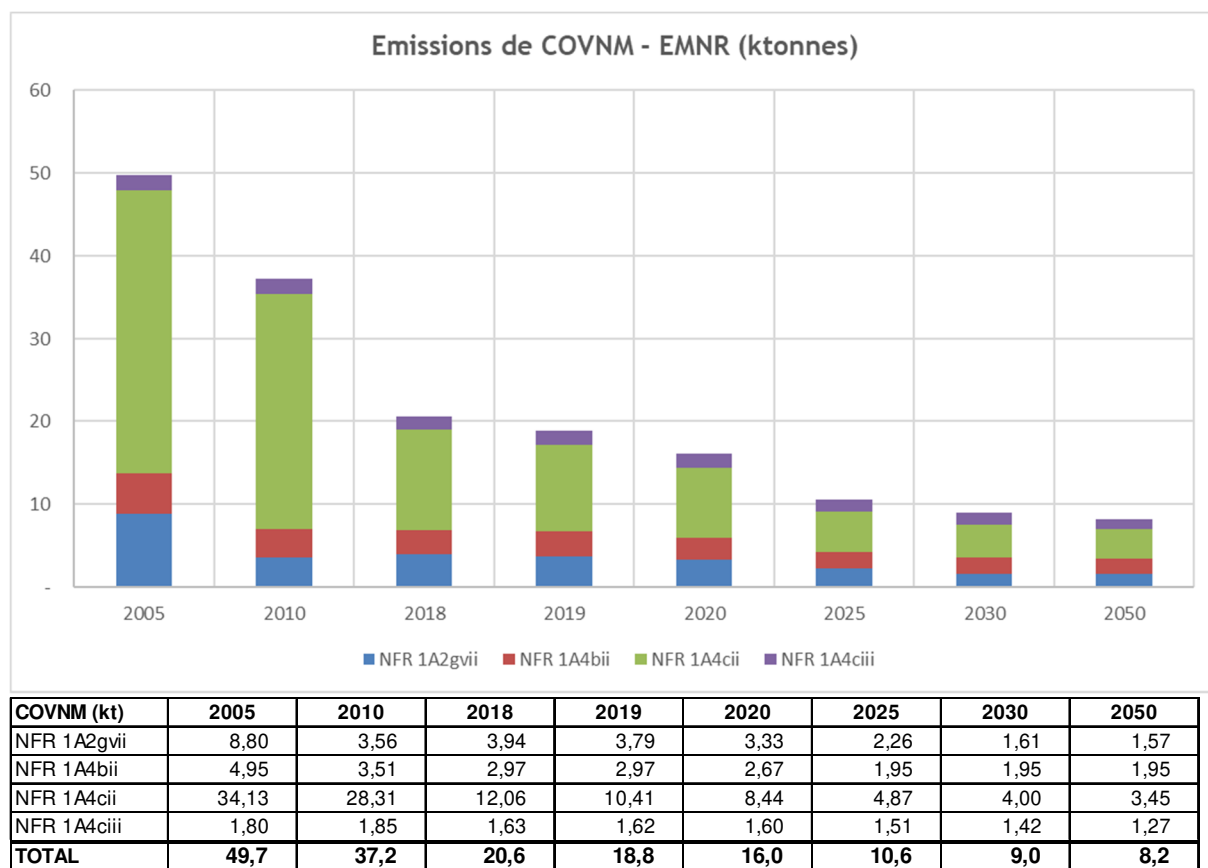
Figure 18 : Evolution des émissions de SO₂ des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



NO _x (kt)	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
NFR 1A2gvii	47,05	16,09	15,91	14,92	12,74	7,61	5,30	5,18
NFR 1A4bii	1,29	1,33	1,33	1,33	1,21	0,90	0,90	0,90
NFR 1A4cii	136,24	101,00	40,38	35,60	29,51	13,12	4,75	4,06
NFR 1A4ciii	25,43	19,58	17,31	17,36	17,14	16,14	15,14	13,53
TOTAL	210,0	138,0	74,9	69,2	60,6	37,8	26,1	23,7

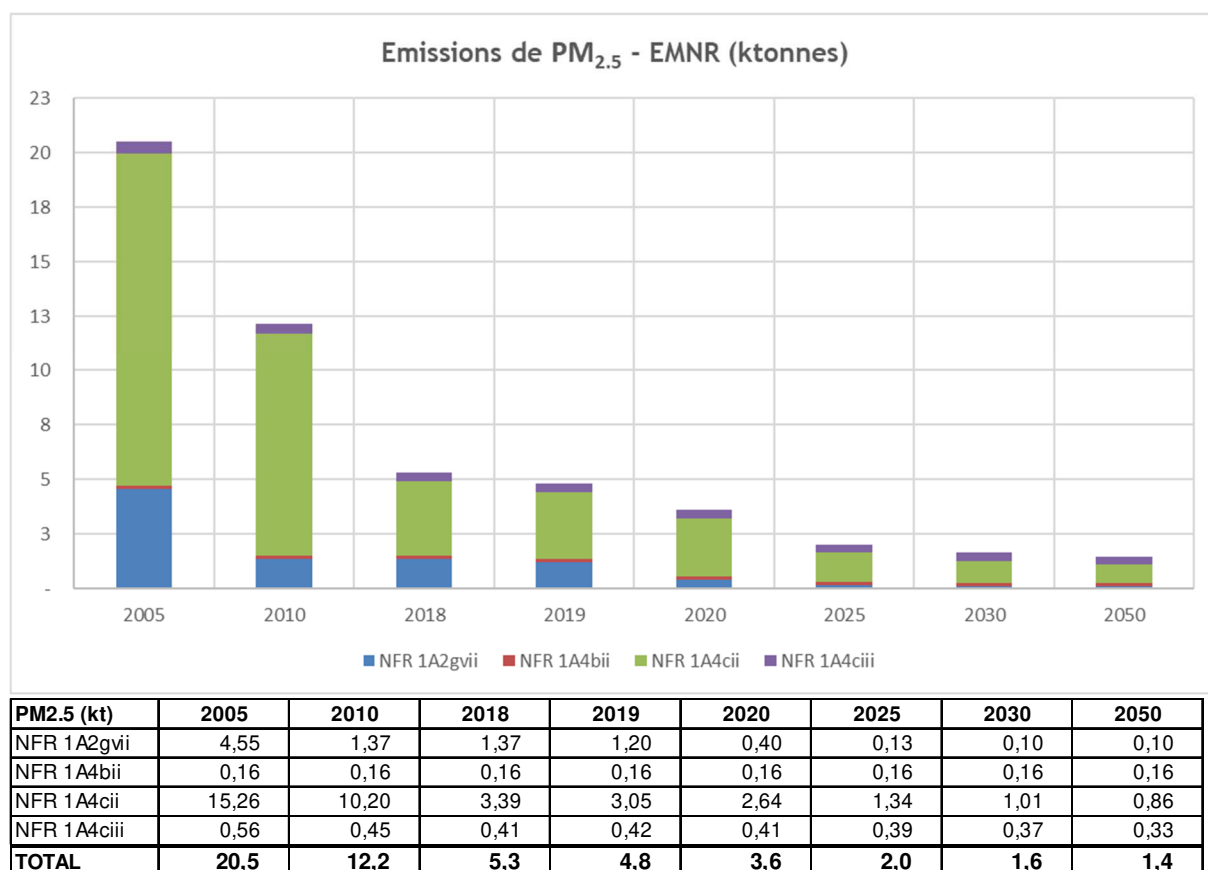
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 19 : Evolution des émissions de NO_x des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 20 : Evolution des émissions de COVNM des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 21 : Evolution des émissions de PM_{2.5} des EMNR en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

3.3 Raffinage du pétrole (NFR 1A1b et 1B2aiv)

Les émissions du secteur du raffinage du pétrole incluent plusieurs activités :

- la combustion dans les équipements tels que : chaudières, turbines, moteurs, fours,
- les procédés liés au raffinage du pétrole tels que le craqueur catalytique, la récupération du soufre dans les unités Claus, le traitement des eaux, etc.,
- les torchères.

Les projections des émissions de ce secteur se basent sur trois niveaux d'activités :

- la quantité de brut traité par les raffineries : l'évolution de cette quantité jusqu'en 2050 est fournie par des travaux de scénarisation du MTECT réalisés en 2021⁶,
- les consommations de combustibles des différents équipements, recalculées selon l'évolution de la quantité de brut traité,
- les volumes de fumées générés par les consommations de combustibles des différents équipements : à partir du document « Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas » de 2015³¹ (section 8.6 - *The bubble approach / appendix B on volumetric gas estimation*), les facteurs de conversion pour obtenir un volume de fumées à partir des consommations de combustibles sont utilisés :

Type de combustible	Ratio de conversion (Nm ³ / tep)
Combustibles liquides	12 300
Combustibles gazeux	11 300
Coke brûlé	12 300

Tableau 13 : Evolution du brut traité par les raffineries de pétrole selon le scénario AME 2021 énergie climat⁶

kt	2019	2020	2025	2030	2050
Brut traité	48 236	46 476	47 454	40 561	29 658

Le scénario AME 2021⁶ présente une réduction de la quantité de pétrole brut traité en lien avec les réductions de consommations de produits pétroliers.

3.3.1 Réglementations et hypothèses prises en compte

L'arrêté du 2 février 1998 modifié définit une « bulle » d'émissions applicable aux plates-formes de raffinage, c'est-à-dire à « l'ensemble des installations de raffinage et installations annexes [...] exploitées par un même opérateur sur un même site industriel ». Une valeur bulle est définie pour le SO₂, les NO_x et les TSP.

Les décrets d'application de 2013 de la Directive IED reprennent aussi ce concept de « bulle » et impose les valeurs limites d'émission (VLE) suivantes à partir de 2020 :

- SO₂ : moyenne annuelle de 600 mg/Nm³,
- NO_x : moyenne annuelle de 300 mg/Nm³,
- Particules totales : moyenne annuelle de 50 mg/Nm³.

³¹ JRC. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Refining of Mineral Oil and Gas. 2015. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/REF_BREF_2015.pdf

Un calcul théorique basé sur la valeur de la bulle et le volume de fumées donne les émissions maximales autorisées à partir de 2020 pour l'ensemble des raffineries pour chacun des polluants. Ce calcul théorique est comparé aux émissions calculées à partir des FE de la dernière année disponible dans l'inventaire. Selon le résultat de la comparaison, des hypothèses sont prises pour réduire les facteurs d'émission.

Pour chaque polluant, les hypothèses retenues sont les suivantes :

- Pour le SO₂ : le calcul théorique montre que l'ensemble des raffineries respecte la valeur limite de la bulle à 600 mg/Nm³ si l'on retient les FE du dernier inventaire. Les FE de 2019 sont donc retenus pour estimer les émissions de SO₂ des diverses composantes de la raffinerie.
- Pour les NO_x : le calcul des émissions à partir des FE disponibles dans le dernier inventaire permet déjà de respecter la bulle pour les NO_x. Les FE de 2019 sont donc conservés pour estimer les émissions du raffinage.
- Pour les particules totales : Le calcul des émissions à partir des FE disponibles dans le dernier inventaire permet déjà de respecter la bulle pour les NO_x. Les FE de 2019 sont donc conservés pour estimer les émissions du raffinage. Le profil granulométrique de la dernière année disponible dans les inventaires est appliqué jusqu'en 2050 pour obtenir les émissions de PM_{2,5}.
- Pour les COVNM, il n'est pas supposé d'amélioration du facteur d'émission d'ici 2030 car la réglementation n'apporte pas de nouvelles contraintes pour ce polluant. Le facteur d'émission de l'année 2019 est donc appliqué jusqu'en 2050.

3.3.2 Evolution des émissions

Les émissions issues du raffinage du pétrole sont présentées dans les graphiques suivants (sauf émissions issues des torchères).

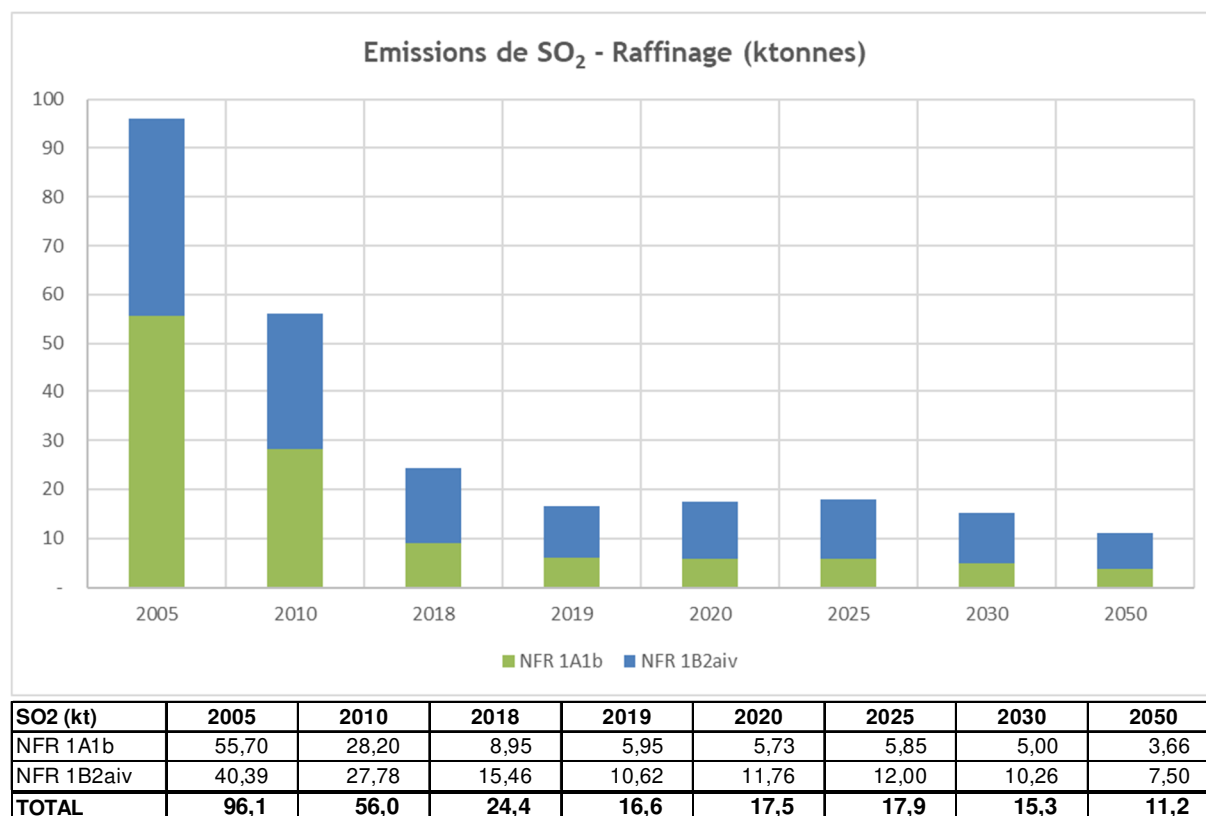


Figure 22 : Evolution des émissions de SO₂ des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶) (Voir annexe I pour les codes NFR)

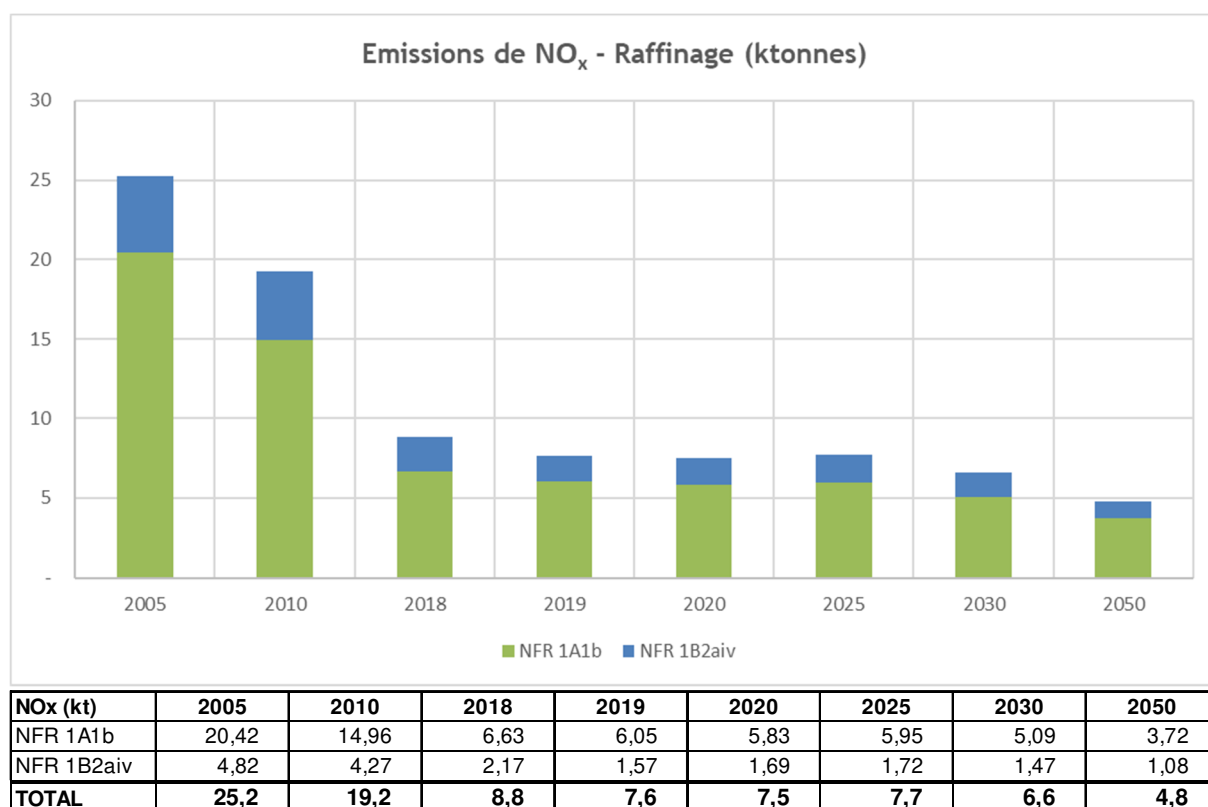


Figure 23 : Evolution des émissions de NO_x des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶) (Voir annexe I pour les codes NFR)

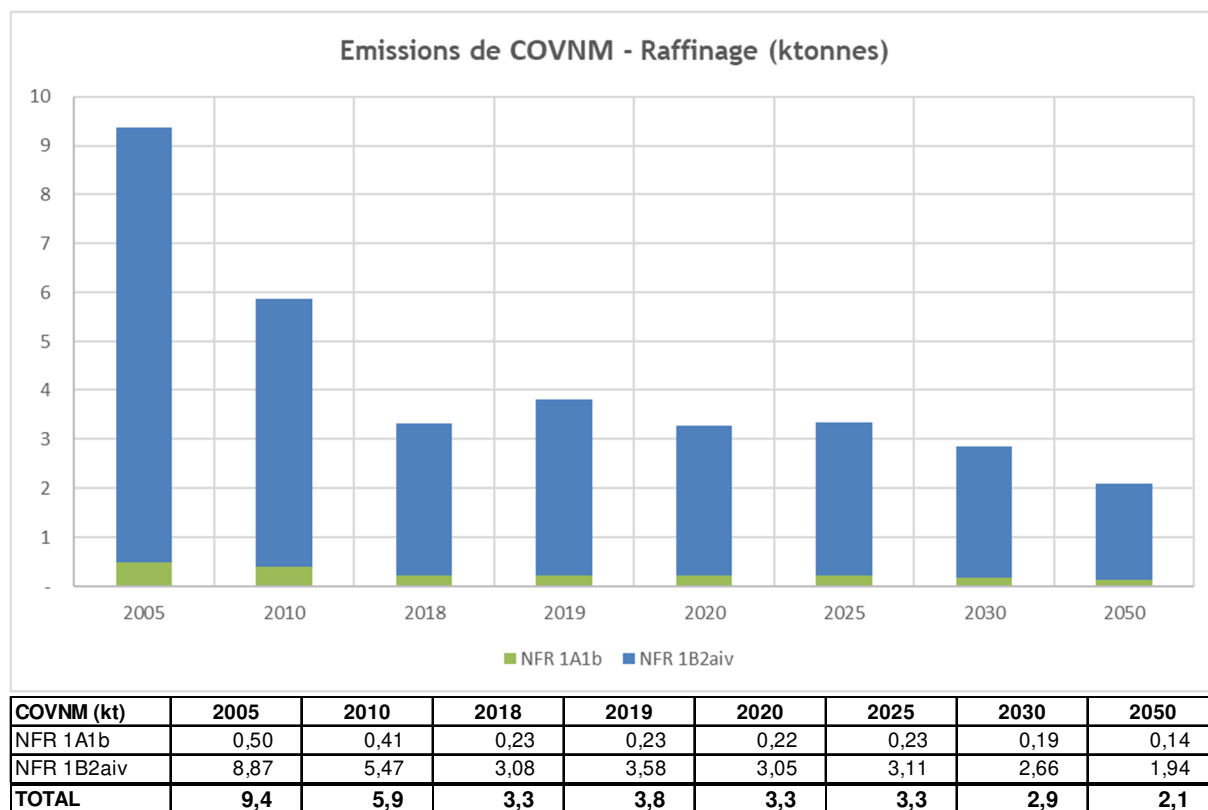


Figure 24 : Evolution des émissions de COVNM des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶) (Voir annexe I pour les codes NFR)

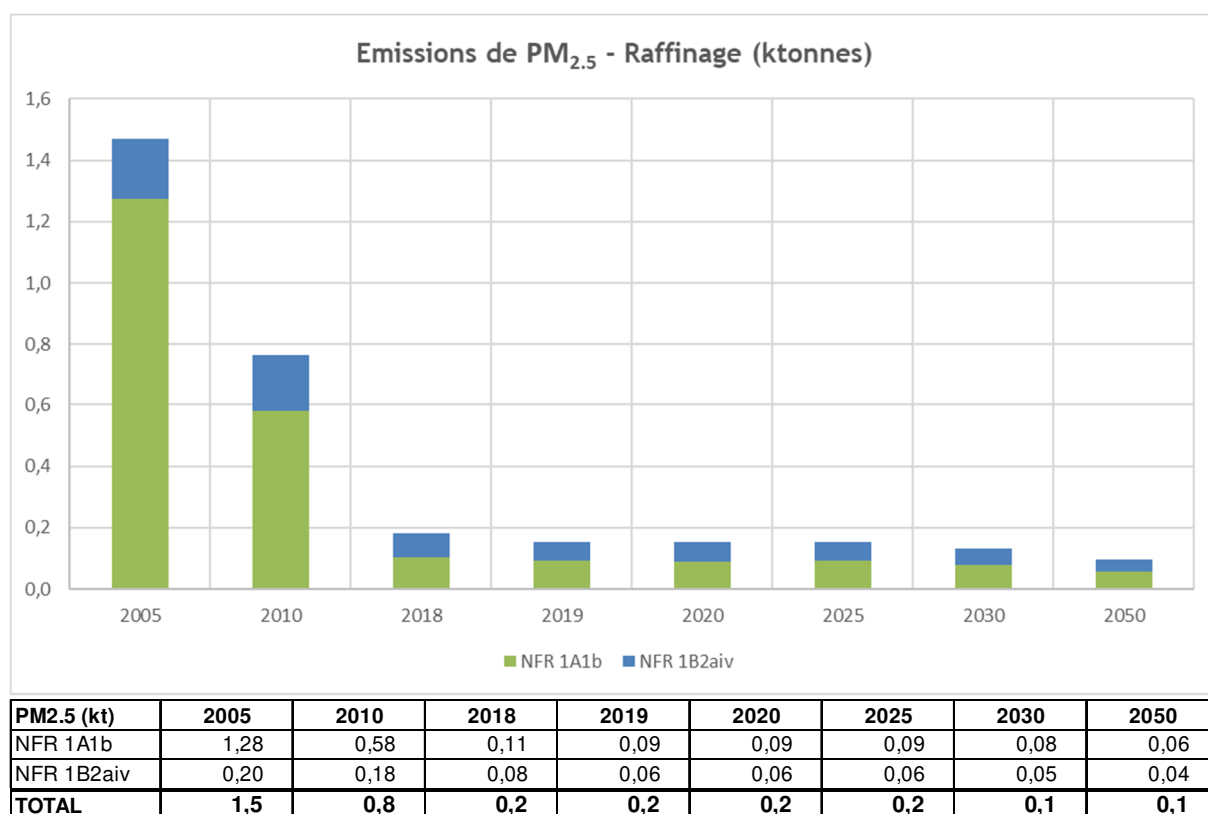


Figure 25 : Evolution des émissions de PM_{2.5} des raffineries en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶) (Voir annexe I pour les codes NFR)

3.4 Transports (NFR 1A3)

3.4.1 Transport routier (1A3b)

Le calcul des émissions de 2020 à 2050 reprend la méthodologie appliquée pour les inventaires nationaux décrite dans le rapport OMINEA 2021²⁸. Sommairement, les émissions sont le produit du parc roulant en veh.km par les facteurs d'émissions de polluants correspondants en g/km. Les calculs sont faits de tel sorte que les consommations totales estimées par type de carburant et type de véhicule soient calées à celles issues des travaux du MTECT pour le scénario AME 2021⁶ (section 2.1.3). Pour réaliser ce calage, les kilométrages annuels moyens des véhicules sont ajustés.

L'estimation des parcs statique et roulant des véhicules se base aussi sur les données issues de la DGEC pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶ (section 3.4.1.2). Les facteurs d'émissions utilisés sur l'ensemble des véhicules selon les différentes normes sont les derniers connus au moment de l'étude (OMINEA 2021²⁸).

3.4.1.1 Consommations d'énergie

Les évolutions des consommations totales des carburants utilisés sont issues du scénario AME 2021 énergie climat⁶ développé par la DGEC (section 2.1.3) par type de véhicule :

- Véhicules particuliers (VP) ;
- Véhicules utilitaires légers (VUL) ;
- Poids lourds (PL) ;
- Bus et car (Bus & Car) ;
- Deux-roues (2 roues).

Tableau 14. Evolution des consommations totales de carburant en MTECTp (huile énergétique en MTECTp) selon la DGEC, scénario AME 2021 énergie climat⁶

Mtep	2019	2020	2025	2030	2050
VP					
<i>Essence</i>	6,54	5,09	6,46	6,79	5,75
<i>Bioessence</i>	0,51	0,41	0,55	0,58	0,49
<i>Gazole</i>	15,4	11,9	10,5	7,2	3,3
<i>Biogazole</i>	1,21	1,03	0,91	0,62	0,29
<i>GPL</i>	0,06	0,06	0,06	0,06	-
<i>GNV</i>	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
VUL					
<i>Essence</i>	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5
<i>Bioessence</i>	0,05	0,04	0,05	0,05	0,04
<i>Gazole</i>	5,9	4,7	5,6	5,0	4,6
<i>Biogazole</i>	0,46	0,41	0,48	0,43	0,40
PL, Bus & Car					
<i>Gazole</i>	9,5	7,8	9,4	8,9	6,7
<i>Biogazole</i>	0,7	0,7	0,8	0,8	0,6
<i>GNV</i>	0,2	0,2	0,2	0,4	2,9
<i>BIO-GNV</i>	-	0,0002	0,001	0,005	0,029
2 roues					
<i>Essence</i>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3
<i>Bioessence</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
<i>Gazole</i>	0,03	0,03	0,03	0,03	0,02
<i>Biogazole</i>	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
<i>Huile énergétique (kt)</i>	2,1	2,0	1,7	1,4	1,1

Les spécifications des inventaires d'émissions au format CCNUCC pour les gaz à effet de serre et au format CEE-NU pour les autres polluants requièrent pour le transport routier un calage énergétique sur les ventes de carburant et non sur l'estimation des consommations de carburant sur le territoire national. De ce fait, les consommations présentées ci-dessus sont utilisées pour estimer les parcs statique et roulant considérant les véhicules français et étrangers ayant fait leur prise de carburant en France.

3.4.1.2 Parcs statique et roulant de véhicules

Les parcs statique et roulant issus de l'inventaire national (éditions de mars 2021)¹⁸ sont utilisés comme référence jusqu'à l'année 2019. La projection du parc est ainsi réalisée en considérant l'évolution de 3 types de données issues des travaux du MTECT pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶ : les immatriculations de nouveaux véhicules, le parc statique et le parc roulant. Ces données ont été fournies par type de véhicule (VP, VUL, PL et Bus & Car) et énergie et résultent des projections réalisées dans le cadre du scénario AME Climat et qui tiennent compte des politiques présentées au chapitre 2.1.3). Les informations sur les 2 roues sont issues scénario AME 2018⁸.

Les résultats des parcs statique et roulant estimés par le Citepa pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶ sont présentés sur les tableaux suivants.

Tableau 15. Evolution du parc statique estimé par le Citepa pour le scénario AME. Données 2005-2019 issues du dernier inventaire national¹⁸

Nombre véhicules	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
VP essence	16 992 996	13 639 265	13 937 603	14 520 096	15 486 401	22 399 352	27 618 626	31 263 851
VP Diesel	14 722 584	19 354 600	23 052 446	22 428 218	21 368 221	14 580 047	8 918 928	4 760 918
VP GPL	140 001	213 998	149 998	136 000	135 999	135 997	135 999	0
VP électrique	877	962	108 095	144 387	238 035	1 348 382	2 772 665	8 031 792
VP GNV	7 001	10 001	8 997	9 998	10 000	9 999	10 001	10 000
VP	31 863 459	33 218 826	37 257 139	37 238 699	37 238 656	38 473 777	39 456 219	44 066 561
VUL essence	1 684 514	1 782 325	1 357 034	1 152 523	1 195 738	1 530 395	1 848 973	2 211 668
VUL Diesel	4 485 031	5 431 823	5 761 839	5 676 048	5 618 224	5 190 012	4 713 948	3 786 539
VUL électrique	0	394	33 506	40 179	54 799	286 760	699 342	1 789 909
VUL	6 169 545	7 214 542	7 152 379	6 868 750	6 868 761	7 007 167	7 262 263	7 788 116
PL essence	5 001	4 000	998	0	0	0	0	0
PL Diesel	666 408	686 300	739 078	743 419	743 361	749 793	762 146	785 867
PL électrique	0	14	63	65	69	70	52	20 165
PL	671 409	690 314	740 139	743 484	743 430	749 863	762 198	806 032
Bus & Car Diesel	79 525	84 459	89 835	91 325	99 342	103 770	107 894	128 996
Bus & Car GNV	1 999	3 001	7 001	9 000	8 584	11 419	25 414	163 729
Bus & Car électrique	0	8	413	582	820	1 693	2 477	3 685
Bus & Car	81 524	87 468	97 249	100 907	108 746	116 882	135 785	296 410
PL + Bus & Car	752 933	777 782	837 388	844 391	852 176	866 745	897 983	1 102 442
2 roues essence	2 398 396	3 432 763	3 532 900	3 494 558	3 567 139	3 759 605	3 814 232	4 549 961
2 roues électrique	77	2 561	35 287	48 104	56 541	65 542	105 337	51 132
2 roues Diesel	72 562	111 216	124 856	125 386	130 367	155 898	171 478	195 955
2 roues	2 471 035	3 546 540	3 693 043	3 668 048	3 754 047	3 981 045	4 091 047	4 797 048
Total	41 256 972	44 757 690	48 939 949	48 619 888	48 713 640	50 328 734	51 707 512	57 754 167

L'impact du contexte sanitaire de l'année 2020 impacte le total du parc statique du scénario AME. Le nombre de véhicules reste légèrement stable entre 2019 et 2020 pour reprendre la croissance à partir de 2025. Une augmentation de 19% du nombre total de véhicules est estimée en 2050 par rapport à 2020.

Tableau 16. Evolution du parc roulant estimé par le Citepa pour le scénario AME. Données 2005-2019 issues du dernier inventaire national¹⁸

Milliard véh*km	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
VP essence	162	118	132	143	113	163	197	207
VP Diesel	232	292	323	316	246	227	171	93
VP GPL	2,4	2,3	1,5	1,4	1,5	1,7	1,9	-
VP électrique	0,01	0,01	0,9	1,0	1,6	7,9	13,6	26,6
VP GNV	0,02	0,04	0,08	0,08	0,08	0,09	0,10	0,12
VP	397	412	457	462	362	400	384	326
VUL essence	9,2	9,9	9,5	10	8,1	11	13	15
VUL Diesel	78	92	89	91	74	93	91	94
VUL électrique	-	0,002	0,28	0,44	0,30	1,8	4,3	9,2
VUL	87	102	99	102	82	106	109	118
PL essence	0,045	0,027	0,0040	-	-	-	-	-
PL Diesel	31	26	27	26	21	26	26	21
PL électrique	-	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,81
PL	31	26	27	26	22	26	26	22
Bus & Car Diesel	2,3	2,8	2,8	2,8	2,3	2,8	2,8	2,2
Bus & Car GNV	0,03	0,05	0,26	0,33	0,31	0,42	0,96	6,4
Bus & Car électrique	-	0,0003	0,014	0,021	0,021	0,05	0,07	0,12
Bus et car	2,3	2,9	3,1	3,2	2,7	3,3	3,8	8,7
PL + Bus & Car	34	29	30	29	24	30	29	31
2 roues essence	10,6	12,7	12,9	13,0	12,9	12,4	11,7	8,9
2 roues électrique	0,0003	0,0064	0,071	0,10	0,10	0,11	0,15	0,050
2 roues Diesel	0,53	0,83	0,91	0,93	0,93	0,92	0,88	0,68
2 roues	11	14	14	14	14	13	13	10
Total	529	557	599	607	482	549	535	485

Une diminution de 21% du trafic total est estimée pour l'année 2020 par rapport à l'année 2019 correspondant aux conséquences du contexte sanitaire lié à l'épidémie de COVID-19. Entre les années 2020 et 2025, une augmentation de 14% du trafic est ainsi estimée correspondant à la reprise de la tendance historique, en prenant en compte la mise en place des politiques publiques liées au transport. Le parc roulant projeté est de 482 milliards de veh.km en 2020 contre 485 en 2050, avec un pic en 2025 de 549 milliards de veh.km. En 2030, le trafic est de 535 milliards de veh.km à peine supérieur au trafic 2005. Entre 2020 et 2050, le trafic augmente de 1%.

Par type de véhicule, la répartition en pourcentage du parc roulant en fonction des carburants utilisés (motorisation) est présentée au tableau suivant.

Tableau 17. Evolution de la répartition du parc roulant par type de véhicules en fonction de la motorisation

% parc roulant	2005	2010	2018	2019	2020	2025	2030	2050
VP								
<i>essence</i>	41%	29%	29%	31%	31%	41%	51%	63%
<i>Diesel</i>	59%	71%	71%	68%	68%	57%	45%	28%
<i>GPL</i>	0,6%	0,6%	0,3%	0,3%	0,4%	0,4%	0,5%	-
<i>électrique</i>	0,002%	0,002%	0,2%	0,2%	0,4%	2,0%	3,6%	8,1%
<i>GNV</i>	0,005%	0,01%	0,02%	0,02%	0,02%	0,02%	0,03%	0,04%
VUL								
<i>essence</i>	11%	10%	10%	10%	10%	11%	12%	13%
<i>Diesel</i>	89%	90%	90%	89%	90%	88%	84%	79%
<i>électrique</i>	-	0,002%	0,3%	0,4%	0,4%	1,7%	3,9%	7,8%
PL, Bus & Car								
<i>essence</i>	0,1%	0,1%	0,01%	-	-	-	-	-
<i>Diesel</i>	100%	100%	99%	99%	99%	98%	97%	76%
<i>électrique</i>	-	0,002%	0,05%	0,08%	0,09%	0,2%	0,2%	3,0%
<i>GNV</i>	0,08%	0,2%	0,9%	1,1%	1,3%	1,4%	3,2%	21%
2 roues								
<i>essence</i>	95%	94%	93%	93%	93%	92%	92%	92%
<i>électrique</i>	0,003%	0,05%	0,5%	0,7%	0,8%	0,8%	1,2%	0,5%
<i>Diesel</i>	4,8%	6,1%	6,5%	6,6%	6,7%	6,8%	6,9%	7,0%

Le tableau ci-dessus montre la projection du mix énergétique du parc roulant français influencée par la mise en place des politiques publiques de mobilité prises en compte dans le scénario AME 2021 énergie climat⁶. Ces politiques sont décrites au chapitre 2.1.3 : la loi n° 2019-1428 du 24 décembre 2019 d'orientation des mobilités (dite loi LOM)¹¹, en prenant en compte l'intégration de véhicules à faibles émissions et les mesures relatives à la mise en place de zones à faibles émissions (ZFE), l'extension de la mesure aux flottes d'entreprises de plus de 100 véhicules, y compris les loueurs de flotte, de même que l'ensemble des mesures fiscales décidées dans le cadre du PLF 2020 ou avant (bonus-malus, prime à la conversion, taxe sur les véhicules de société, dispositif de suramortissement des véhicules lourds). La tendance globale est une diminution marquée du parc roulant diesel en parallèle à une augmentation des véhicules électriques, des VP et VUL essence et des Bus & Car GNV.

Pour les VP en particulier, le parc roulant diesel passe de 68% en 2020 à 28% en 2050. Pour la même période, la part de VP essence augmente de 31% à 63% et celles des VP électriques augmente de 0,4% à 8,1%.

La proportion des VUL diesel passent de 90% en 2020 à 79% en 2050 tandis que les VUL essence augmentent de 10% à 13% et les VUL électriques passe de 0,4% à 7,8%.

Pour les PL et Bus & Car, la part diesel du parc roulant évolue de 99% en 2020 à 76% en 2050 tandis que les véhicules au GNV augmentent de 1,3% à 21% et les VUL électriques passent de 0,9% à 3,0%.

L'évolution du parc roulant de 2 roues reste marginale par rapport au reste du parc.

3.4.1.3 Directives limitant les émissions à l'échappement prises en considération et dates d'application

Le tableau suivant présente une synthèse des réglementations et des dates d'application des directives utilisées dans les estimations des émissions. Quand une réglementation est mise en place au cours d'une année n , les calculs sont effectués comme si la date d'application était le premier janvier de l'année $n + 1$. Ce décalage n'a pas d'incidence significative sur les résultats compte tenu des incertitudes affectant les données et les diverses hypothèses. L'hypothèse, consistant à anticiper l'introduction d'une nouvelle norme à hauteur de 30% l'année précédente à sa mise en place officielle, est prise en compte.

Le détail des directives limitant les émissions à l'échappement prises en compte dans le modèle de détermination des émissions du transport routier aux horizons 2020, 2030 et 2050 sont les suivantes :

- **Pour les véhicules particuliers :**

- La directive 91/441/CEE (ou directive Euro 1) du Conseil, du 26 juin 1991, modifiant la directive 70/220/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur.
- La directive 94/12 (ou directive Euro 2) du Parlement européen et du Conseil, du 23 mars 1994, relative aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur et modifiant la directive 70/220/CEE.
- La directive 98/69 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 relative aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur et modifiant la directive 70/220/CEE (qui fixe deux étapes Euro 3 (2000) et Euro 4 (2005)).
- Le règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil, du 20 juin 2007, relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules.
- Le règlement (CE) n° 692/2008 de la Commission du 18 juillet 2008 portant application et modification du règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules.
- Le règlement (UE) n° 459/2012 de la Commission du 29 mai 2012 modifiant le règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil ainsi que le règlement (CE) n° 692/2008 de la Commission en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6).
- Règlement UE 2016/646 portant modification du règlement (CE) 692/2008 en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6).
- Règlement UE 2017/1151 de la Commission du 1er juin 2017 complétant le règlement (CE) 715/2007 du Parlement européen et du Conseil relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, modifiant la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil, le règlement (CE) 692/2008 de la Commission et le règlement (UE) 1230/2012 de la Commission et abrogeant le règlement (CE) 692/2008.
- Le règlement (UE) n° 2019/631 du Parlement européen et du Conseil du 17 avril 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et pour les véhicules utilitaires légers neufs, et abrogeant les règlements (CE) n° 443/2009 et (UE) n° 510/2011.

- **Pour les véhicules utilitaires légers :**

- La directive 93/59 (ou directive Euro 1) du Conseil, du 28 juin 1993 modifiant la directive 70/220/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur.
- La directive 96/69 (ou directive Euro 2) du Parlement européen et du Conseil du 8 octobre 1996 modifiant la directive 70/220/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur.
- La directive 98/69 du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 1998 relative aux mesures à prendre contre la pollution de l'air par les émissions des véhicules à moteur et modifiant la directive 70/220/CEE (qui fixe deux étapes Euro 3 (2000) et Euro 4 (2005)).
- Le règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil, du 20 juin 2007, relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules.
- Le règlement (CE) n° 692/2008 de la Commission du 18 juillet 2008 portant application et modification du règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2007 relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules.
- Le règlement (UE) n° 459/2012 de la Commission du 29 mai 2012 modifiant le règlement (CE) n° 715/2007 du Parlement européen et du Conseil ainsi que le règlement (CE) n° 692/2008 de la Commission en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6).
- Règlement UE 2016/646 portant modification du règlement (CE) 692/2008 en ce qui concerne les émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 6).
- Règlement UE 2017/1151 de la Commission du 1er juin 2017 complétant le règlement (CE) 715/2007 du Parlement européen et du Conseil relatif à la réception des véhicules à moteur au regard des émissions des véhicules particuliers et utilitaires légers (Euro 5 et Euro 6) et aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, modifiant la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil, le règlement (CE) 692/2008 de la Commission et le règlement (UE) 1230/2012 de la Commission et abrogeant le règlement (CE) 692/2008.
- Le règlement (UE) n° 2019/631 du Parlement européen et du Conseil du 17 avril 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les voitures particulières neuves et pour les véhicules utilitaires légers neufs, et abrogeant les règlements (CE) n° 443/2009 et (UE) n° 510/2011.

- **Pour les poids lourds :**

- Directive 88/77/CEE du Conseil du 3 décembre 1987 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants provenant des moteurs Diesel destinés à la propulsion des véhicules, modifiée.
- La Directive 91/542/CEE du Conseil du 1er octobre 1991 ou directive "camion propre" modifiant la directive 88/77/CEE concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures contre les émissions de gaz polluants provenant des moteurs Diesel destinés à la propulsion des véhicules : EURO I (1994) et EURO II (1997).
- La Directive 1999/96/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 décembre 1999 concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel

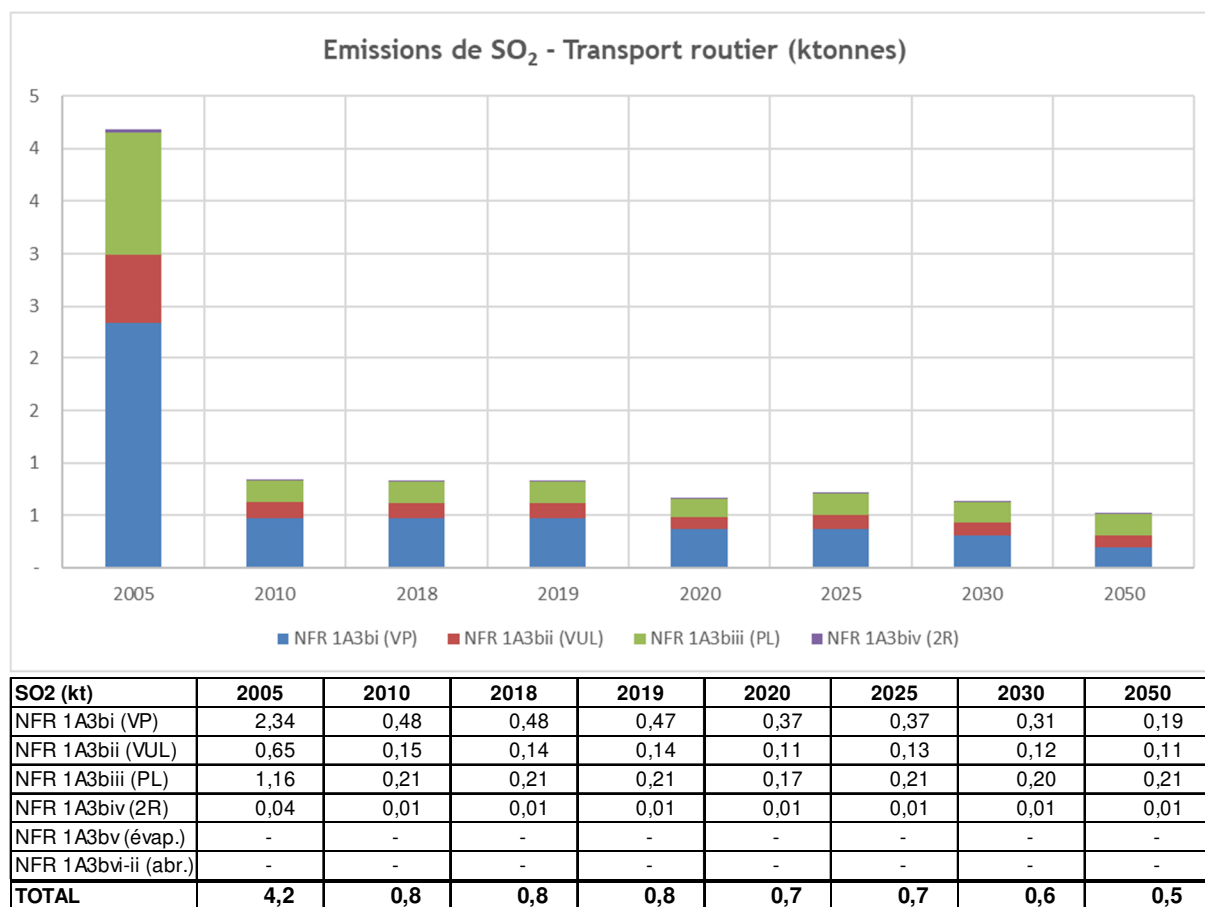
ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules, et modifiant la directive 88/77/CEE du Conseil qui fixe trois étapes EURO III (2002), EURO IV (2006) et EURO V (2009).

- La directive 2001/27/CE de la Commission du 10 avril 2001 portant adaptation au progrès technique de la directive 88/77/CEE du Conseil concernant le rapprochement des législations des États membres relatives aux mesures à prendre contre les émissions de gaz polluants et de particules polluantes provenant des moteurs à allumage par compression destinés à la propulsion des véhicules et les émissions de gaz polluants provenant des moteurs à allumage commandé fonctionnant au gaz naturel ou au gaz de pétrole liquéfié et destinés à la propulsion des véhicules.
 - Le règlement (CE) n° 595/2009 du Parlement européen et du conseil du 18 juin 2009 relatif à la réception des véhicules à moteur et des moteurs au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et à l'accès aux informations sur la réparation et l'entretien des véhicules, et modifiant le règlement (CE) n° 715/2007 et la directive 2007/46/CE, et abrogeant les directives 80/1269/CEE, 2005/55/CE et 2005/78/CE.
 - Le règlement (UE) n°582/2011 de la Commission du 25 mai 2011 portant modalités d'application et modification du règlement (CE) n°595/2009 du Parlement européen et du Conseil au regard des émissions des véhicules utilitaires lourds (Euro VI) et modifiant les annexes I et III de la directive 2007/46/CE du Parlement européen et du Conseil
 - Règlement (UE)2019/1242 du Parlement européen et du Conseil du 20 juin 2019 établissant des normes de performance en matière d'émissions de CO₂ pour les véhicules utilitaires lourds neufs et modifiant les règlements (CE) no 595/2009 et (UE) 2018/956 du Parlement européen et du Conseil et la directive 96/53/CE du Conseil
- **Pour les deux roues :**
 - Directive 97/24/CE du Parlement européen et du Conseil du 17 juin 1997 relative à certains éléments ou caractéristiques des véhicules à moteur à deux ou trois roues,
 - Directive 2002/51/CE du Parlement européen et du conseil du 19 juillet 2002 relative à la réduction du niveau des émissions de polluants provenant de véhicules à moteur à deux ou trois roues et modifiant la directive 97/24/CE,
 - Règlement (UE) n°168/2013 du Parlement européen et du conseil du 15 janvier 2013 relatif à la réception et à la surveillance du marché des véhicules à deux ou trois roues et des quadricycles.
- **Teneur en soufre des carburants :**
 - Directive 2003/17/CE du Parlement européen et du conseil du 3 mars 2003 modifiant la directive 98/70/CE concernant la qualité de l'essence et des carburants diesel.

Tableau 18 : Dates d'application des directives européennes prises en considération dans cette étude

VP	Euro 1 1993	Euro 2 1997	Euro 3 2001	Euro 4 2005	Euro 5 2011	Euro 6 2016	Euro 6c 2019	Euro 6d- TEMP 2020	Euro 6d 2021
VUL	Euro 1 1995	Euro 2 1997/1998	Euro 3 2001/2002	Euro 4 2005/2007	Euro 5 2011/2012	Euro 6 2015/2016	Euro 6c 2019/2020	Euro 6d- TEMP 2020/2021	Euro 6d 2021/2022
PL (yc Bus et cars)	EURO I 1994	EURO II 1997	EURO III 2002	EURO IV 2007	EURO V 2010	EURO VI 2014			
2 Roues	Euro 1 2000	Euro 2 2001/2005	Euro 3 2015/2007	Euro 4 2018/2017	Euro 5 2021				
Teneur en soufre du gazole	0.2 % en 1994 et 0.05 % en 1996 (Directive 97/351/01)	Directive 98/70 0.035% au 01/01/2000	Directive 98/70 0.005% au 01/01/2005		Directive 2003/17 0.001% au 01/01/2009				
Teneur en soufre de l'essence		Directive 98/70 0.015% au 01/01/2000	Directive 98/70 0.005% au 01/01/2005		Directive 2003/17 0.001% au 01/01/2009				

3.4.1.4 Evolution des émissions

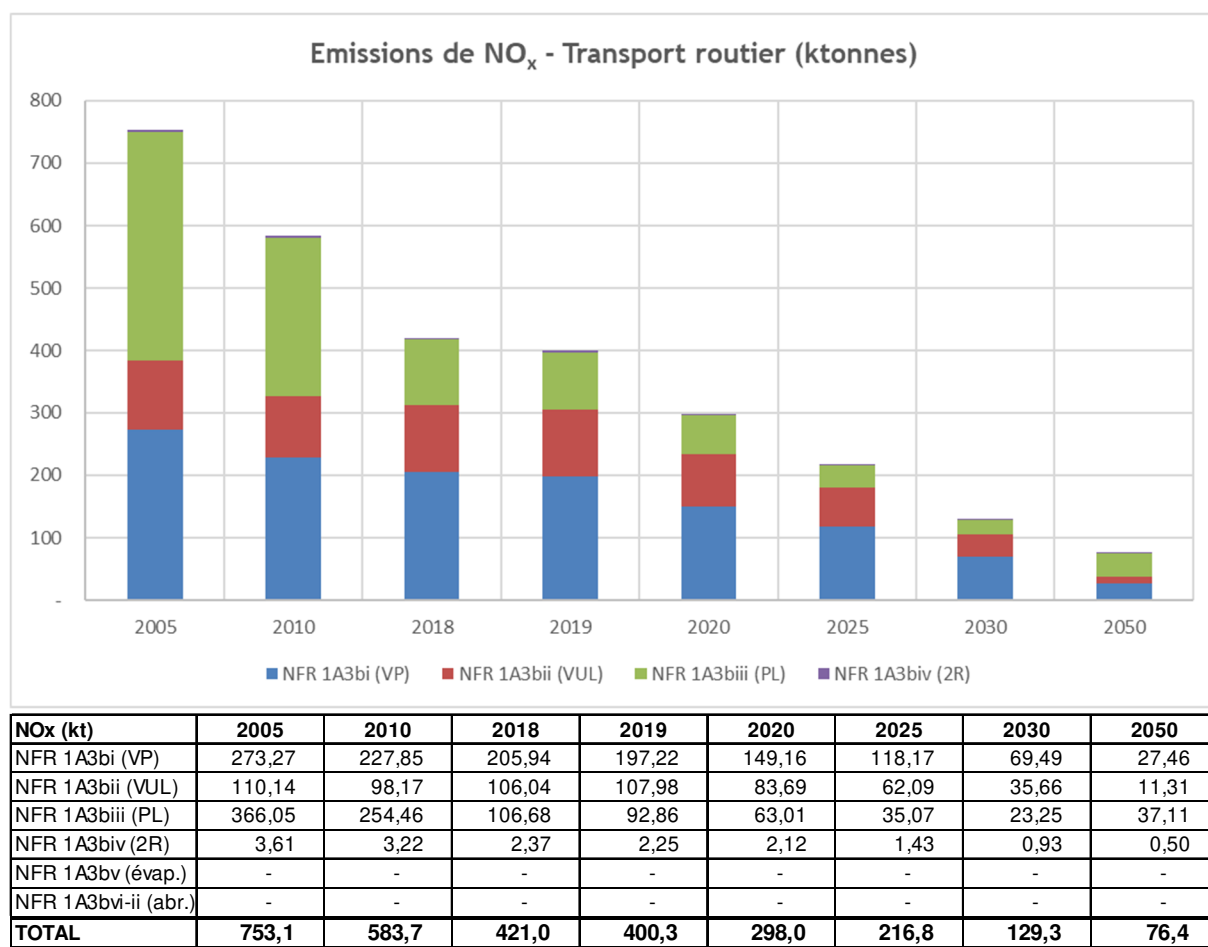


Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 26 : Evolution des émissions de SO₂ du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Le contexte sanitaire liée à l'épidémie de COVID-19 a eu un fort impact sur la tendance historique du transport routier avec la diminution de -21% du trafic entre 2019 et 2020.

L'évolution des émissions de SO₂ pour le scénario AME suit les évolutions du mix énergétique. Ces émissions diminuent globalement de 23% en 2030 et de 38% en 2050 par rapport à 2019. Par rapport à 2005, la réduction des émissions de NO_x est de 85% en 2030.

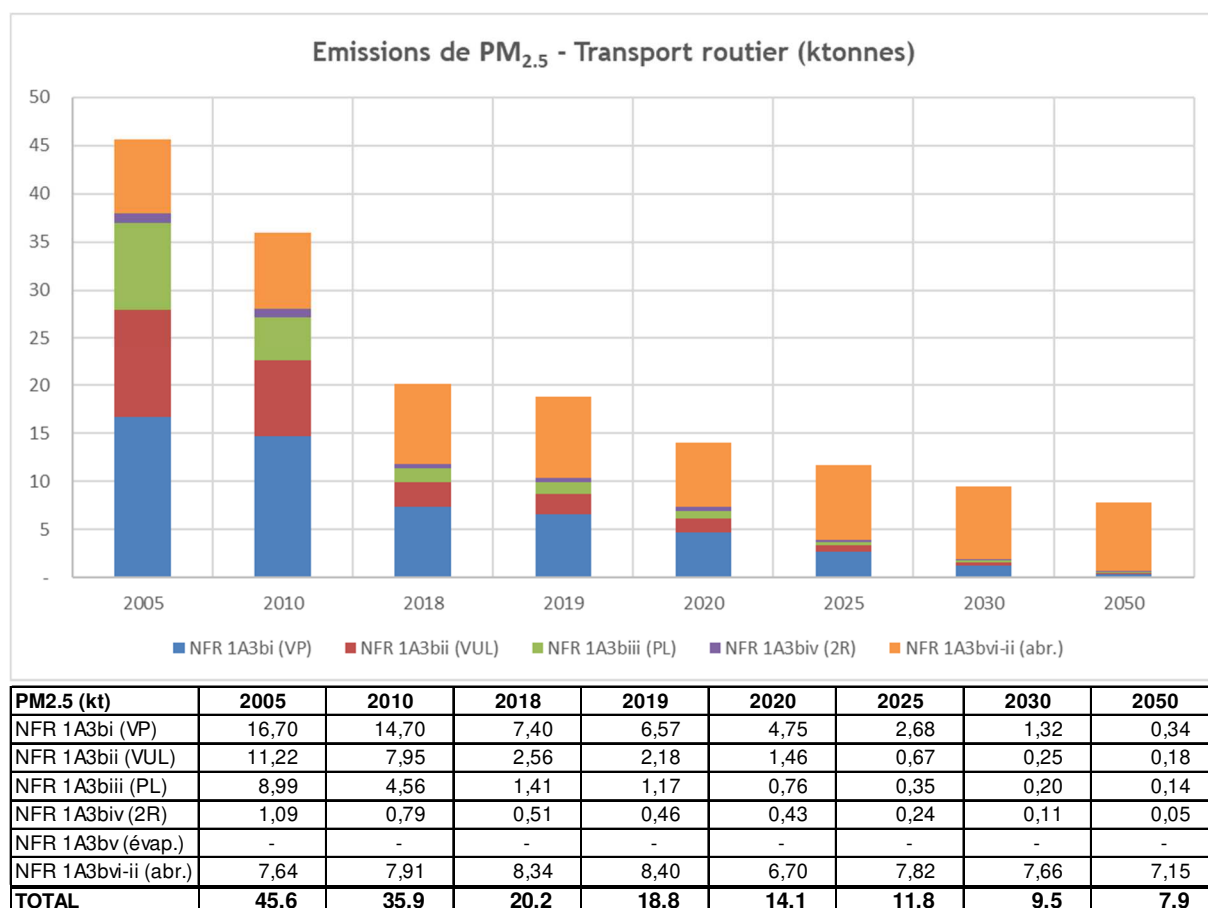


Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 27 : Evolution des émissions de NO_x du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Par rapport à 2005, les émissions de NO_x du transport routier diminuent de 71% en 2025 et de 83% en 2030. Ces réductions sont liées aux profondes modifications du mix énergétique décrites plus haut, à la réduction marquée de la croissance du trafic global (un trafic en 2030 à peine supérieur à celui de 2005 (+1%)) et la réduction des émissions apportées par les normes européennes les limitant.

L'impact des zones à faibles émissions (ZFE-m) (11 zones), de l'extension de la mesure aux flottes d'entreprises de plus de 100 véhicules, y compris les loueurs de flotte, des mesures fiscales décidées dans le cadre du PLF 2020 ou avant (bonus-malus, prime à la conversion, taxe sur les véhicules de société, dispositif de suramortissement des véhicules lourds) (ensemble de mesures incluses dans le scénario AME énergie climat considéré, voir chapitre 2.1.3) se reflète dans ces baisses des émissions.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 28 : Evolution des émissions de PM_{2,5} du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Par rapport à 2005, les émissions de PM_{2,5} du transport routier diminuent de 74% en 2025 et de 79% en 2030. Ces réductions sont liées aux profondes modifications du mix énergétique décrites plus haut, à la réduction marquée de la croissance du trafic global (un trafic en 2030 à peine supérieur à celui de 2005 (+1%)) et la réduction des émissions apportées par les normes européennes les limitant.

L'impact des zones à faibles émissions (ZFE) (11 zones), de l'extension de la mesure aux flottes d'entreprises de plus de 100 véhicules, y compris les loueurs de flotte, des mesures fiscales décidées dans le cadre du PLF 2020 ou avant (bonus-malus, prime à la conversion, taxe sur les véhicules de société, dispositif de suramortissement des véhicules lourds) (ensemble de mesures incluses dans le scénario AME énergie climat considéré, voir chapitre 2.1.3) se reflète dans ces baisses des émissions.

La moindre réduction des émissions de PM_{2,5} par rapport aux NO_x est due aux émissions de l'abrasion qui restent constantes entre 2005 et 2030 (liée à la baisse du trafic) tandis que celles liées à la combustion diminuent de -95% sur la même période.

La figure suivante présente la part des émissions de l'abrasion des routes, des freins, des pneus dans le bilan global. Cette part était de 17% en 2005, elle passe à 80% en 2030 et à 91% en 2050.

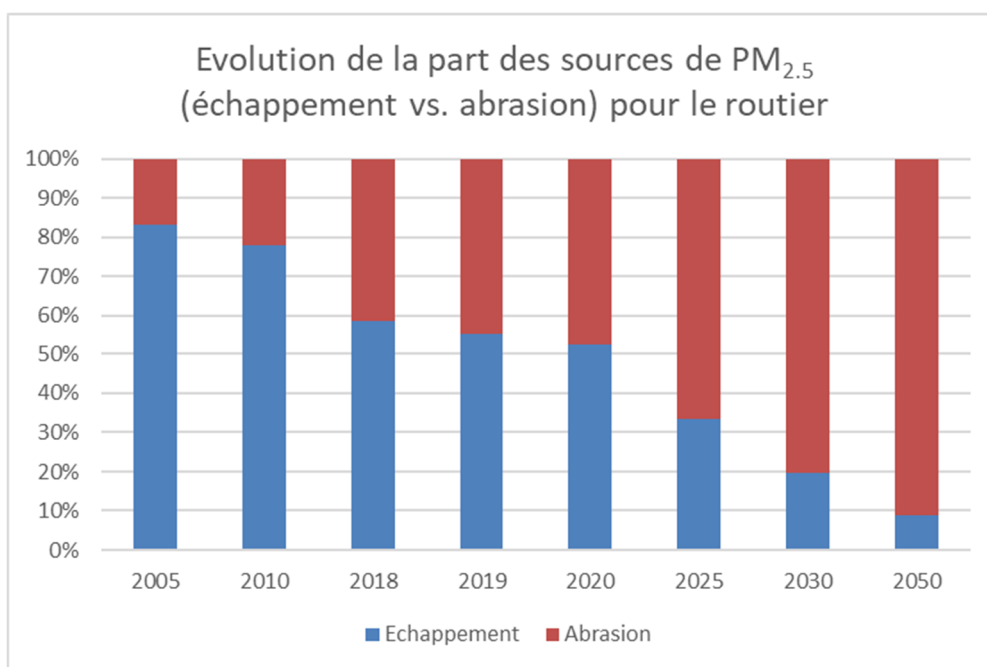
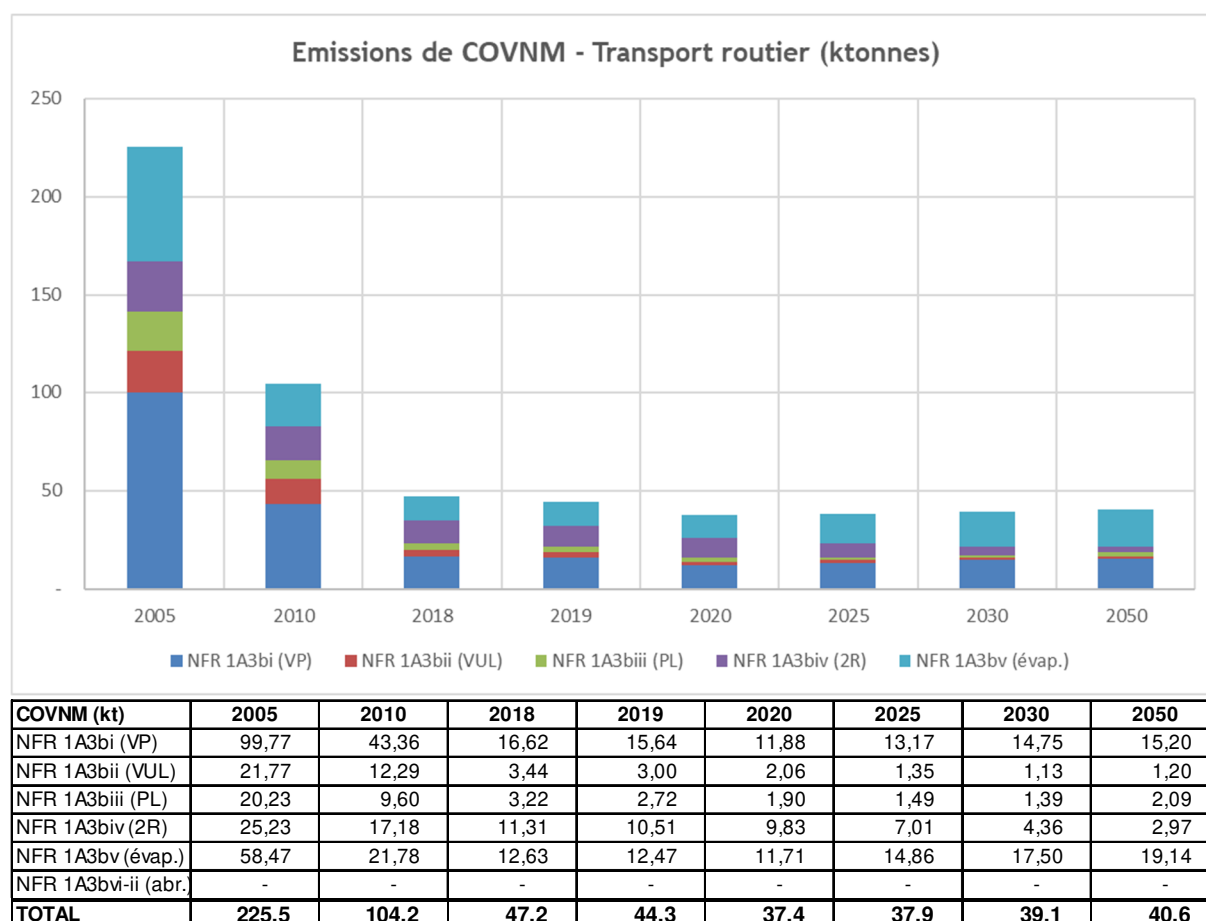


Figure 29 : Evolution des sources d'émissions de PM_{2.5} du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

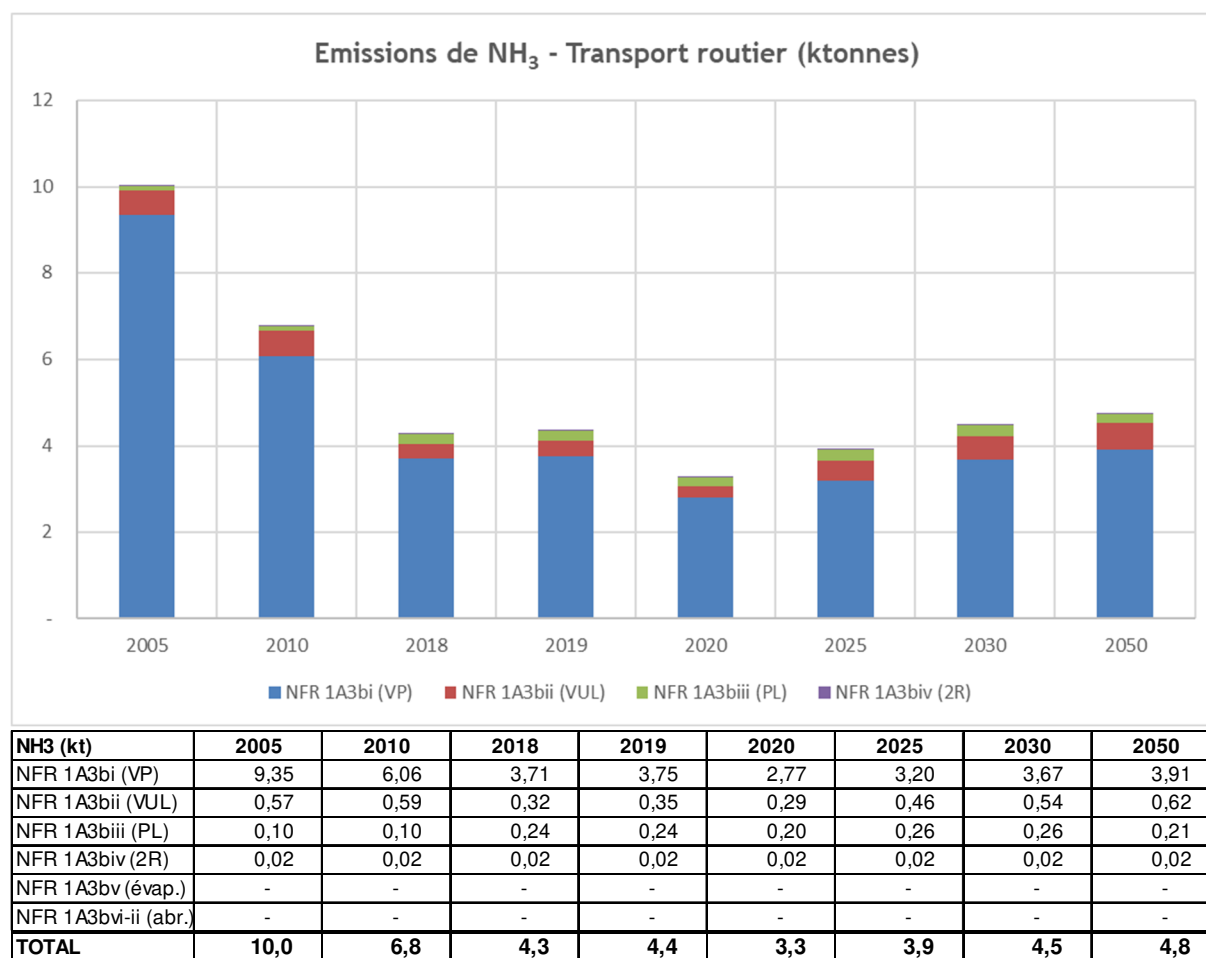


Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 30 : Evolution des sources d'émissions de COVNM du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Par rapport à 2005, les émissions de COVNM du transport routier diminuent de 83,2% en 2025 et de 82,6% en 2030. Ces réductions sont liées aux profondes modifications du mix énergétique décrites plus haut, à la réduction marquée de la croissance du trafic global (un trafic en 2030 à peine supérieur à celui de 2005 (+1%)) et la réduction des émissions apportées par les normes européennes les limitant.

Les émissions de COVNM diminuent de -8% entre 2019 et 2050. Ceci est dû aux émissions par évaporation qui augmentent de +54% tandis que celles liées à la combustion diminuent de -33%. La part de l'évaporation passe de 26% en 2005 à 45% en 2030.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 31 : Evolution des sources d'émissions de NH₃ du transport routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de NH₃ diminuent de +55% entre 2005 et 2030. Les émissions de NH₃ en 2030 sont cependant supérieures aux émissions de 2019, et augmentent ensuite jusqu'en 2050 (les niveaux d'émissions sont cependant très faibles). L'évolution des émissions de NH₃ suit le chemin inverse de l'évolution des émissions de NO_x pour les normes les plus récentes. En effet, depuis la norme Euro 6, le système classique de post-traitement comprend plusieurs éléments dont un catalyseur de réduction sélective catalytique (SCR) des NO_x. Comme conséquence, l'urée injectée pour le fonctionnement de la SCR se décompose en NH₃ qui sert d'agent réducteur des NO_x. Les augmentations des émissions de NH₃ est ainsi due à ce système (notamment pour les PL diesel) qui compense la diminution du trafic de véhicules diesel.

3.4.2 Autres transports (1A3a, 1A3c, 1A3d, 1A3e)

Le calcul des émissions de 2020 à 2050 reprend la méthodologie appliquée dans les inventaires nationaux et décrite dans le rapport OMINEA 2021²⁸.

3.4.2.1 Consommations d'énergie

Les Tableau 18 et Tableau 20 présentent l'évolution des consommations d'énergie pour le transport aérien (NFR 1A3a) et ferroviaire (NFR 1A3c). Les valeurs utilisées sont issues des travaux du MTECT pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Tableau 19 : Evolution des niveaux d'activités pour le transport aérien (NFR 1A3a), données MTECT (scénario AME 2021⁶)

kérosène (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Trafic domestique (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m)	215	99	208	203	205
Trafic international (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m)	1 018	469	986	961	971
Trafic domestique (croisière - partie du vol > 1000 m)	568	149	588	605	665
Trafic international (croisière - partie du vol > 1000 m)	5 297	1 388	5 480	5 638	6 192
essence aviation (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Trafic domestique (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m)	2,0	0,8	1,8	1,7	1,7
Trafic international (cycle d'atterrissage/décollage - partie du vol < 1000 m)	14	6	13	12	12
Trafic domestique (croisière - partie du vol > 1000 m)	0,4	0,1	0,4	0,4	0,4
Trafic international (croisière - partie du vol > 1000 m)	1,2	0,3	1,2	1,3	1,4

Tableau 20. Evolution des niveaux d'activités pour le transport ferroviaire, données MTECT (scénario AME 2021⁶)

	2019	2020	2025	2030	2050
gazole + biogazole (Mtep)	0,137	0,113	0,152	0,152	0,152
Kilomètres tous trains	426 787 368	354 233 516	462 381 812	462 381 812	462 381 812
Kilomètres trains marchandises	63 240 865	51 586 515	55 556 029	48 959 630	68 398 664
Kilomètres trains électriques	331 562 313	294 032 590	381 534 557	381 534 557	381 534 557

Le tableau suivant présente l'évolution des consommations de carburant pour le transport fluvial, le transport maritime et les bateaux de plaisance (NFR 1A3d). Les données utilisées sont issues des travaux de la DGEC pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Tableau 21 : Evolution des consommations de carburants en MTECTp pour : le transport fluvial, le transport maritime et les bateaux de plaisance, données MTECT (scénario AME 2021⁶)

Mtep	2019	2020	2025	2030	2050
Fluvial					
<i>gazole + biogazole</i>	0,062	0,037	0,043	0,041	0,055
Maritime					
<i>FOL domestique</i>	0,011	0,011	0,011	0,011	0,011
<i>FOL internationale</i>	1,54	1,29	1,28	1,27	1,21
<i>DML domestique</i>	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
<i>DML internationale</i>	0,142	0,119	0,118	0,117	0,112
Bateaux de plaisance					
<i>gazole + biogazole</i>	0,059	0,059	0,059	0,059	0,059
<i>essence + bioessence</i>	0,298	0,298	0,298	0,298	0,298
<i>huile énergétique</i>	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

Les spécifications des inventaires d'émissions au format CCNUCC pour les gaz à effet de serre et au format CEE-NU pour les polluants requièrent une décomposition des trafics maritime, fluvial et aérien en sous-ensembles relatifs :

- Au trafic domestique, liaisons entre deux ports ou aéroports d'un même pays ;
- Au trafic international, liaisons entre deux ports ou aéroports dont l'un est situé dans un pays étranger.

Le rapport OMINEA 2021²⁸ présente la méthodologie appliquée pour différencier les trafics domestique et international.

3.4.2.2 Facteurs d'émission considérés

Les facteurs d'émission issus de la dernière édition de l'inventaire sont retenus comme référence pour les différents secteurs du transport, hors routier, en considérant l'impact de différents règlements.

Les émissions de la navigation fluviale, du trafic ferroviaire et des bateaux de plaisance sont réglementées par le règlement EMNR²⁴ (voir section 3.2.2.1 EMNR).

Pour les activités maritimes, l'Organisation Maritime Internationale a fixé une teneur en soufre dans tous les carburants (hors zone SECA) à 0,5% maximum à partir de 2020. Cette teneur est donc prise en compte dans les projections pour toutes les consommations de fioul lourd. D'autre part, l'étude ECAMED (Citepa, Ineris, Plan bleu, Cérema pour le MTECT, 2018³²) présente une relation entre les teneurs en soufre des carburants utilisés dans les navires et le taux d'émissions de poussières. Pour des carburants passant de 1,5% en S à 0,5% en S, le facteur de réduction de poussière est de 1,8. Pour les autres polluants, les facteurs d'émission issus de la dernière édition de l'inventaire sont retenus¹⁸.

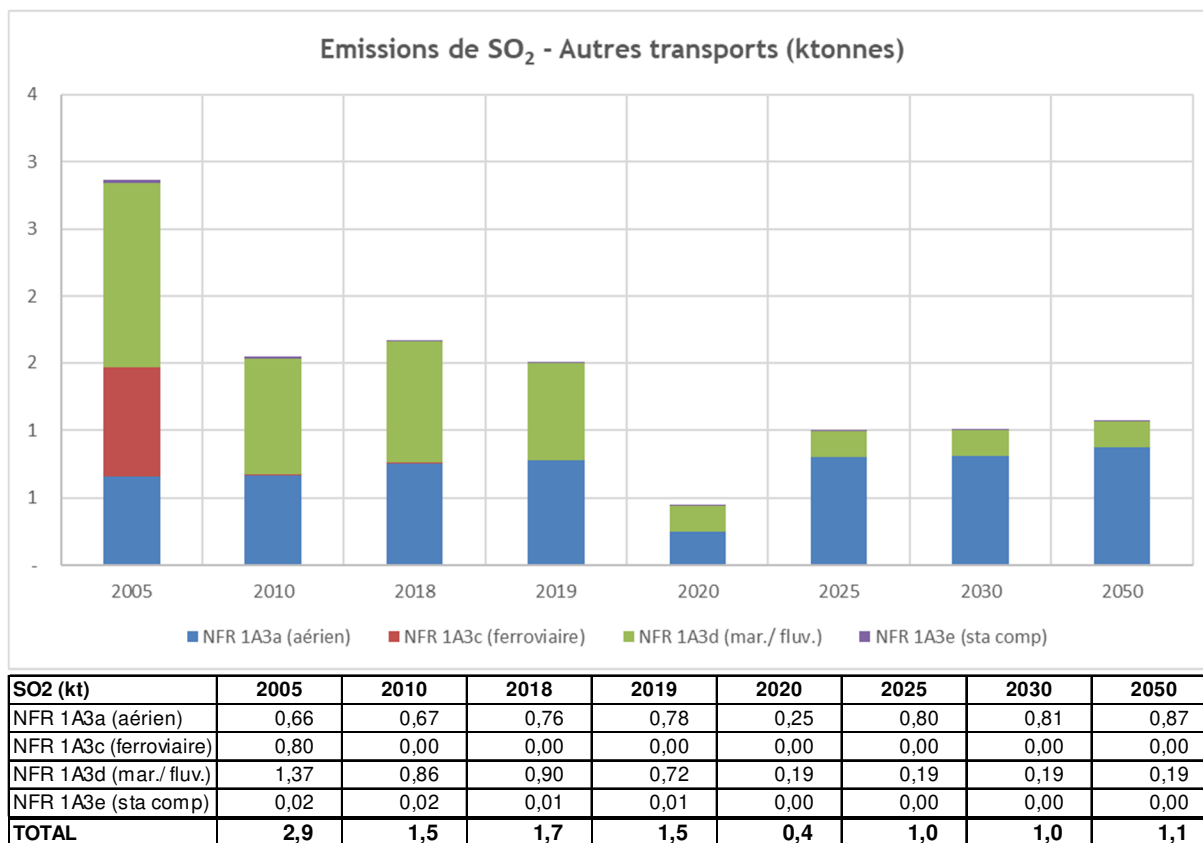
Pour le trafic aérien, les facteurs d'émission issus de la dernière édition de l'inventaire¹⁸ sont retenus.

Pour les stations de compression, les facteurs d'émission issus de la dernière édition¹⁸ de l'inventaire sont retenus.

³² https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ECAMED_r|@sum|@-FR_VF.pdf

3.4.2.3 Evolution des émissions

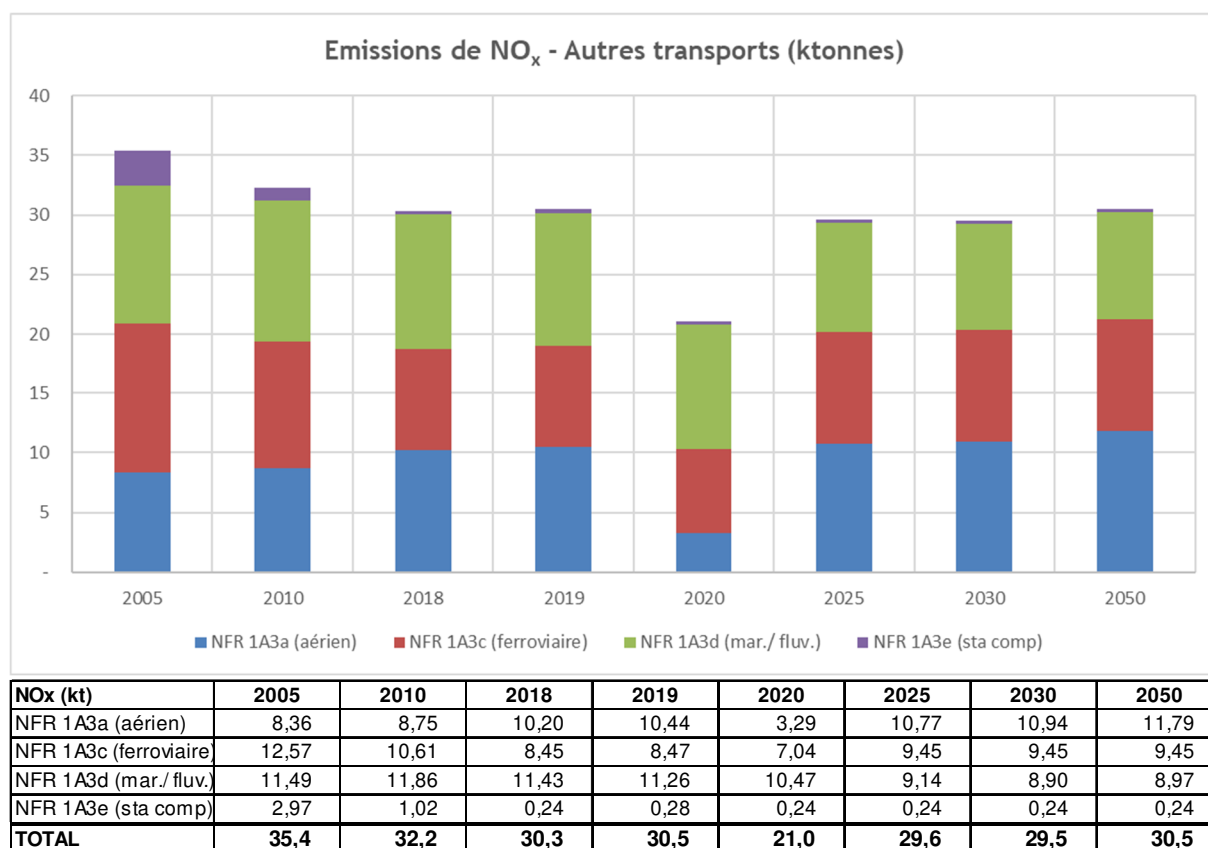
Le contexte sanitaire liée à l'épidémie de COVID-19 a eu un fort impact sur la tendance des émissions de ces secteurs du transport (hors routier). L'évolution des émissions suit globalement l'évolution des consommations avec une forte diminution entre 2019 et 2020, et une augmentation en 2025 par rapport à 2020.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 32 : Evolution des émissions de SO₂ des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de SO₂ diminuent globalement de 65% en 2030 par rapport à 2005 selon le scénario AME.

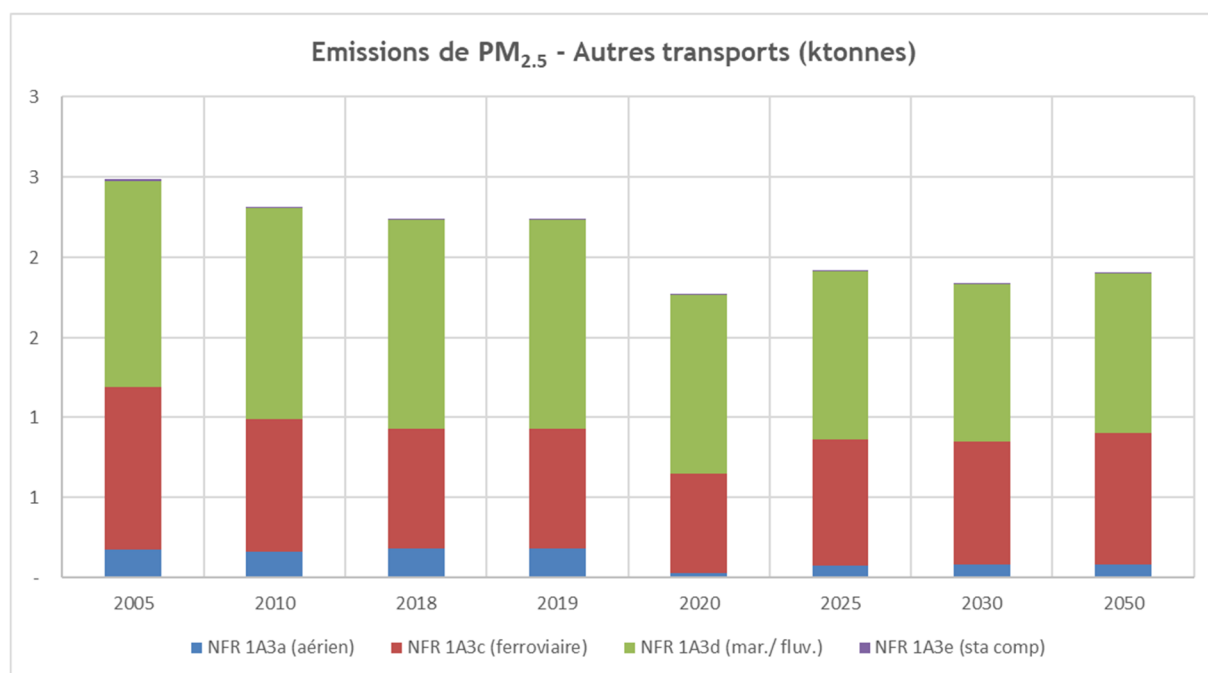


Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 33 : Evolution des émissions de NO_x des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de NO_x des transports hors routier diminuent de 17% entre 2005 et 2030. Les émissions de NO_x en 2050 sont au même niveau que celles de 2019 (30,46 kt).

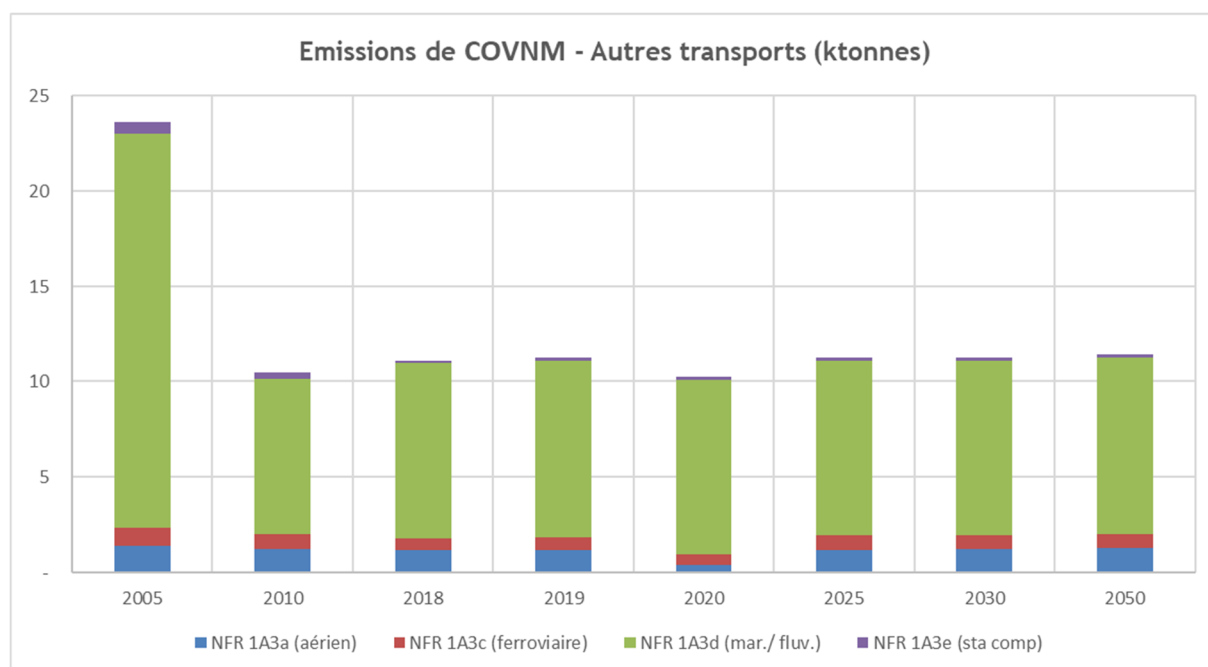
En 2030, les émissions de NO_x de l'aérien augmentent de +31% par rapport à 2005. Les émissions du ferroviaire diminuent de 25% par rapport à 2005 mais sont constantes après 2025. Les émissions du maritime et du fluvial diminuent de 23% sur la même période.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 34 : Evolution des émissions de PM_{2.5} des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de PM_{2.5} en 2030 diminuent de 26% par rapport à 2005. Par rapport à 2019, les émissions de PM_{2.5} du ferroviaire augmentent de +3% en 2030, notamment liée à l'abrasion. Les émissions de l'aérien, du maritime/fluvial et des stations de compression diminuent respectivement de 58%, 24% et 16%.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 35 : Evolution des émissions de COVNM des transports hors routier en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

Les émissions de COVNM diminuent de 52% en 2030 par rapport à 2005. Les émissions de COVNM restent relativement stables entre 2019 et 2030. Les émissions de l'aérien et du ferroviaire augmentent de +3% et +12% respectivement, tandis que celles du maritime/fluvial restent stables (1%) et celles des stations de compression diminuent de 16%.

3.5 Emissions fugitives liées aux combustibles (NFR 1B)

Cette catégorie comporte des sources d'émissions très variées dont certaines n'ont qu'un impact mineur au niveau des émissions nationales.

Les méthodologies et hypothèses des émissions fugitives liées au raffinage du pétrole sont expliquées dans la section liée à cette activité (cf. section 3.3).

3.5.1 Emissions fugitives liées aux combustibles solides (NFR 1B1)

▪ Stockage des combustibles solides

Pour les projections, il a été supposé que l'activité évolue en fonction de la consommation nationale de charbon fournie par les bilans énergétiques du MTECT pour les années 2020 à 2050 dans le scénario AME 2021⁶ (diminution progressive). Les émissions de poussières de la dernière année disponible dans l'inventaire évoluent donc en fonction.

▪ Emissions fugitives liées aux fours à coke

L'activité de ce secteur suit l'évolution de la production d'acier à oxygène. Il n'est pas prévu d'amélioration supplémentaire sur le process et les niveaux d'émission des TSP comparativement à la dernière année disponible dans l'inventaire, les FE de 2019 sont donc conservés jusqu'en 2050.

3.5.2 Emissions fugitives liées aux combustibles liquides et du gaz naturel (NFR 1B2)

3.5.2.1 Combustibles liquides (1B2a)

Extraction de pétrole

Il subsiste en France une activité marginale d'extraction de pétrole brut. Cette activité entraîne des émissions de COVNM du fait de l'extraction et de la distribution de ce brut.

L'activité considérée est la production annuelle de brut. Elle est en déclin depuis 1990. Dans les projections, la production de pétrole brut évolue selon les données du scénario AME 2021 énergie climat⁶ (constante jusqu'en 2030 puis nulle en 2050). Cette production est marginale face à la consommation de produits pétroliers en France ou même à la quantité de brut traité dans les raffineries françaises.

Les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ sont utilisés pour estimer les émissions jusqu'en 2050.

Terminaux de navires

Pour les terminaux pétroliers, les émissions de COVNM ont lieu lors des opérations de chargement, déchargement et stockage. L'activité évolue en fonction de la consommation nationale de « pétrole raffiné » issue des bilans énergétiques complets fournis par le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ sont utilisés pour estimer les émissions jusqu'en 2050.

Autres manutentions et stockages

Pour l'activité « manutention et stockage des combustibles liquides » autres que l'essence (gazole, FOD et FOL) et hors terminaux pétroliers, les émissions évoluent proportionnellement à la consommation nationale de « pétrole raffiné » issue des bilans énergétiques complets fournis par le MTECT pour le scénario AME 2021⁶.

Les émissions de COVNM ont fortement baissé depuis 1990 suite à la mise en œuvre de réglementations. Aucune hypothèse additionnelle n'a été prise en compte pour les années projetées.

Les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national sont utilisés pour estimer les émissions jusqu'en 2050.

Distribution de l'essence

Transport et dépôts hors stations-service

Pour le transport de carburant et les dépôts, l'arrêté du 8 décembre 1995 ou stage I s'applique. En 2005, tous les dépôts étaient déjà conformes à cette réglementation. Les émissions évoluent donc proportionnellement à la consommation nationale d'essence fournie dans les scénarios énergétiques par le MTECT pour le scénario AME 2021⁶.

Stations-service

La nomenclature des installations classées a été modifiée par le décret n°2010-367 du 13 avril 2010 créant la rubrique 1435 pour les stations-service. Les arrêtés du 15 avril 2010 listés ci-après, imposent les prescriptions présentées dans le tableau suivant :

- Arrêté du 15/04/10 modifié relatif aux prescriptions générales applicables aux stations-service relevant du régime de l'enregistrement au titre de la rubrique n°1435 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement³³,
- Arrêté du 15/04/10 relatif aux prescriptions générales applicables aux stations-service soumises à déclaration sous la rubrique n°1435 de la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement³⁴.

Les dispositions réglementaires sont les suivantes :

Tableau 22 : Exigences des arrêtés de 2010 pour les stations-service

Type de station	Volume de carburant essence distribué	Taux d'efficacité	Délai de mise en conformité
Installation nouvelle (enregistrée après le 16 avril 2010)	< 500 m ³ /an sauf sous habitat	néant	Sans objet
	Sous habitat quel que soit le volume	Interdit	Interdit
	> 500 m ³ /an	90%	Dès la mise en service
Installation existante (enregistrée avant le 16 avril 2010)	< 500 m ³ /an sauf sous habitat	néant	Sans objet
	500 à 1000 m ³ /an antérieure au 05/07/01	80%	01/01/2016
	500 à 1000 m ³ /an postérieure au 05/07/01 ou changement substantiel après	80%	Déjà applicable

³³ https://aida.ineris.fr/consultation_document/4121

³⁴ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000022097909/>

Type de station	Volume de carburant essence distribué	Taux d'efficacité	Délai de mise en conformité
	1000 à 3000 m ³ /an antérieure au 05/07/01	80% 90%	01/01/2016 01/01/2020
	1000 à 3000 m ³ /an postérieure au 05/07/01 ou changement substantiel après	80% 90%	Déjà applicable 01/01/2020
	> 3000 m ³ /an antérieure au 05/07/01	80% 90%	Déjà applicable 01/01/2020
	Sous habitat quel que soit le volume	90%	01/01/2020

Cette réglementation est prise en compte dans le scénario AME.

Plusieurs sources d'émissions de COVNM contribuent au facteur d'émission final des stations-service : le remplissage des cuves des stations-service, le remplissage des réservoirs automobiles et les éclaboussures. Pour ces trois sources, les taux d'émissions sans mesure de réduction sont issus du guidebook EMEP 2019¹⁵.

La mise en œuvre des réglementations a permis l'introduction du stage I et II. A partir des FE fournis par le guidebook EMEP 2019¹⁵, le FE du remplissage des cuves de stations-service pour le stage I est défini en considérant l'efficacité requise par l'arrêté du 8/12/1995 et celui du remplissage des réservoirs des automobiles pour le stage II par les taux d'efficacité requis par les arrêtés du 15/04/2010.

	Sans Réd.	Stage I	Stage I + II Efficacité 60%	Stage I + II Efficacité 65%	Stage I + II Efficacité 70%	Stage I + II Efficacité 75%	Stage I + II Efficacité 80%	Stage I + II Efficacité 85%	Stage I + II Efficacité 90%
	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.	g / t ess.
Remplissage réservoirs station-service (stage I)	1 155	100	100	100	100	100	100	100	100
Remplissage réservoirs automobiles (stage II)	1 583	1 583	633	554	475	396	317	237	158
Eclaboussure	86	86	86	86	86	86	86	86	86
FE global	2 824	1 768	819	740	660	581	502	423	344

Les arrêtés de 2010 indiquent une efficacité de 80 à 90% au plus tard en 2020 correspondant à l'application d'un stage II.

Dans l'inventaire national¹⁸, toutes les stations-service sont supposées être équipées en stage I depuis 2010. Il est observé qu'en 2019 toutes les stations-service concernées par les arrêtés (volume annuel de carburant distribué supérieur à 500 m³) sont déjà équipées en stages I+II, avec une faible part d'installations ayant une efficacité de 80%. Ainsi, à partir de 2020, le FE à 85% d'efficacité est considéré pour toutes les installations concernées.

Les quantités d'essence distribuée en stations-service évoluent selon les quantités d'essence attribuées aux transports dans les bilans énergétiques du scénario AME 2021 énergie climat⁶.

3.5.2.2 Gaz naturel (1B2b)

La distribution de gaz naturel est émettrice de COVNM du fait de fuites lors de son passage dans les pipelines ou les réseaux de distribution. L'activité prise en compte pour quantifier ces émissions est l'évolution de la consommation nationale de gaz naturel (dont biométhane). Cette consommation est fournie par le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Les facteurs d'émission retenus sont ceux de 2019 provenant de la dernière édition de l'inventaire national.

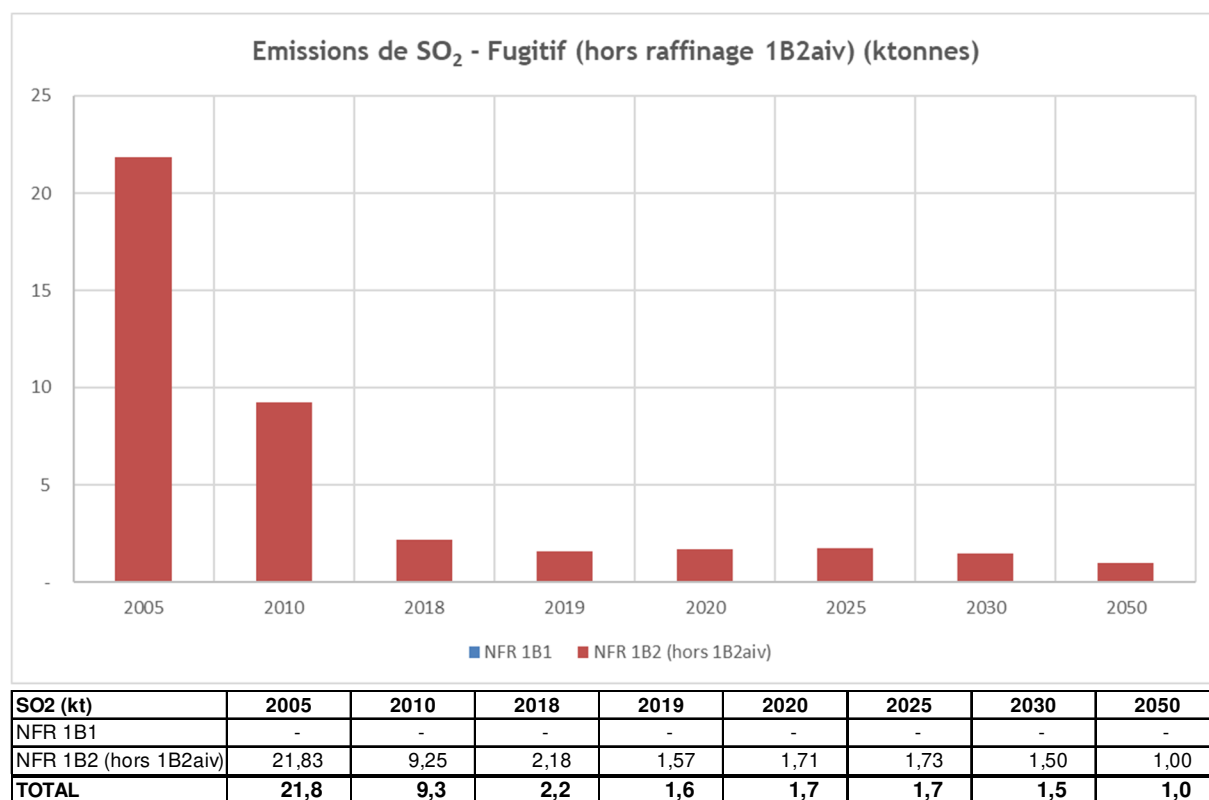
3.5.2.3 Torçage (1B2c)

En ce qui concerne les torchères dans les procédés de raffinerie, les émissions sont estimées en fonction de la quantité de brut traité, qui est définie dans les bilans énergétiques réalisés par le MTECT. Aucun progrès n'est attendu sur les niveaux d'émissions de ces installations, les FE de la dernière édition de l'inventaire¹⁸ sont donc retenus pour les projections (moyenne des FE de 2018 et 2019).

En ce qui concerne le torchage, les activités évoluent en fonction de la quantité de pétrole produite pour l'extraction de pétrole, de la quantité de pétrole raffiné pour les raffineries, de la disponibilité de gaz naturel fossile pour l'extraction de gaz naturel et de la consommation nationale de gaz naturel pour le transport du gaz naturel en terminaux méthaniers. Les facteurs d'émission retenus sont les FE de 2019 provenant de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸.

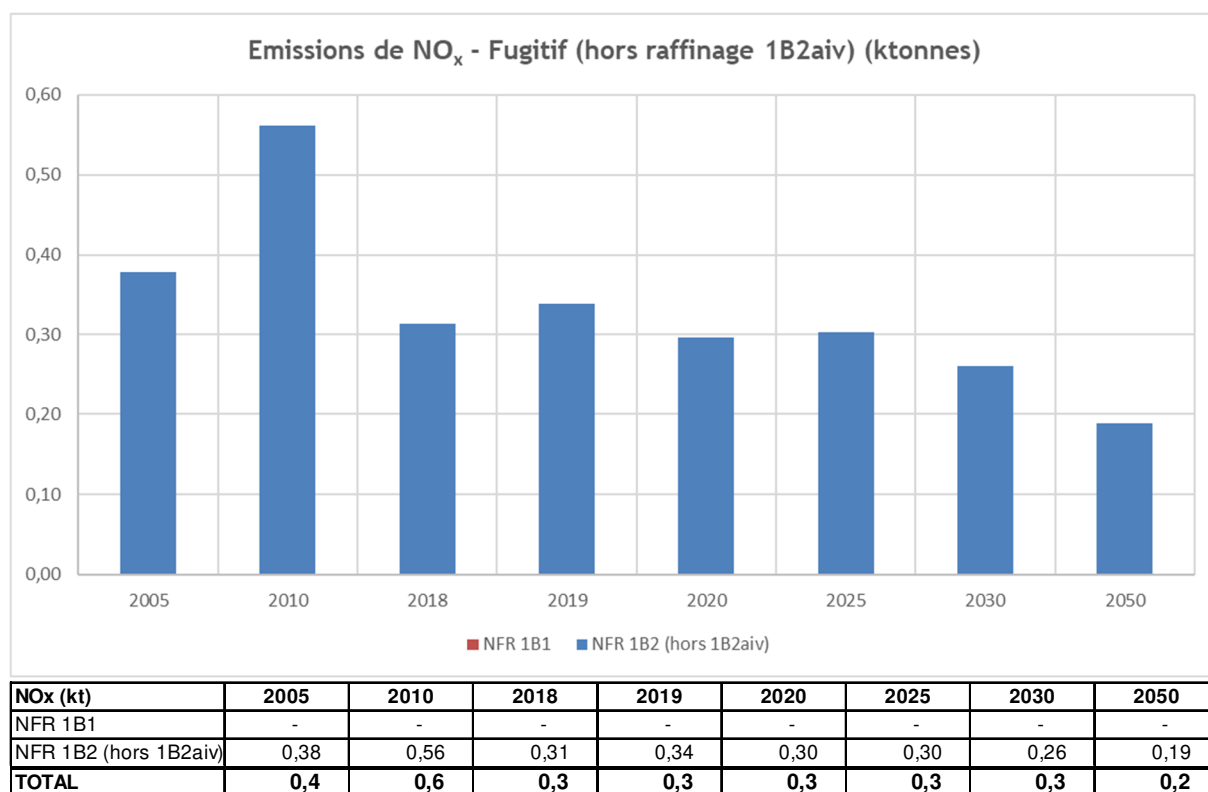
3.5.3 Evolution des émissions

Les graphiques ci-après présentent l'évolution des émissions fugitives liées à la production, extraction, transformation et distribution des combustibles fossiles hors raffinage (i.e., NFR 1B2aiv), qui est déjà traité dans la section correspondante (chapitre 3.3).



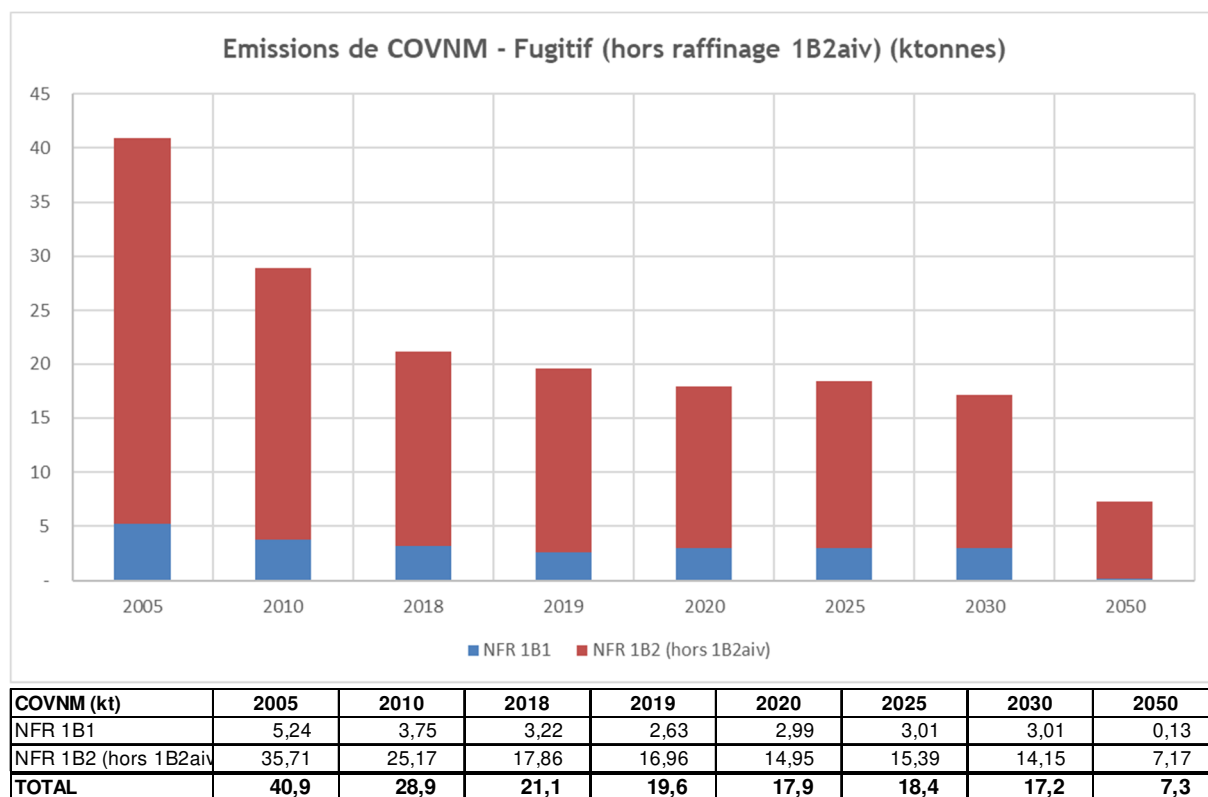
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 36 : Evolution des émissions fugitives de SO₂ liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



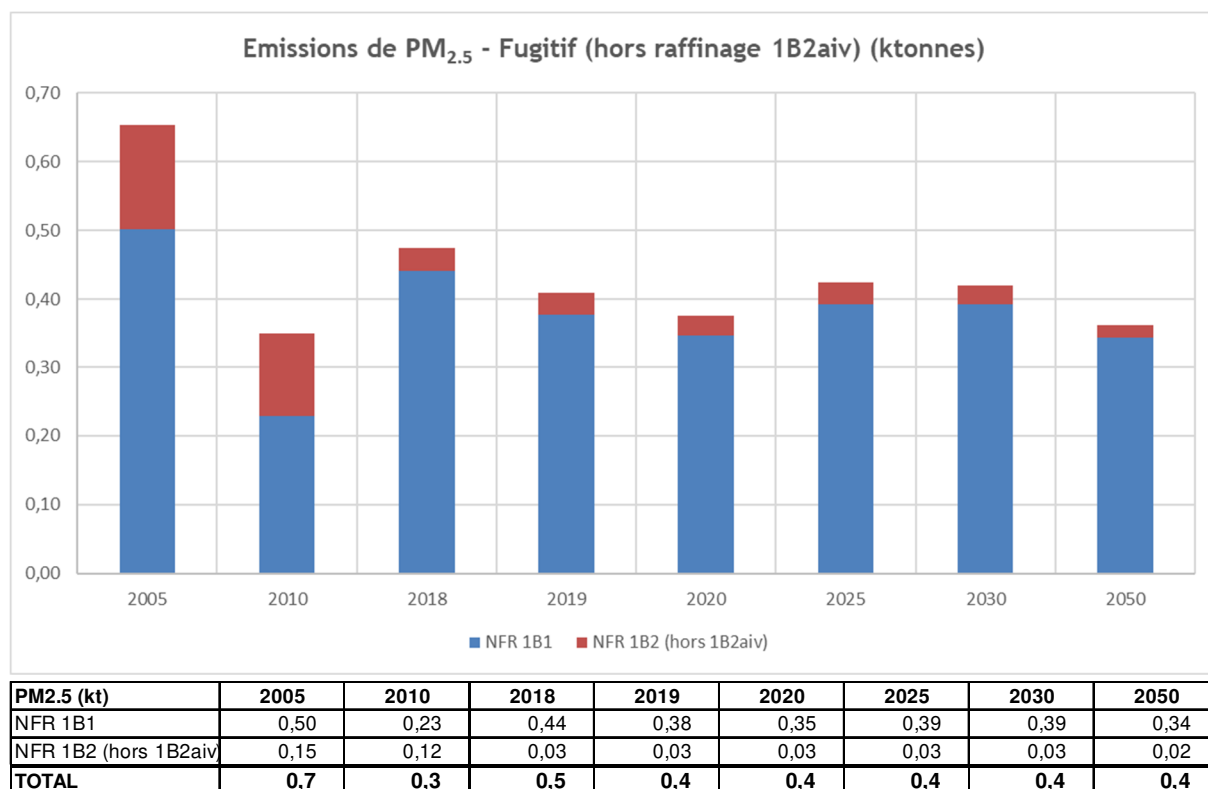
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 37 : Evolution des émissions fugitives de NO_x liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 38 : Evolution des émissions fugitives de COVNM liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 39 : Evolution des émissions fugitives de PM_{2,5} liées aux combustibles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

3.6 Procédés Industriels et Utilisation de Produits (NFR 2)

3.6.1 NFR 2A - Produits minéraux

Plusieurs activités sont à l'origine d'émission de poussières. Les hypothèses suivantes sont considérées :

- Exploitation de carrières

Aucune hypothèse n'a été considérée pour les projections de cette activité. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

- Chantiers et BTP

Aucune hypothèse n'a été considérée pour les projections de cette activité. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

- Manipulation des stocks de matières premières

L'activité de cette source est la production totale de produits minéraux. Les projections d'activités sont basées sur l'évolution des productions de clinker et de verre du scénario AME 2021⁶.

3.6.2 NFR 2B - Chimie

Un grand nombre d'activités différentes sont incluses dans le secteur chimie. Pour la plupart des activités, aucune hypothèse particulière n'a été considérée pour les projections. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

A l'exception des activités suivantes :

- Production d'acide nitrique

Une évolution des productions d'acide nitrique avait été proposée par la profession jusqu'à 2030 pour le précédent exercice de projections 2018⁹. Cette méthodologie a été reportée pour le nouvel exercice de projections.

Tableau 23 : Evolution de la production d'acide nitrique considérée

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Acide nitrique	1 860	1 858	1 558	1 258	1 258

Pour les niveaux d'émissions de NO_x, le BREF sur les « Large Volume Inorganic Chemicals (LVIC) - Ammonia, Acids and Fertilizers », publié en août 2007³⁵, définit la valeur haute des NEA-MTD NO_x pour la production d'acide nitrique à 90 ppmv. Un facteur de conversion de volume de fumée standard par tonne produite de 3100 à 3300 Nm³/t est proposé dans le BREF, dont la valeur haute est retenue. Ensuite, pour chaque producteur d'acide nitrique, la valeur haute des NEA-MTD, convertie en FE en g/t, est comparée au niveau d'émission de la dernière édition d'inventaire¹⁸, et la valeur la plus faible est retenue. Ainsi, après la mise en conformité, un FE moyen est recalculé entre les sites déjà

³⁵ Reference Document on Best Available Techniques for the Manufacture of Large Volume Inorganic Chemicals - Solids and Others industry August 2007. https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/lvic-s_bref_0907.pdf

conformes et ceux non-conformes auxquels on applique la valeur haute du NEA-MTD. Ce FE moyen respectant le niveau d'émission des MTD est appliqué à partir de 2025.

Il n'est pas prévu d'amélioration supplémentaire sur les niveaux d'émission de NH₃ de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸, le FE de 2019 est donc conservé jusqu'en 2050.

▪ Production d'ammoniac :

Dans le scénario AME 2021⁶, la production d'ammoniac a été déterminée par les travaux du MTECT et évolue comme suit :

Tableau 24 : Evolution de la production d'ammoniac considérée (scénario AME 2021 énergie climat⁶)

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Ammoniac	1 075	986	1 123	1 123	1 123

Pour les niveaux d'émissions de NO_x, le BREF sur « Large Volume Inorganic Chemicals (LVIC) - Ammonia, Acids and Fertilizers », publié en août 2007³⁵, définit la valeur haute des NEA-MTD NO_x pour la production d'ammoniac à 320 g/t.

La valeur haute des NEA-MTD en g/t est comparée au FE de la dernière édition d'inventaire¹⁸, et la valeur la plus faible est retenue pour les projections et appliquée à partir de 2025.

Il n'est pas prévu d'amélioration supplémentaire sur les niveaux d'émission de NH₃ et COVNM de la dernière année disponible dans l'inventaire, les FE de 2019 sont donc conservés jusqu'en 2050.

▪ Vapocraqueur : production d'éthylène et de propylène

Dans le scénario AME, la production d'éthylène et propylène évolue en fonction des données de production fournies par le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

Tableau 25 : Evolution de la production d'éthylène et de propylène considérée (scénario AME 2021⁶)

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Ethylène & propylène	4 024	3 692	4 203	4 203	4 203

Pour les niveaux d'émissions de NO_x, la Décision d'exécution (UE) 2017/2117 de la Commission du 21 novembre 2017 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) dans le secteur de la chimie organique à grand volume de production, publiées en décembre 2017³⁶, définit une valeur haute des NEA-MTD NO_x pour la production d'éthylène et propylène à 200 mg/Nm³.

Ainsi, pour chaque site de vapocraquage, la valeur haute des NEA-MTD NO_x est comparée au niveau d'émissions de NO_x de chaque site en 2019. Si un site n'est pas conforme avec la valeur haute des NEA-MTD, la réduction associée après mise en conformité est estimée et, enfin, un FE moyen est recalculé entre les sites déjà conformes et ceux non-conformes auxquels on applique la valeur haute des NEA-MTD. Ce FE moyen respectant la valeur haute des NEA-MTD est appliquée à partir de 2025, jusqu'en 2050.

Il n'est pas considéré d'amélioration sur les niveaux d'émission de COVNM, SO₂ et PM, comparativement à la dernière année disponible dans l'inventaire, qui sont donc conservés jusqu'en 2050.

▪ Production de chlore :

La production de chlore évolue en fonction des données de production fournies par le scénario AME 2021⁶.

Tableau 26 : Evolution de la production de chlore considérée (scénario AME 2021⁶)

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Chlore	956	877	998	998	998

Il n'est pas considéré d'amélioration sur le process et les niveaux d'émission de COVNM de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont donc conservés jusqu'en 2050.

▪ Production d'acide sulfurique :

Dans le scénario AME, la production d'acide sulfurique est considérée constante à la dernière année de l'inventaire (2019), jusqu'en 2050, par manque d'information sur l'évolution de l'activité.

Pour les niveaux d'émissions de SO₂, le BREF sur les « Large Volume Inorganic Chemicals (LVIC) - Ammonia, Acids and Fertilizers », publié en aout 2007³⁵, définit la valeur haute des NEA-MTD SO₂ pour la production d'acide sulfurique à 600 mg/Nm³.

Pour chaque producteur d'acide sulfurique, la valeur haute des NEA-MTD est comparée à la concentration de SO₂ mesurée et déclarée dans la plateforme Gerep pour 2019. Si un site ne respecte pas la valeur haute des NEA-MTD, la réduction associée après mise en conformité est estimée et, enfin, un FE moyen est recalculé entre les sites déjà conformes et ceux non-conformes auxquels on applique la valeur haute du NEA-MTD. Ce FE moyen respectant le niveau d'émission des MTD est appliqué à partir de 2025 jusqu'en 2050.

³⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32017D2117>

- Productions de polymères :

Dans le scénario AME, les productions de polymères sont considérées constantes à la dernière année de l'inventaire (2019), jusqu'en 2050, par manque d'information sur l'évolution de l'activité.

Pour les niveaux d'émissions de COVNM et PM, le BREF relatif à la production de polymères, publié en août 2007³⁷, définit des valeurs hautes de NEA-MTD en COVNM et PM, pour diverses productions de polymères. Celles-ci sont exprimées dans le BREF en g/t produite, et sont donc directement comparables avec les FE de la dernière édition de l'inventaire¹⁸.

De ce fait, pour les productions de polyéthylène (basse et haute densités), de polychlorure de vinyle (PVC) et de polystyrène, les valeurs hautes des NEA-MTD sont comparées aux FE de l'inventaire pour les COVNM et les PM, et les valeurs les plus faibles sont retenues systématiquement pour les projections et appliquées à partir de 2025.

Notamment, des réductions sont obtenues pour les émissions de COVNM des productions de polyéthylène basse densité et de polystyrène, et pour celles de TSP des productions de polyéthylène (basse et haute densités).

3.6.3 NFR 2C - Métallurgie

- Production d'acier (2C1) :

La production totale d'acier selon sa source de production, aciéries à l'oxygène ou électriques, évolue dans le temps. Le scénario AME 2021 énergie climat donne les évolutions suivantes⁶.

Tableau 27 : Productions d'acier à oxygène et électrique pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Acier O2	10 130	9 168	10 439	10 439	9 116
Acier élec	4 397	4 161	4 737	4 737	4 737
Total	14 527	13 329	15 176	15 176	13 853

Après évaluation des niveaux d'émissions de PM comparativement aux valeurs hautes des NEA-MTD définies dans la Décision d'exécution de la Commission du 28 février 2012 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) dans la sidérurgie²⁷, il n'est pas prévu d'amélioration supplémentaire sur le process et les niveaux d'émission de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸, qui sont donc retenus et appliqués jusqu'en 2050.

- Production d'aluminium (2C3) :

La production d'aluminium primaire (1^{ère} fusion) évolue selon les données de production fournies par le scénario AME 2021 énergie climat⁶.

³⁷ https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/pol_bref_0807.pdf

Tableau 28 : Production d'aluminium de première fusion pour le scénario AME 2021 énergie climat⁶

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Aluminium primaire	422	387	407	374	244

Pour les niveaux d'émissions de PM et SO₂, la décision d'exécution (UE) 2016/1032 de la Commission du 13 juin 2016 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE, dans l'industrie des métaux non ferreux³⁸, définit des valeurs hautes des NEA-MTD PM et SO₂ pour la production d'aluminium primaire à 1,2 kg/t et 15 kg/t, respectivement.

Pour chaque usine d'aluminium de première fusion, les niveaux hauts des NEA-MTD PM et SO₂ sont comparés aux niveaux d'émissions spécifiques à chaque site selon la dernière année estimée de l'inventaire¹⁸. Si un site n'est pas conforme avec la valeur haute des NEA-MTD, la réduction associée après mise en conformité est estimée et, enfin, un FE moyen est recalculé pour l'ensemble des sites. Ces FE moyens conformes aux niveaux hauts des NEA MTD sont appliqués à partir de 2025 jusqu'en 2050.

Il n'est pas envisagé de modifications des niveaux d'émission des PM et SO₂. Les facteurs d'émission disponibles dans la dernière édition de l'inventaire sont donc retenus et appliqués jusqu'en 2050.

▪ Autres productions de métaux :

Aucune hypothèse particulière n'a été considérée pour les projections. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

3.6.4 NFR 2D - Utilisation de solvants et de produits chimiques

Pour l'estimation des émissions de ce secteur, principalement émetteur de COVNM, différents types d'hypothèses de projection des activités ont été retenues :

- Evolution selon la population ;
- Evolution selon les projections de consommations énergétiques ;
- Pas d'évolution, l'activité reste constante.

3.6.5 Usage de peintures et vernis (SNAP 0601)

Les différentes activités d'usage de peinture et de vernis ont été considérées constantes jusqu'en 2050 (report de la valeur de la dernière année disponible dans l'inventaire) faute d'information plus précise. Seul le secteur de l'utilisation domestique de peinture voit son activité évoluer selon les projections de population.

Les facteurs d'émission pour le scénario AME sont ceux de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸. Ils sont utilisés jusqu'en 2050 pour chaque activité. Sous ce code sont regroupées des activités variées, industrielles (revêtement de véhicules, de bois, de plastique et métaux...) ou non (peintures utilisées dans le bâtiment et par le grand public). Les réglementations limitant les émissions de COVNM liées aux usages de solvants dans les installations industrielles ont été mises en place en 1999 (Directive n° 1999/13/CE du 11/03/99 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et

³⁸ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016D1032>

installations³⁹, reprise ensuite dans la Directive n° 2010/75/UE⁴⁰ du 24/11/10 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)), transcrite en droit français notamment par la révision de l'arrêté du 2 février 1998⁴¹ relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. En 2021, les installations industrielles peuvent être considérées conformes à cette réglementation COV/solvant comme diverses études réalisées par le Citepa pour le MTECT avait pu le montrer (études non publiques). Pour les peintures utilisées dans le bâtiment et le grand public, la directive 2004/42/CE du Parlement européen et du Conseil relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certains vernis et peintures et dans les produits de retouche de véhicules a mis en place des valeurs limites de concentration en solvant de ces produits. Là encore, en 2021, les produits respectent cette réglementation déjà ancienne.

L'application de la Décision d'exécution (UE) 2020/2009 de la Commission du 22 juin 2020 établissant les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles, pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques, y compris pour la préservation du bois et des produits dérivés du bois au moyen de produits chimiques⁴², est considérée dans le scénario AMS.

3.6.5.1 Nettoyage de surface, nettoyage à sec et électronique (SNAP 0602)

▪ Nettoyage de surface (SNAP 060201) :

Le nettoyage de surface peut être réalisé avec des solvants organiques, dont beaucoup sont des solvants chlorés, ou avec des lessives chimiques. Depuis les années 1980, la mise en œuvre de solvant a fortement diminué dans ce secteur. Cette baisse est due à l'amélioration des conditions opératoires et des procédés, sous la contrainte des réglementations comme la Directive n° 1999/13/CE du 11/03/99 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations³⁹. Cette directive mettait en place des normes sur les émissions de produits chlorés notamment.

L'activité est considérée constante jusqu'en 2050 (report de la valeur de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸).

Le facteur d'émission de la dernière édition de l'inventaire national est utilisé jusqu'en 2050.

▪ Nettoyage à sec (SNAP 060202) :

Concernant le nettoyage à sec, l'évolution des émissions semble suivre la mise en application de l'arrêté du 5 décembre 2012 modifiant l'arrêté du 31 août 2009 relatif aux prescriptions générales applicables aux installations classées pour la protection de l'environnement soumises à déclaration sous la rubrique n° 2345 relative à l'utilisation de solvants pour le nettoyage à sec et le traitement des textiles ou des vêtements⁴³, interdisant l'utilisation du perchloroéthylène dans les pressings situés en contiguïté avec des bâtiments occupés par des tiers d'ici 2022. **Les installations sont déjà en alignement avec l'interdiction de l'usage de perchloroéthylène, le facteur d'émission de la dernière année disponible de l'inventaire national¹⁸ est utilisé jusqu'en 2050.**

³⁹ [Directive n° 1999/13/CE du 11/03/99 relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations | AIDA \(ineris.fr\)](#)

⁴⁰ https://aida.ineris.fr/consultation_document/639

⁴¹ https://aida.ineris.fr/consultation_document/5657

⁴² <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32020D2009>

⁴³ <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000026737424/>

3.6.5.2 Fabrication et mise en œuvre de produits chimiques (SNAP 0603)

Les secteurs suivants voient leurs activités évoluer selon des extrapolations de tendance sur la série temporelle :

- Mise en œuvre du polyester (SNAP 060301)
- Mise en œuvre de mousse de polystyrène (SNAP 060302)
- Mise en œuvre du polychlorure de vinyle (SNAP 060303)
- Mise en œuvre du polyuréthane (SNAP 060304)
- Fabrication de produits pharmaceutiques (SNAP 060306)
- Autres 06 - fabrication et mise en œuvre de produits chimiques (SNAP 060314)

Les activités suivantes conservent une activité constante jusqu'en 2050 (tendance des dernières années connues) :

- Mise en œuvre du caoutchouc (SNAP 060305)
- Fabrication d'encre (SNAP 060308)
- Fabrication de peinture (SNAP 060307)
- Fabrication de colles (SNAP 060309)
- Fabrication de supports adhésifs, films et photos (SNAP 060311)

Ces secteurs sont couverts par l'arrêté du 2 février 1998⁴¹, pour les installations soumises à autorisation.

Pour ces secteurs, les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ sont donc utilisés jusqu'en 2050.

3.6.5.3 Autres utilisations de solvants et activités associées (SNAP 0604)

Les secteurs suivants voient leur activité évoluer selon les projections de population déterminées dans les hypothèses macro-économiques :

- Extraction d'huiles comestibles et non comestibles (SNAP 060404)
- Utilisation domestique de solvants (autre que la peinture) (SNAP 060408)
- Utilisation domestique de produits pharmaceutiques (SNAP 060411)

L'extraction d'huiles est concernée par la Décision d'exécution (UE) 2019/2031 de la Commission du 12 novembre 2019 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles dans les industries agroalimentaire et laitière, au titre de la directive 2010/75/UE⁴⁴. Les émissions de COVNM moyennes de cette activité sont dans la gamme des NEA MTD pour les rejets d'hexane.

Les produits domestiques hors peinture n'ont pas de réglementations spécifiques limitant leurs teneurs en solvants organiques.

Les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ sont donc utilisés jusqu'en 2030 pour tous les scénarios.

⁴⁴ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32019D2031>

Les secteurs suivants conservent une activité constante jusqu'en 2030 (tendance des dernières années connues) :

- Enduction de fibres de verre (SNAP 060401)
- Protection du bois (SNAP 060406)
- Imprimerie (SNAP 060403)
- Application de colles et d'adhésifs (SNAP 060405) - application industrielle

Pour le secteur d'enduction de fibres de verre (060401), il n'est pas prévu de nouvelle réglementation, les facteurs d'émissions de la dernière édition de l'inventaire national sont donc utilisés jusqu'en 2030 pour tous les scénarios.

Les facteurs d'émission pour le scénario AME sont ceux de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸. Les activités protection du bois, certaines activités en imprimerie, l'application de colles et adhésifs en industrie, sont soumises aux réglementations limitant les émissions de COVNM liées aux usages de solvants dans les installations industrielles ont été mises en place en 1999 (Directive n° 1999/13/CE du 11/03/99³⁹ relative à la réduction des émissions de composés organiques volatils dues à l'utilisation de solvants organiques dans certaines activités et installations, reprise ensuite dans la Directive n° 2010/75/UE⁴⁰ du 24/11/10 relative aux émissions industrielles (prévention et réduction intégrées de la pollution)), transcrite en droit français notamment par la révision de l'arrêté du 2 février 1998⁴¹ relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. **En 2021, les installations industrielles peuvent être considérées conformes à cette réglementation COV/solvant comme diverses études réalisées par le Citepa pour le MTECT avait pu le montrer (études non publiques).**

L'application de la Décision d'exécution (UE) 2020/2009⁴² de la Commission du 22 juin 2020 établissant les meilleures techniques disponibles (MTD), au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles, pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques, y compris pour la préservation du bois et des produits dérivés du bois au moyen de produits chimiques, est considérée dans le scénario AMS.

3.6.6 NFR 2G - Autres utilisations de produits

- Utilisation de feux d'artifices et consommation de tabac

Ces secteurs voient leurs activités évoluer selon les projections de population déterminées dans les hypothèses macro-économiques. Il n'est pas prévu de nouvelle réglementation, les facteurs d'émission de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ sont donc utilisés jusqu'en 2050.

- Lubrifiants dans les moteurs quatre temps

Les émissions liées aux lubrifiants dans les moteurs quatre temps (usage non énergétique) sont issues du modèle COPERT utilisé pour calculer les émissions du transport routier.

3.6.7 NFR 2H - Autres productions

Un certain nombre de productions différentes est présent dans les autres productions. Pour la plupart des activités, aucune hypothèse n'a été considérée pour les projections. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

A l'exception des activités suivantes :

- Production de sucre :

L'activité pour la production de sucre évolue sur les données de productions fournies par le scénario AME 2021⁶.

Tableau 29 : Production de sucre selon le scénario AME 2021 énergie climat⁶

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Sucre	4 957	4 548	5 179	5 179	4 734

La production de sucre est concernée par la Décision d'exécution (UE) 2019/2031 de la Commission du 12 novembre 2019 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles dans les industries agroalimentaire et laitière, au titre de la directive 2010/75/UE⁴⁴. Les émissions de PM moyennes de cette activité sont dans la gamme des NEA MTD.

- Production de papier :

L'activité pour la production de pain et de farine est indexée sur l'évolution de la population. Les facteurs d'émission retenus sont issus de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸.

Tableau 30 : Production de pâtes à papier, par type de procédé, selon le scénario AME 2021 énergie climat⁶

Production (kt)	2019	2020	2025	2030	2050
Pâte kraft	1 203	1 104	1 257	1 257	1 257
Pâte bisulfite	148	136	154	154	154

L'activité est concernée par la décision d'exécution de la Commission du 26 septembre 2014 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la production de pâte à papier, de papier et de carton, au titre de la directive 2010/75/UE⁴⁵. En ce qui concerne les niveaux d'émissions de SO₂, les émissions des installations sont au niveau haut des NEA-MTD selon l'inventaire des émissions¹⁸. Ainsi, aucune réduction supplémentaire n'est attendue et les FE de SO₂ et COVNM de 2019 sont retenus et appliqués pour les projections.

- Production de pain et de farine :

L'activité pour la production de pain et de farine est indexée sur l'évolution de la population. Les facteurs d'émission retenus sont issus de la dernière édition de l'inventaire national.

- Equipements de réfrigération/air conditionné :

Certains équipements de réfrigération et d'air conditionné ne fonctionnent pas avec des gaz fluorés mais plutôt avec de l'ammoniac (NH₃) ou de l'isobutane (COVNM). Les émissions de ces appareils sont issues du même modèle que celui qui estime les émissions de gaz fluorés (prenant en compte notamment le type et les quantités de réfrigérant par équipement).

⁴⁵ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32014D0687>

3.6.7.1 NFR 2I - Travail du bois

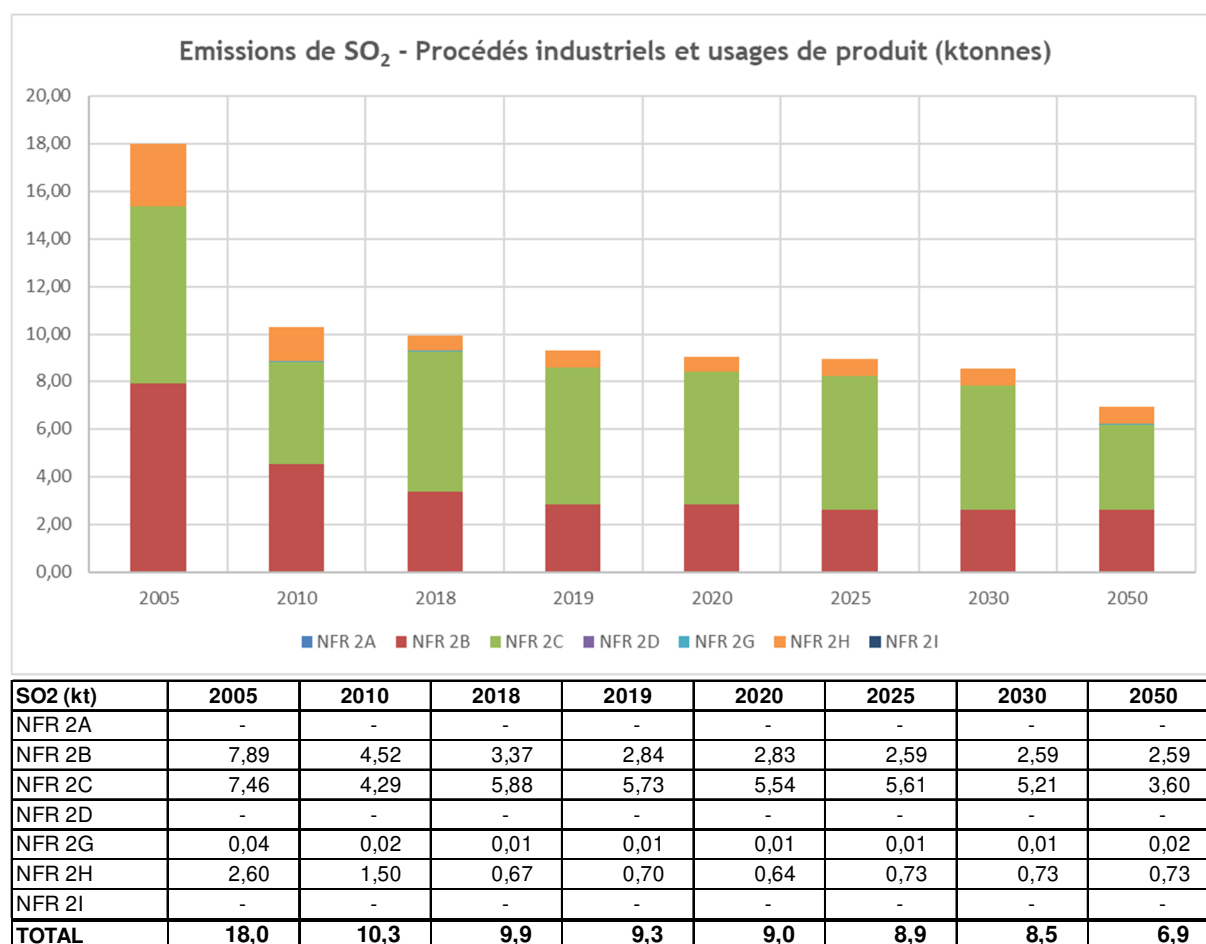
■ Production de panneaux de bois

Bien que la production de panneaux de bois soit couverte par la Décision d'exécution (UE) 2015/2119 de la Commission du 20 novembre 2015 établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) pour la fabrication de panneaux à base de bois, au titre de la directive 2010/75/UE⁴⁶, aucune hypothèse particulière de réduction des émissions n'a été considérée pour les projections, la méthode d'inventaire pour cette activité se basant sur une méthode de niveau simplifié. Les émissions de la dernière année disponible dans l'inventaire¹⁸ sont conservées jusqu'en 2050.

■ Travail du bois

L'activité de ce secteur est supposée constante faute d'information. Les facteurs d'émission de PM du dernier inventaire national sont conservés et appliqués jusqu'en 2050.

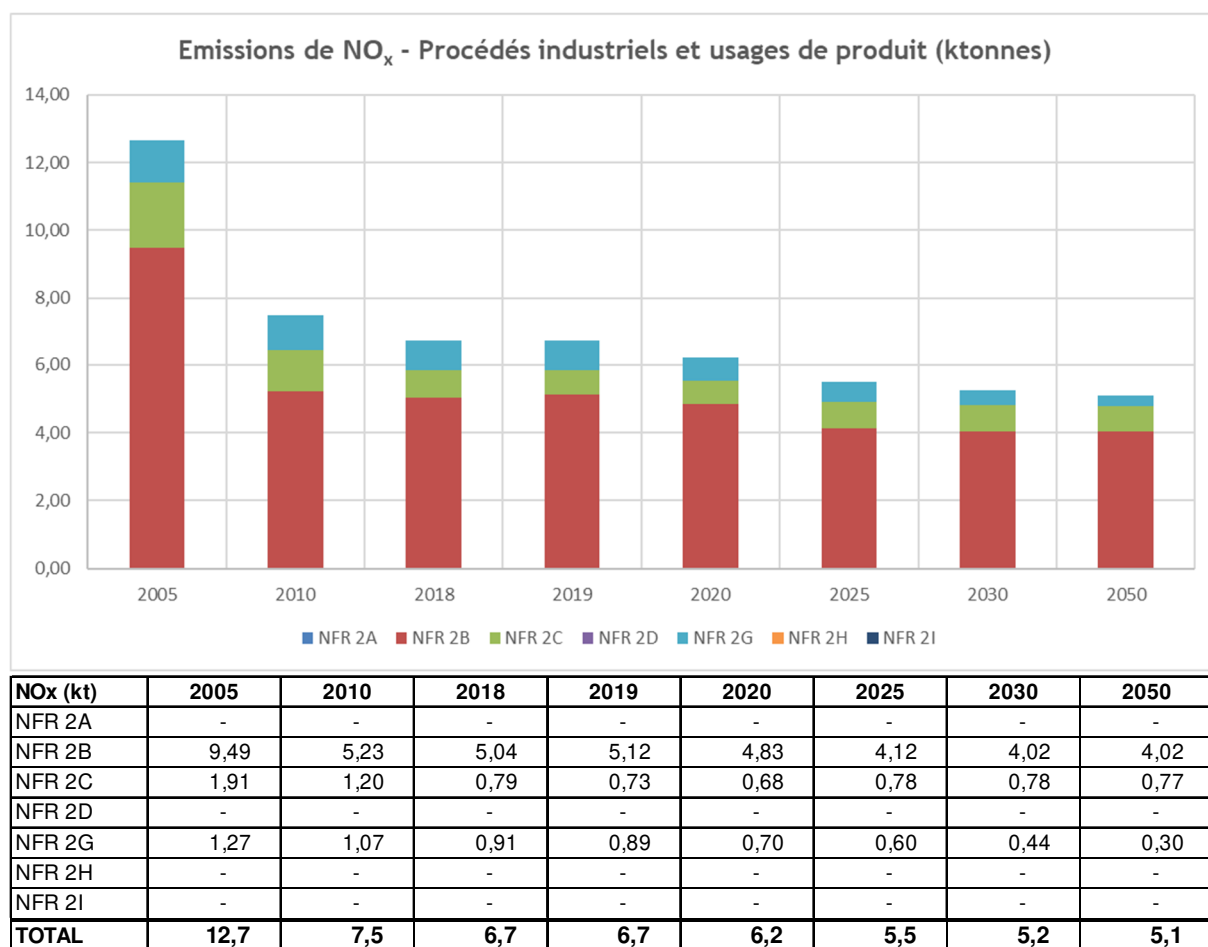
3.6.8 Evolution des émissions



Voir annexe I pour les codes NFR.

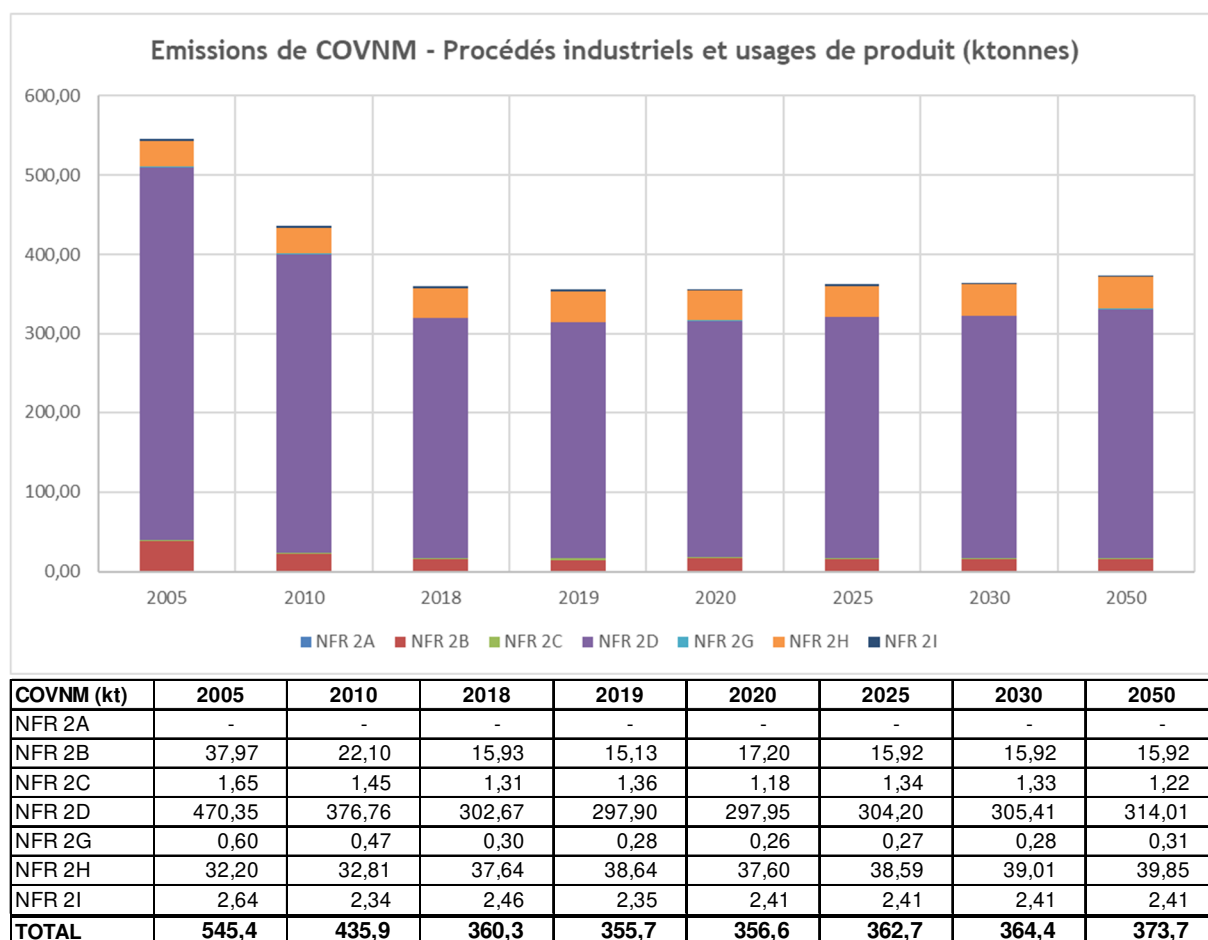
Figure 40 : Evolution des émissions de SO₂ des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat⁶)

⁴⁶ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32015D2119>



Voir annexe I pour les codes NFR.

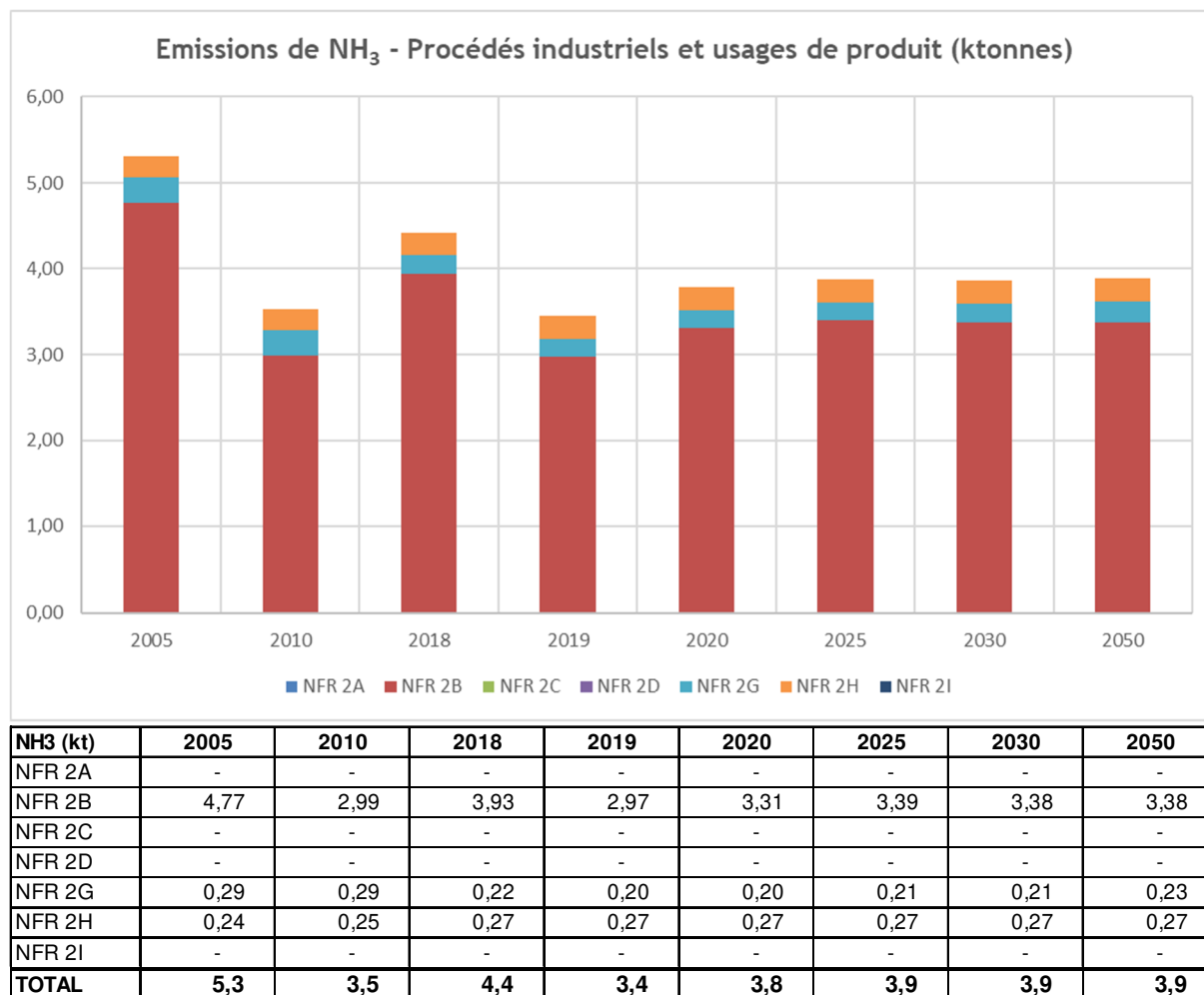
Figure 41 : Evolution des émissions de NO_x des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

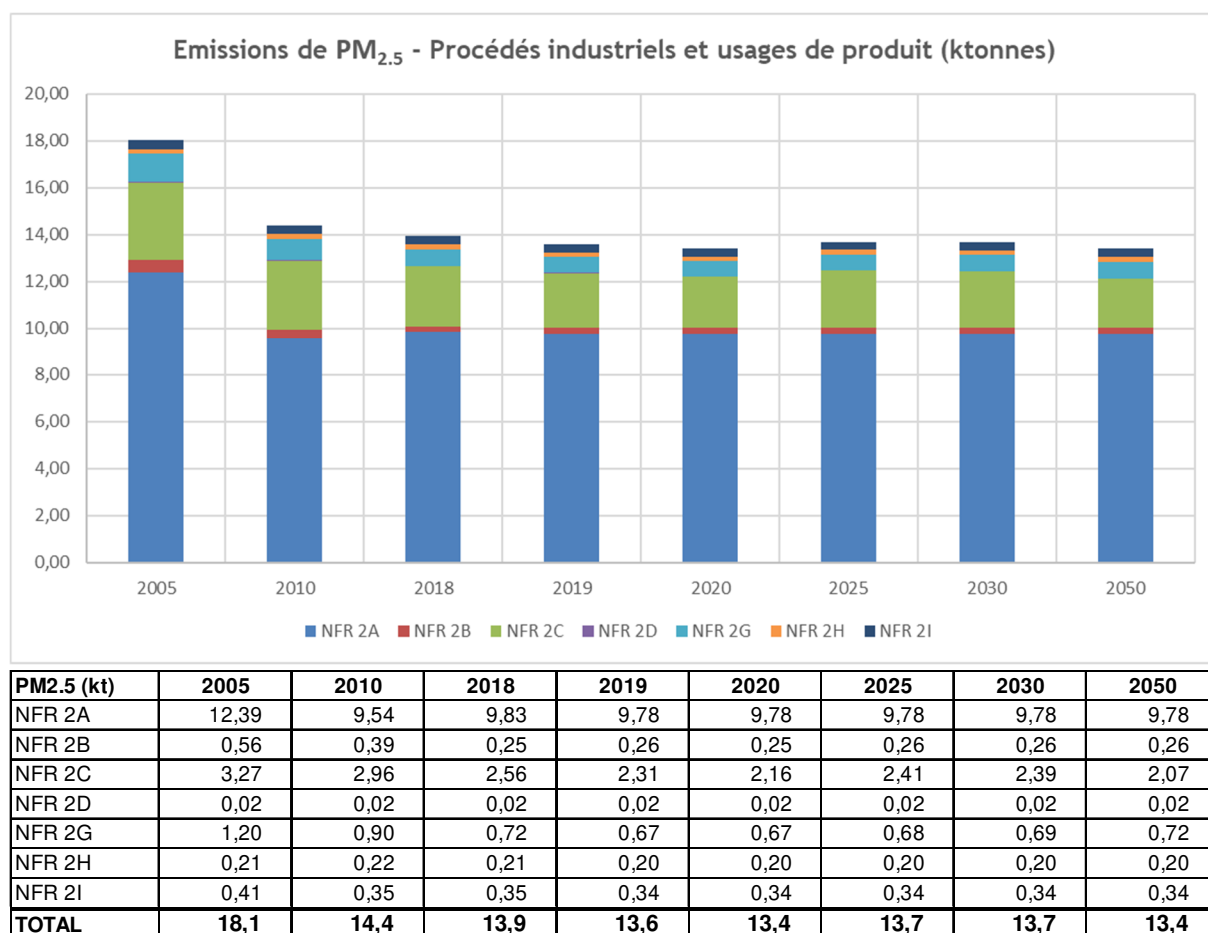
Figure 42 : Evolution des émissions de COVNM des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat⁶)

Les émissions de COVNM diminuent de 33% en 2030 par rapport à 2005 suite aux réglementations limitant les émissions de COVNM des secteurs industriels et celles limitant les teneurs en solvants de certains produits (peinture et vernis dans les applications domestiques et bâtiment). Le secteur 2D (usage de solvants dans l'industrie, le bâtiment et par le grand public) reste cependant parmi le plus émetteur de ce groupe en 2030, comme en 2019. Les usages domestiques de solvants (hors peintures et adhésifs) représentent 46% des émissions de ce sous-secteur 2D et 39% des émissions du NFR 2 « industrie et utilisation de produits ». Les émissions de COV des produits domestiques hors peintures et adhésifs (produits d'entretien, du corps...) restent mal connues mais leurs émissions comptent de plus en plus dans le bilan des émissions, les autres secteurs liés à l'industrie et le bâtiment réduisant leurs émissions de COVNM.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 43 : Evolution des émissions de NH₃ des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 44 : Evolution des émissions de PM_{2.5} des procédés industriels et Utilisation de produits (NFR2) selon le scénario AME (sur la base du scénario AME 2021 énergie climat⁶)

Les émissions de PM_{2.5} diminuent de 24% en 2030 par rapport à 2005.

3.7 Agriculture (NFR 3)

3.7.1 Données relatives à l'élevage (NFR 3B)

3.7.1.1 Cheptels

Les cheptels ont été présentés au chapitre 2.1.5.

3.7.1.2 Paramètres utilisés pour le calcul des émissions de NH₃

Rendement laitier

La projection du **rendement laitier moyen** (tous systèmes confondus) est fondée sur la tendance utilisée dans l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles (année 2019). Les rendements laitiers moyens par système issus de l'AME 2018 ont été ajustés de manière à assurer la cohérence avec les dernières données disponibles. Leur évolution sur la période est issue de l'AME 2018⁸.

Tableau 31: Evolution des rendements laitiers en AME

kg lait/tête/an	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Rendement moyen - Tous systèmes confondus	7 184	7 257	7 490	7 729	7 967	8 339	8 710	9 082
Rendement moyen - Système herbager	5 918	5 983	6 196	6 408	6 621	6 688	6 755	6 822
Rendement moyen - Système maïs	7 558	7 631	7 863	8 094	8 326	8 694	9 062	9 430
Rendement moyen - Système mixte	7 097	7 167	7 386	7 605	7 825	8 126	8 427	8 728

Gestion des animaux

La répartition des animaux par système de gestion est maintenue globalement constante sur la période, à l'exception de la pâture pour les vaches laitières et du développement de la méthanisation pour les bovins et porcins.

La part du temps passé au pâturage par les vaches laitières évolue au fil du temps du fait des évolutions différenciées des trois systèmes mentionnés plus haut (herbager, maïs, mixte). A chaque système est associé un pourcentage moyen de temps passé à la pâture :

- Système herbager : 80% ;
- Système maïs : 24% ;
- Système mixte : 52%.

Le pourcentage moyen de temps passé à la pâture résultant, est présenté dans le tableau ci-dessous.

Tableau 32 : Evolution de la part du temps passé au pâturage des vaches laitières en AME

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Part des vaches laitières à la pâture	39,5%	39,5%	39,1%	38,7%	38,3%	36,2%	34,0%	31,9%

Pour les bovins et les porcins élevés en bâtiment (hors pâturage/parcours), la part des déjections méthanisées évolue fortement sur la période. Le pourcentage atteint en 2050 est identique à celui proposé dans l'AME 2018⁸. Cette évolution est présentée dans le tableau ci-dessous.

Tableau 33 : Evolution de la part des déjections mobilisables (bovins et porcins uniquement) partant en méthanisation en AME

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Part des déjections mobilisables (bovins + porcins au bâtiment) partant en méthanisation	3,2%	3,5%	10,0%	15,0%	20,0%	22,5%	25,0%	27,5%

Les tableaux suivants présentent la répartition des animaux (% effectifs totaux) par grande catégorie par système de gestion des déjections. La somme des pourcentages de ces systèmes par catégorie animale fait 100%.

Tableau 34 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Lisier sans croûte naturelle

% Lisier sans croûte naturelle	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	8,7%	8,6%	8,0%	7,5%	7,0%	7,0%	6,9%	6,9%
Vaches allaitantes	0,8%	0,8%	0,8%	0,8%	0,7%	0,7%	0,7%	0,7%
Autres bovins	3,2%	3,2%	3,1%	3,0%	2,9%	2,8%	2,7%	2,7%
Truies	85,3%	84,7%	73,7%	65,2%	56,7%	51,9%	47,0%	42,0%
Autres porcins	89,5%	89,0%	79,5%	72,1%	64,7%	60,6%	56,3%	51,9%
Caprins	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%
Ovins	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%	0,3%
Autres volailles	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%
Lapines reproductrices	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%	98,0%

Tableau 35 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Lisier avec croûte naturelle

% Lisier avec croûte naturelle	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	8,1%	8,1%	7,4%	7,0%	6,5%	6,5%	6,5%	6,5%
Vaches allaitantes	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Autres bovins	1,3%	1,3%	1,2%	1,2%	1,1%	1,1%	1,1%	1,1%

Tableau 36 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Stockage solide

% Stockage solide	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	38,4%	38,2%	35,2%	33,0%	30,8%	30,8%	30,7%	30,7%
Vaches allaitantes	22,5%	22,5%	21,7%	21,0%	20,4%	20,1%	19,7%	19,3%
Autres bovins	48,3%	48,2%	46,1%	44,5%	42,8%	41,9%	41,0%	40,0%
Truies	7,2%	7,2%	6,3%	5,5%	4,8%	4,4%	4,0%	3,6%
Autres porcins	5,0%	5,0%	4,4%	3,9%	3,4%	3,2%	2,9%	2,6%
Caprins	86,0%	86,0%	86,0%	86,0%	86,0%	86,0%	86,0%	86,0%
Ovins	25,4%	25,4%	25,4%	25,4%	25,4%	25,4%	25,4%	25,4%
Chevaux	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%
Mules et ânes	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%	41,7%
Poules pondeuses	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%	98,3%
Poulets de chair	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%	90,8%
Autres volailles	74,6%	74,6%	74,6%	74,6%	74,6%	74,6%	74,6%	74,6%
Lapines reproductrices	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%	2,0%

Tableau 37 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Litière accumulée

% Litière accumulée	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	2,9%	2,9%	2,7%	2,5%	2,3%	2,3%	2,3%	2,3%
Vaches allaitantes	5,9%	5,9%	5,7%	5,5%	5,3%	5,2%	5,1%	5,0%
Autres bovins	13,0%	13,0%	12,4%	12,0%	11,5%	11,3%	11,1%	10,8%

A noter : pour les vaches laitières, il s'agit de litière accumulée durant moins d'un mois. Pour les vaches allaitantes et les autres bovins, il s'agit de litière accumulée durant plus d'un mois.

Tableau 38 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Méthanisation

% Méthanisation	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	2,4%	2,7%	7,6%	11,4%	15,2%	17,3%	19,5%	21,8%
Vaches allaitantes	0,5%	0,6%	1,7%	2,5%	3,3%	3,8%	4,3%	4,8%
Autres bovins	1,4%	1,6%	4,5%	6,8%	9,1%	10,4%	11,7%	13,1%
Truies	5,9%	6,5%	18,5%	27,7%	36,9%	42,0%	47,4%	52,8%
Autres porcins	5,0%	5,5%	15,7%	23,5%	31,3%	35,7%	40,2%	44,9%

Tableau 39 : Répartition des animaux par systèmes de gestion des déjections - Pâture/parcours

% Pâture/parcours	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Vaches laitières	39,5%	39,5%	39,1%	38,7%	38,3%	36,2%	34,0%	31,9%
Vaches allaitantes	69,8%	69,8%	69,8%	69,8%	69,8%	69,8%	69,8%	69,8%
Autres bovins	32,8%	32,7%	32,6%	32,6%	32,5%	32,5%	32,4%	32,4%
Truies	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%	1,6%
Autres porcins	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%	0,5%
Caprins	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%	10,8%
Ovins	74,4%	74,4%	74,4%	74,4%	74,4%	74,4%	74,4%	74,4%
Chevaux	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%
Mules et ânes	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%	58,3%
Poules pondeuses	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%	1,7%
Poulets de chair	9,2%	9,2%	9,2%	9,2%	9,2%	9,2%	9,2%	9,2%
Autres volailles	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
Lapines reproductrices	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Excrétion azotée

Seule l'excrétion azotée des vaches laitières varie dans le temps, du fait à la fois de l'évolution du rendement laitier et de la réduction de la teneur moyenne en MAT (matière azotée totale) de la ration au bâtiment.

Tableau 40 : Paramètres d'alimentation - Vaches laitières

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Part des vaches laitières dont la MAT de la ration hivernale est supérieure à 14% (entre 15% et 18%)	47,1%	46,4%	42,9%	39,3%	35,7%	32,1%	28,6%	25,0%
% MAT moyen obtenu pour la ration hivernale vaches laitières	14,7%	14,6%	14,6%	14,5%	14,4%	14,4%	14,3%	14,2%

Tableau 41 : Evolution de l'excrétion azotée des vaches laitières

kg N/vache/an	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Excrétion azotée moyenne des vaches laitières au bâtiment	97,98	98,20	98,65	99,09	99,51	100,42	101,35	102,28
Excrétion azotée moyenne des vaches laitières à la pâture	142,49	142,99	144,58	146,19	147,80	149,80	151,90	154,10

Poulets labels

La catégorie « poulets de chair » regroupe à la fois les poulets export, standard et lourd. La part des poulets labels est indexée sur l'évolution proposée dans l'AME 2018⁸.

Tableau 42 : Evolution de la part des poulets labels

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Part des poulets labels dans les poulets de chair (%)	33,5%	34,7%	35,7%	36,8%	37,8%	38,9%	39,9%	41,0%

Des facteurs d'émission de NH₃ au bâtiment, différenciés par sous-catégorie (export, standard et lourd) sont fournis par l'Institut Technique de l'Aviculture (Itavi). La prise en compte de cette dynamique implique une évolution du facteur d'émission de NH₃ des poulets de chair au bâtiment à la hausse sur la période.

3.7.1.3 Pratiques de réduction

Différentes pratiques de réduction des émissions de NH₃ sont actuellement intégrées dans l'inventaire :

- Couverture de fosse (porcins, ovins, caprins),
- Lavage d'air en bâtiment (porcins, volailles),
- Station de nitrification/dénitrification (porcins),
- Modes d'épandage (ensemble des animaux).

Les taux d'application de ces pratiques sont **maintenus constants** sur la période, égaux à 2019, à l'exception des modes d'épandage pour les digestats (voir ci-dessous). Les méthodologies détaillées des calculs sont présentées dans OMINEA 2021²⁸.

En effet, lors de l'épandage, les émissions de NH₃ peuvent être réduites selon le type de matériel utilisé et le délai d'enfouissement post-épandage. Les modes d'épandage sont maintenus constants sur la période, à l'exception des digestats de méthanisation pour lesquels on considère *a minima* un épandage par pendillard, sans enfouissement post-épandage, entraînant une réduction de 30% des émissions par rapport à un épandage par buse palette, dès 2025.

Il est important de noter que ces émissions à l'épandage (comme celles de la pâture), ne sont pas comptabilisées en élevage mais au niveau des sols cultivés.

3.7.2 Données relatives aux sols cultivés (NFR 3D)

3.7.2.1 Evolution de l'assolement

Le territoire métropolitain, constant au cours du temps, peut être divisé en quatre grandes catégories de terres : les forêts, la surface agricole utile (SAU), les zones artificialisées et les autres terres. Les hypothèses concernant les forêts et les zones artificialisées sont décrites dans les parties dédiées aux forêts et aux sols dans le rapport AME 2021 énergie climat⁶. La projection de la surface des autres terres est fondée sur la tendance utilisée dans l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles au moment de l'exercice (année 2019). L'évolution de la SAU correspond au solde entre le territoire total et la somme des autres catégories citées (forêt, artificiel, autres).

Il s'agit ensuite de définir l'évolution des différentes surfaces composant la SAU. Ci-dessous sont rappelées certaines hypothèses et protocoles de calculs issus de l'AME 2018⁸, repris pour cet exercice :

- **Pertes annuelles moyennes en prairies permanentes** (correspondant à la somme des prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans et des surfaces toujours en herbe peu productives) : **38 000 ha/an**. Une part est perdue par afforestation, une part du fait de l'artificialisation, le reste se retrouve au sein d'autres catégories de la SAU.
- L'évolution de la surface en **maïs fourrage** est estimée grâce à l'outil Clim'agri de l'ADEME, afin de garantir la couverture des besoins en maïs des cheptels avec une marge de 5%.
- L'évolution des surfaces en **fourrages grossiers** (maïs ensilage, prairies permanentes, prairies artificielles⁴⁷, prairies temporaires⁴⁸, choux, racines, tubercules fourragers et autres fourrages annuels⁴⁹) permet d'assurer la couverture des besoins de l'ensemble des animaux élevés sur le territoire, avec une marge allant de 14,5% à 23,6% (en moyenne sur la période : 18%). Cette vérification du rebouclage fourrager est effectuée avec l'outil Clim'agri de l'ADEME.

Globalement, l'évolution des surfaces par sous-catégorie est indexée sur l'évolution proposée dans l'AME 2018⁸. Les catégories suivantes ont été utilisées afin d'assurer la cohérence entre la somme des surfaces par sous-catégorie et l'estimation de la SAU totale : les prairies temporaires, le blé, l'orge et le maïs grain. Ces catégories ont été choisies car elles représentent les surfaces les plus importantes parmi les sous-catégories non contraintes par d'autres hypothèses.

Le tableau suivant récapitule l'évolution des surfaces par sous-catégorie composant la SAU.

⁴⁷ Correspondant dans Clim'agri à la catégorie Prairies temporaires Luzerne

⁴⁸ Correspondant dans Clim'agri à la catégorie Prairies temporaires mélangées

⁴⁹ La somme de ces catégories (choux, racines et tubercules fourragers et autres fourrages annuels) correspondant dans Clim'agri aux catégories Prairies temporaires légumineuses, colza fourrage et sorgho fourrager.

Tableau 43 : Evolution des surfaces de grandes cultures et prairies en AME 2021 (ha)

ha		2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Céréales	Blé tendre d'hiver	4 983 221	4 957 588	5 035 847	5 068 167	5 107 192	5 121 143	5 139 162	5 152 392
	Blé tendre de printemps	15 529	15 449	15 693	15 794	15 915	15 959	16 015	16 056
	Blé dur d'hiver	238 657	238 875	243 521	242 876	242 231	239 423	236 615	233 807
	Blé dur de printemps	6 847	6 853	6 987	6 968	6 950	6 869	6 788	6 708
	Seigle et méteil	28 725	28 751	29 310	29 233	29 155	28 817	28 479	28 141
	Orge et escourgeon d'hiver	1 305 222	1 298 450	1 319 360	1 327 767	1 337 929	1 341 333	1 345 801	1 349 016
	Orge et escourgeon de printemps	638 967	635 652	645 888	650 004	654 979	656 645	658 832	660 406
	Avoine d'hiver	49 301	49 346	50 306	50 172	50 039	49 459	48 879	48 299
	Avoine de printemps	38 170	38 205	38 948	38 845	38 742	38 292	37 843	37 394
	Maïs (grain et semence)	1 505 980	1 499 832	1 523 511	1 532 257	1 542 871	1 545 626	1 549 515	1 552 070
	Sorgho	83 085	83 922	85 554	85 327	85 100	84 114	83 128	82 141
	Triticale	305 221	305 500	311 441	310 616	309 791	306 200	302 609	299 018
	Autres céréales non mélangées	64 448	64 506	65 760	65 586	65 412	64 653	63 895	63 137
	Mélanges de céréales (hors méteil)	115 421	115 524	117 771	117 459	117 147	115 789	114 431	113 073
Oléagineux	Riz	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337
	Colza d'hiver (et navette)	1 104 795	1 106 030	1 132 300	1 128 652	1 125 005	1 109 126	1 093 247	1 077 369
	Colza de printemps (et navette)	2 246	2 249	2 302	2 295	2 287	2 255	2 223	2 190
	Tournesol	603 917	604 491	616 696	615 001	613 307	605 929	598 552	591 174
	Lin oléagineux	21 839	21 863	22 383	22 311	22 238	21 925	21 611	21 297
Protéagineux	Autres oléagineux	10 022	10 033	10 272	10 238	10 205	10 061	9 917	9 773
	Féveroles et fèves	63 105	62 978	62 341	61 705	61 069	63 330	65 592	67 854
	Pois protéagineux	175 572	176 757	182 641	188 525	194 410	204 130	213 851	223 571
	Lupin doux	2 905	2 899	2 870	2 841	2 811	2 915	3 019	3 124
	Soja	163 800	172 661	214 805	256 948	299 091	305 914	312 737	319 560
Total non alimentaire		504 426	504 426	504 426	504 426	504 426	504 426	504 426	504 426

SCENARIOS AIR : HYPOTHESES ET RESULTATS

ha		2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autres grandes cultures	Choux, racines et tubercules fourragers	16 372	14 626	14 392	14 157	13 923	13 763	13 602	13 442
	Betteraves industrielles	446 601	486 744	496 209	494 895	493 581	487 859	482 138	476 417
	Pommes de terre	206 983	199 749	203 634	203 094	202 555	200 207	197 859	195 511
Fourrage annuel	Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	1 436 337	1 499 811	1 497 130	1 487 385	1 476 661	1 489 018	1 500 269	1 510 483
	Autres fourrages annuels	287 716	273 227	268 844	264 461	260 078	257 089	254 099	251 110
Prairies artificielles		476 071	429 331	440 358	451 386	462 413	473 440	484 468	542 429
Prairies temporaires		2 660 887	2 479 575	2 252 428	2 235 048	2 240 084	2 311 139	2 395 795	2 464 437
Prairies permanentes	Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	7 105 373	7 064 922	6 988 922	6 912 922	6 836 922	6 760 922	6 684 922	6 608 922
	STH peu productives (parcours, landes, alpages)	2 453 635	2 394 062	2 280 062	2 166 062	2 052 062	1 938 062	1 824 062	1 710 062

Tableau 44 : Evolution des surfaces autres en AME 2021 (ha)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Plantes à fibres	127 124	136 244	138 166	138 167	138 169	136 447	134 725	133 003
Tabac blond	4 325	4 485	4 572	4 560	4 548	4 496	4 443	4 390
Houblon	1 075	1 115	1 136	1 134	1 131	1 117	1 104	1 091
Chicorée à café	1 015	1 052	1 073	1 070	1 066	1 054	1 042	1 030
Plantes aromatiques, médicinales et à parfum	52 665	55 254	56 328	56 179	56 030	55 380	54 731	54 081
Vignes hors raisin de table	778 389	776 830	737 909	700 948	665 849	632 582	600 975	570 945
Arboriculture (dont pépinières)	194 820	196 430	188 798	181 165	173 533	164 154	155 338	147 050
Maraichage	356 585	370 080	370 080	370 080	370 080	370 080	370 080	370 080
Jardins et vergers familiaux	154 409	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149
Autres cultures permanentes (oseraie, canne de Provence...)	17 584	18 664	22 754	26 844	30 935	30 935	30 935	30 935

Tableau 45: Evolution des surfaces par grande catégorie en AME 2021 (ha)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Total SAU	28 319 299	28 573 527	28 372 212	28 212 055	28 086 406	27 940 564	27 816 240	27 715 900
Grandes cultures	13 935 341	14 491 335	14 735 477	14 812 342	14 899 437	14 906 608	14 919 473	14 923 296
Prairies	12 695 966	12 367 890	11 961 770	11 765 417	11 591 481	11 483 564	11 389 246	11 325 850
Autres	1 687 992	1 714 302	1 674 964	1 634 295	1 595 488	1 550 393	1 507 520	1 466 754

3.7.2.2 Evolution des productions

Comme pour l'AME 2018⁸, deux grands types de systèmes de production ont été considérés : les **systèmes conventionnels** et les **systèmes en agriculture biologique**. Ils se distinguent ici par des rendements et des apports en engrais minéraux différenciés.

L'évolution globale des surfaces en agriculture biologique est fondée sur la tendance utilisée dans l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles d'après l'Agence bio. **Les pourcentages ont été révisés à la hausse du fait de la tendance constatée ces dernières années (en 2050, environ 17% de surface en agriculture biologique, contre environ 12% dans le précédent AME 2018⁸).** La part des surfaces en agriculture biologique pour les protéagineux et le soja est plus élevée que pour les autres cultures car ce sont des cultures essentielles pour le développement de l'agriculture biologique, en vue de la réduction des apports azotés minéraux.

Tableau 46 : Hypothèses relatives au développement des surfaces en agriculture biologique en AME

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
% surfaces grandes cultures et cultures fourragères en agriculture biologique	5,5%	6,0%	8,8%	10,6%	12,3%	13,8%	15,4%	16,9%
<i>dont sur grandes cultures et fourrages, hors protéagineux</i>	4,5%	5,0%	7,3%	8,8%	10,3%	11,6%	12,9%	14,2%
<i>dont sur protéagineux et soja</i>	37,3%	37,8%	50,8%	55,1%	58,8%	63,2%	67,4%	71,4%

Pour cet exercice, on considère que **les rendements en système conventionnel n'évoluent plus sur la période**. Ces rendements stabilisés sont estimés à partir des moyennes constatées entre 2014 et 2018. Pour les systèmes en agriculture biologique, on considère que les rendements progressent au fil du temps pour se rapprocher des rendements obtenus en système conventionnel. Ces hypothèses de progression ont été reprises de l'AME 2018⁸.

Tableau 47 : Hypothèses relatives à l'évolution des rendements en agriculture biologique en AME

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
% rendement bio (grandes cultures et fourrages, hors protéagineux) par rapport au conventionnel	57%	57%	59%	61%	64%	66%	68%	70%
% rendement bio (protéagineux et soja) par rapport au conventionnel	53%	54%	57%	61%	64%	68%	71%	75%

Le tableau ci-dessous présente les productions obtenues, issues de l'ensemble des hypothèses mentionnées plus haut.

SCENARIO AIR : HYPOTHESES ET RESULTATS

Tableau 48 : Evolution des productions de grandes cultures et prairies en AME

es pour	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	39 409 446	34 655 255	34 898 154	34 975 553	35 115 072	35 131 218	35 190 210	35 231 751
ps	107 016	94 106	94 765	94 976	95 354	95 398	95 559	95 671
	1 523 814	1 229 154	1 242 230	1 233 769	1 225 961	1 209 005	1 192 636	1 176 845
	42 388	34 191	34 555	34 320	34 103	33 631	33 176	32 736
	136 955	129 347	130 723	129 833	129 011	127 227	125 504	123 843
niver	9 247 366	8 263 303	8 323 825	8 341 904	8 374 798	8 377 078	8 389 581	8 397 927
e	4 477 651	4 001 159	4 030 464	4 039 218	4 055 146	4 056 250	4 062 304	4 066 345
	234 651	226 708	229 120	227 559	226 119	222 992	219 973	217 060
	172 508	119 175	308 221	200 672	181 019	170 385	177 589	177 794
e)	12 995 626	13 630 800	13 726 368	13 747 550	13 791 802	13 785 129	13 794 482	13 798 012
	427 879	467 369	472 341	469 123	466 155	459 707	453 483	447 479
	1 660 793	1 512 752	1 528 845	1 518 432	1 508 823	1 487 954	1 467 809	1 448 374
	229 238	220 356	222 700	221 184	219 784	216 744	213 810	210 979
(hors	457 328	168 268	358 259	323 425	463 582	443 222	453 177	451 465
	83 599	79 818	79 128	78 798	78 508	78 330	78 186	78 078
cte)	3 516 595	4 656 485	5 220 456	4 889 756	3 401 553	3 740 137	3 795 886	3 767 868
t	6 704	8 877	9 952	9 321	6 484	7 130	7 236	7 183
	1 298 137	1 380 931	1 396 641	1 386 990	1 378 075	1 358 413	1 339 414	1 321 066
	45 503	60 253	67 551	63 271	44 015	48 396	49 117	48 755
	13 081	17 321	19 418	18 188	12 653	13 912	14 119	14 015
	177 381	31 180	29 288	29 035	28 967	30 298	31 797	33 466
	700 000	710 000	700 000	710 000	700 000	710 000	710 000	710 000

<i>Tonnes de MS pour les fourrages, tonnes pour les autres cultures</i>		2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autres grandes cultures	Choux, racines et tubercules fourragers	679 937	517 958	509 649	501 340	493 031	487 364	481 697	476 030
	Betteraves industrielles	38 024 386	42 863 530	43 319 514	43 024 465	42 752 190	42 160 884	41 590 072	41 039 400
	Pommes de terre	8 558 326	8 458 163	8 548 141	8 489 920	8 436 192	8 319 511	8 206 874	8 098 211
Fourrage annuel	Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	16 322 677	18 794 745	18 599 048	18 400 869	18 200 929	18 311 651	18 416 193	18 515 796
	Autres fourrages annuels	1 075 708	1 055 634	1 038 700	1 021 765	1 004 831	993 281	981 731	970 182
Prairies artificielles		476 071	3 410 682	3 684 742	3 779 385	3 874 027	3 968 669	4 063 311	4 157 954
Prairies temporaires		2 660 887	16 363 363	21 281 010	19 331 511	19 182 348	19 225 574	19 835 405	20 561 963
Prairies permanentes	Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	29 937 628	36 299 997	35 909 505	35 519 012	35 128 520	34 738 027	34 347 534	33 957 042
	STH peu productives (parcours, landes, alpages)	2 958 226	3 271 364	3 115 589	2 959 814	2 804 039	2 648 263	2 492 488	2 336 713

3.7.2.3 Evolution des intrants

Engrais minéraux

L'outil Clim'agri⁵⁰ de l'ADEME permet d'estimer les apports en azote minéral à partir des surfaces par culture et par système (conventionnel, biologique), en utilisant des apports moyens (kg N minéral/ha) pouvant varier selon le rendement associé. Cette estimation, pour les années connues, donne une consommation d'azote minéral inférieure d'environ 10% par rapport à celle estimée à partir des livraisons UNIFA. Ainsi, pour la projection de l'azote total minéral épandu, le choix a été fait d'utiliser seulement l'évolution de la fertilisation azotée minérale estimée par l'outil Clim'agri, en l'appliquant aux dernières estimations de la consommation d'azote minéral, issues de l'inventaire.

Il s'agit ensuite d'estimer l'évolution du mix des formes azotées minérales épandues. Les hypothèses suivantes ont été retenues :

- **L'évolution des quantités d'urée** utilisée est issue de l'AME 2018. La tendance (à la hausse) a néanmoins été ralentie entre 2019 et 2030 afin de refléter le recul de cette forme constaté ces dernières années.
- **L'évolution des quantités d'ammonitrates** utilisée est issue de l'AME 2018⁸. La tendance (à la baisse) a néanmoins été ralentie entre 2019 et 2030 afin de refléter le ralentissement de la baisse de cette forme constaté ces dernières années.
- **L'évolution des quantités de solution azotée** utilisée est issue de l'AME 2018⁸. La tendance (à la hausse) a néanmoins été légèrement accélérée entre 2019 et 2020 afin de refléter la reprise de cette forme constatée ces dernières années.
- **Les autres engrais simples et composés** constituent le solde.

Tableau 49 : Consommation d'intrants minéraux en AME

tonnes N	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Urée	446 324	453 247	496 346	549 249	602 153	650 335	698 518	746 701
Ammonitrates	792 912	771 623	712 381	606 524	500 666	397 039	293 411	189 783
Solution azotée	719 115	726 109	747 391	765 183	782 974	796 722	810 470	824 218
Autres simples et composés	236 565	219 556	184 017	162 506	157 973	156 985	157 159	155 158
TOTAL	2194 915	2 170 535	2 140 135	2 083 461	2 043 767	2 001 081	1 959 558	1 915 860

La catégorie ammonitrates présentée ci-dessus comporte des calcium ammonium nitrate (CAN), qui correspondent aux ammonitrates bas-dosage. Ces CAN comportent du calcaire/dolomie, qu'il est important d'estimer pour les calculs d'inventaire car leur épandage entraîne des émissions de CO₂. L'évolution du tonnage est estimée à partir des tonnes d'ammonitrates projetées.

Tableau 50 : Consommation de calcaire/dolomie des CAN en AME

tonnes	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Calcaire/dolomie dans les CAN	332 604	396 737	366 277	311 850	257 422	204 141	150 860	97 579

⁵⁰ <https://www.ademe.fr/expertises/produire-autrement/production-agricole/passer-a-l'action/dossier/evaluation-environnementale-agriculture/loutil-climagri>

Engrais organiques, animaux à la pâture et résidus

Les engrais organiques comprennent différents apports d'azote. Les hypothèses associées à chacun de ces apports sont les suivantes :

- **Les déjections produites et épandues sur le territoire** : l'estimation de l'azote épandu est un calcul impliquant de nombreux paramètres (en commençant par les effectifs animaux) permettant un suivi exhaustif de l'azote. La méthodologie est détaillée dans OMINEA 2021²⁸.
- **Les déjections en provenance d'autres pays** : ces quantités sont maintenues constantes sur la période, égales à 2019.
- **Les boues** : ces quantités sont maintenues constantes sur la période, égales à 2019.
- **Les composts** : ces quantités sont maintenues constantes sur la période, égales à 2019.
- **Les résidus de culture** : ces quantités résultent d'un calcul impliquant de nombreux paramètres (en commençant par les surfaces et les productions). La méthodologie est détaillée dans OMINEA 2021²⁸.
- **Les digestats issus de cultures** (attention, les digestats de déjections animales sont comptabilisés avec les déjections) : l'évolution présentée provient de l'AME 2018⁸, appliquée aux dernières données disponibles issues de l'inventaire.
- **L'azote excrété par les animaux à la pâture** : il est estimé à partir, entre autres, des cheptels. La méthodologie est détaillée dans OMINEA 2021²⁸.

Tableau 51 : Evolution des quantités d'azote des engrais organiques et de la pâture en AME

tonnes N	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Déjections produites en France	517 183	514 315	518 665	520 441	521 606	522 971	524 329	525 692
Déjections importées	25 299	25 299	25 299	25 299	25 299	25 299	25 299	25 299
Boues	18 907	18 907	18 907	18 907	18 907	18 907	18 907	18 907
Composts	33 930	33 930	33 930	33 930	33 930	33 930	33 930	33 930
Résidus de culture	942 324	972 625	969 332	968 729	971 102	973 514	977 512	983 550
Digestats de cultures	10 405	10 660	21 241	31 877	42 583	54 734	66 916	79 138
Azote excrété par les animaux à la pâture	860 296	857 353	840 266	823 216	805 777	785 079	764 289	743 381
TOTAL	2 408 343	2 433 088	2 427 640	2 422 398	2 419 204	2 414 433	2 411 182	2 409 898

Autres amendements

On considère que les pratiques de chaulage se maintiennent dans le temps : l'évolution des quantités de calcaire et de dolomie épandues sont indexées sur l'évolution de la SAU.

Tableau 52 : Consommation de calcaire et de dolomie pour le chaulage en AME

tonnes	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Calcaire	1 304 841	1 316 945	1 307 890	1 299 925	1 293 465	1 285 825	1 279 125	1 273 592
Dolomie	198 276	200 115	198 739	197 529	196 547	195 387	194 368	193 528

3.7.2.4 Pratiques de réduction

Pour les engrais minéraux, deux pratiques de réduction des émissions de NH₃ sont prises en compte dans l'inventaire et les calculs de projections : l'ajout d'inhibiteur d'uréase et l'enfouissement rapide post-épandage (solution azotée et urée). Les évolutions de ces pratiques sont issues de l'AME 2018⁸ mais ont été ajustées pour assurer la cohérence avec les dernières données disponibles dans l'inventaire. Ainsi, la part de solution azotée enfouie rapidement a été revue à la hausse.

Tableau 53 : Evolution des techniques de réduction des émissions de NH₃ pour les engrais minéraux en AME

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
% urée inhibée	18,9%	19,7%	23,6%	27,6%	31,6%	35,5%	39,5%	43,4%
% urée enfouie	14,6%	15,2%	18,3%	21,3%	24,4%	27,4%	30,5%	33,6%
% solution azotée enfouie	8,3%	8,7%	10,5%	12,4%	14,3%	16,1%	18,0%	19,8%

Les techniques de réduction des émissions d'ammoniac lors de l'épandage des déjections ont été présentées plus haut.

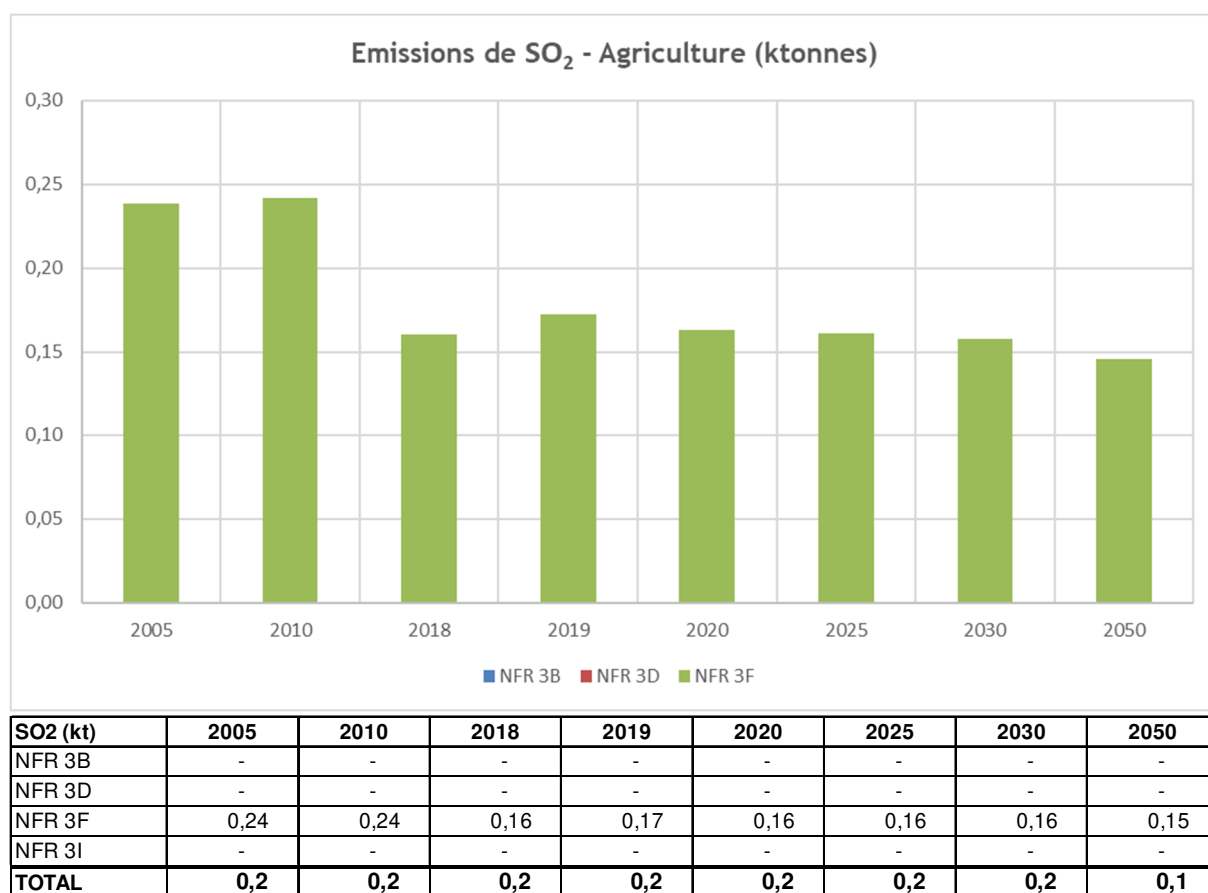
3.7.3 Données relatives au brûlage (NFR 3F)

La part brûlée par culture (en grandes cultures comme en viticulture) reste constante dans les projections, égale à la valeur 2019 de l'inventaire. Les quantités brûlées résultantes sont présentées par grande catégories ci-dessous :

Tableau 54 : Evolution des quantités brûlées en AME

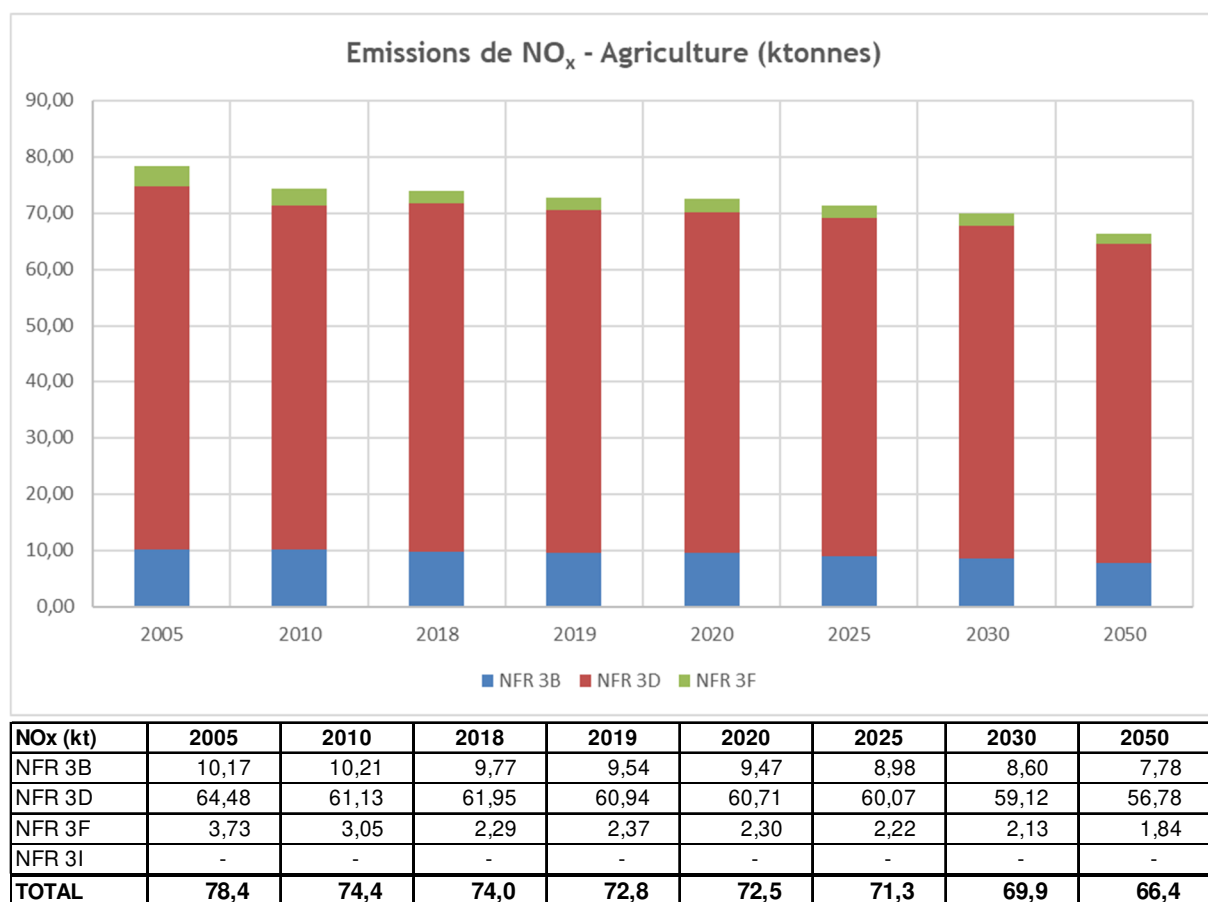
Tonnes de matière sèche	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Grandes cultures	273 734	252 601	254 913	254 002	251 709	251 785	251 652	251 325
Viticulture (sarments)	172 131	169 895	161 401	153 331	145 664	138 381	131 462	124 889

3.7.4 Evolution des émissions de l'agriculture



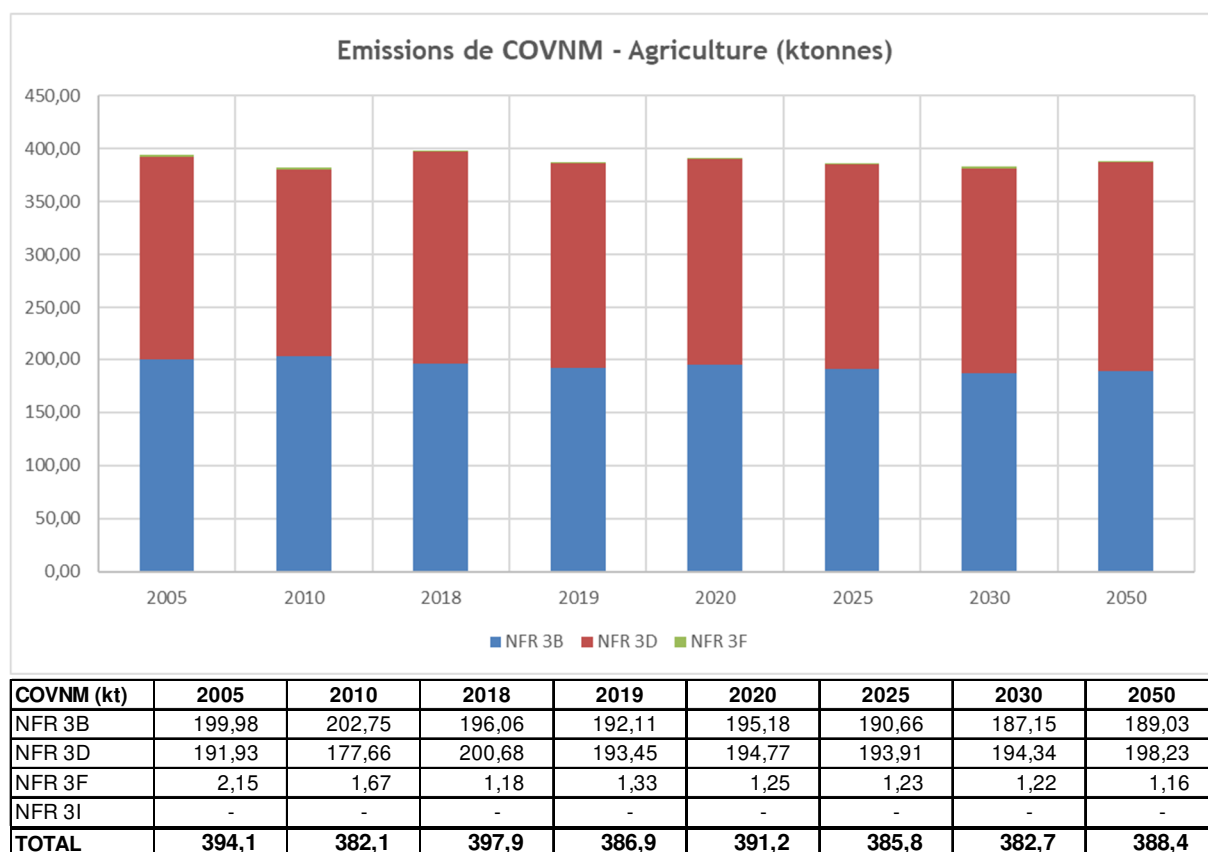
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 45 : Evolution des émissions de SO₂ liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021 ⁶)



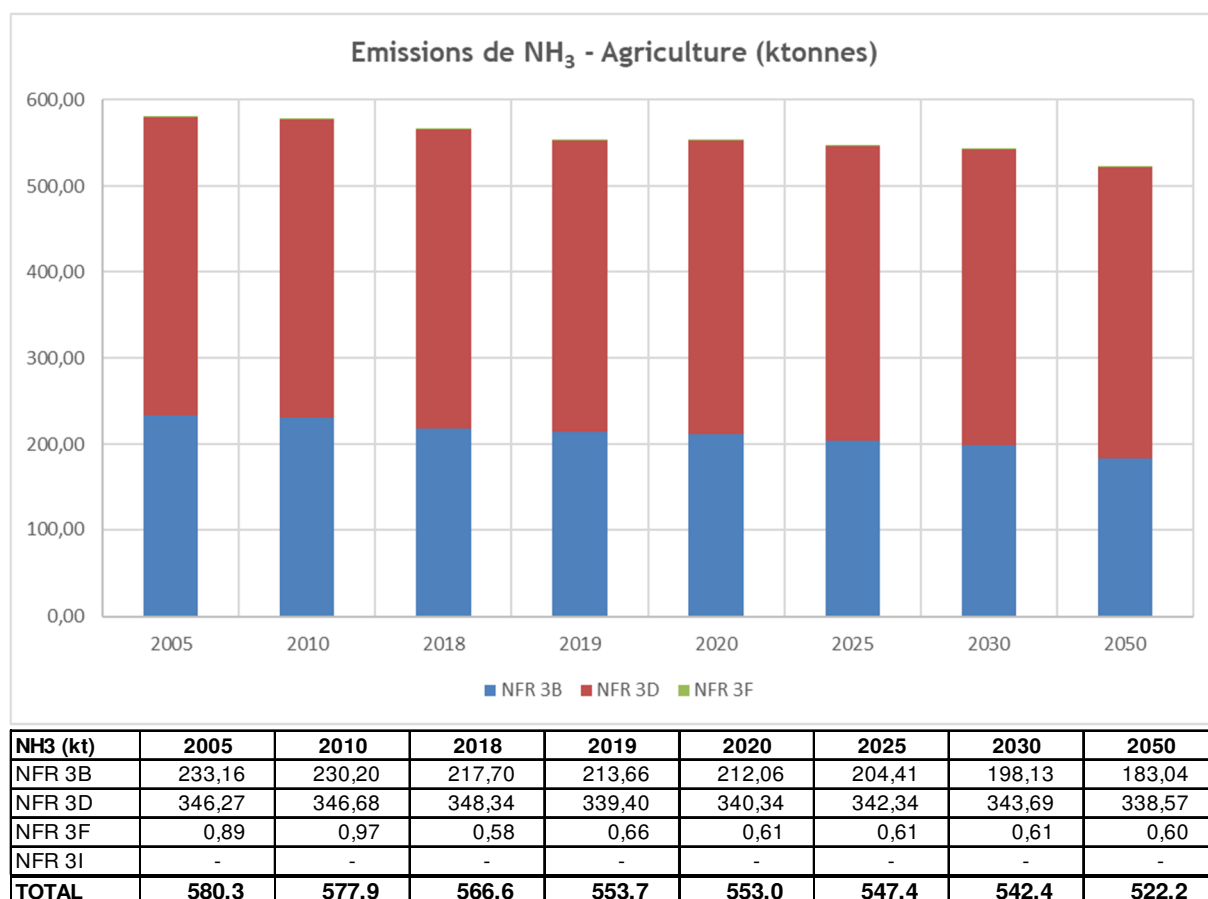
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 46 : Evolution des émissions de NO_x liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

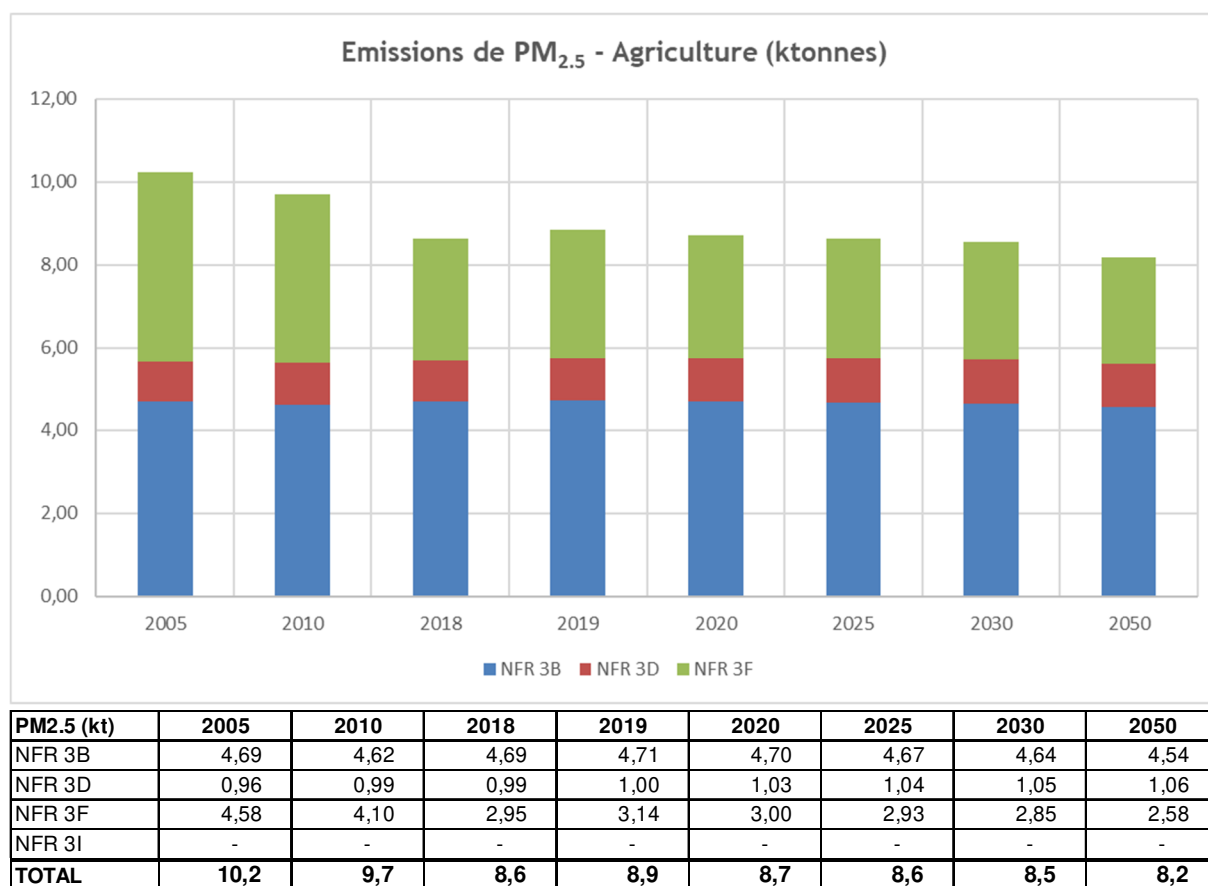
Figure 47 : Evolution des émissions de COVNM liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 48 : Evolution des émissions de NH₃ liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

En 2030, les émissions de NH₃ diminuent de 6,5% par rapport à 2005.



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 49 : Evolution des émissions de PM_{2.5} liées aux activités agricoles en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

3.8 Traitement et élimination des déchets (NFR 5)

3.8.1 Données d'activité

Les données d'activité ont été présentées au chapitre 2.1.6.

3.8.2 Facteurs d'émission et paramètres sectoriels

3.8.2.1 Stockage des déchets non dangereux (5A)

Les émissions de COVNM liées à la dégradation des déchets en Installation de Stockage de Déchets Non Dangereux (ISDND) sont calculées sur la base des émissions de CH₄. On considère que les émissions de COVNM sont directement corrélées aux émissions de CH₄ et représentent 1% de ces dernières (repris de l'inventaire des émissions de la Suisse). Cela correspond à un FE de COVNM de 7,1 g/m³. A titre de comparaison, le Guidebook EMEP/EEA de 2019¹⁵ propose un FE de COVNM (issu de l'inventaire anglais) de 5,65 g/m³. Le facteur d'émission utilisé dans l'inventaire français est donc conservatif par rapport au Guidebook. Le ratio COVNM/CH₄ utilisé jusqu'en 2050 est issu de la dernière mise à jour de l'inventaire national.

Les autres facteurs d'émission sont supposés rester constants sur toute la période (poussières liées à la manipulation des déchets, émissions liées à la combustion du biogaz).

3.8.2.2 Traitements biologiques (5B)

Le facteur d'émission moyen de NH₃ évolue chaque année du fait des quantités respectives de chaque catégorie de déchets entrants en centre de compostage. Le facteur d'émission de NH₃ estimé pour l'année 2019 (dernière année inventoriée) a été reporté jusqu'en 2050.

La méthanisation des déjections des animaux d'élevages entre également dans les traitements biologiques. Le facteur d'émission du NH₃ est considéré constant sur l'ensemble de la période inventoriée et jusqu'en 2050.

3.8.2.3 Incinération et feux ouverts (5C)

Le secteur NFR 5C couvre l'incinération et les feux ouverts de déchets. Dans l'inventaire national, l'incinération concerne :

- les déchets non dangereux (DND),
- les déchets industriels (DD),
- les déchets de soin (DASRI),
- les boues de stations d'épuration,
- les déchets agricoles,
- la crémation des corps.

L'incinération des déchets non dangereux couvre les usines d'incinération des déchets non dangereux (UIDND) avec et sans récupération d'énergie.

Les feux ouverts couvrent les feux de déchets verts par les particuliers et les feux de véhicules.

Pour l'ensemble de ces sous-secteurs, les facteurs d'émission des différents polluants de la dernière année de l'inventaire (soit 2019) ont été reportés jusqu'en 2050.

3.8.2.4 Traitement des eaux (NFR 5D)

Le traitement des eaux usées domestiques et des eaux industrielles est considéré comme une source de polluant (COVNM).

Concernant le traitement des eaux usées industrielles, les émissions sont calculées sur la base de la quantité d'eaux usées traitées aux différents horizons temporels. Les quantités d'eaux usées traitées jusqu'en 2050 sont estimées sur la base de la dernière année inventoriée (soit 2019)¹⁸ et sur la base de la population estimée reliée à des STEU à l'horizon 2050. En ce qui concerne les émissions associées au traitement des eaux domestiques, elles sont estimées en fonction de la quantité eaux usées traitées dans les STEP. L'évolution de cette quantité a été indexée sur le nombre d'habitant raccordé à des STEP.

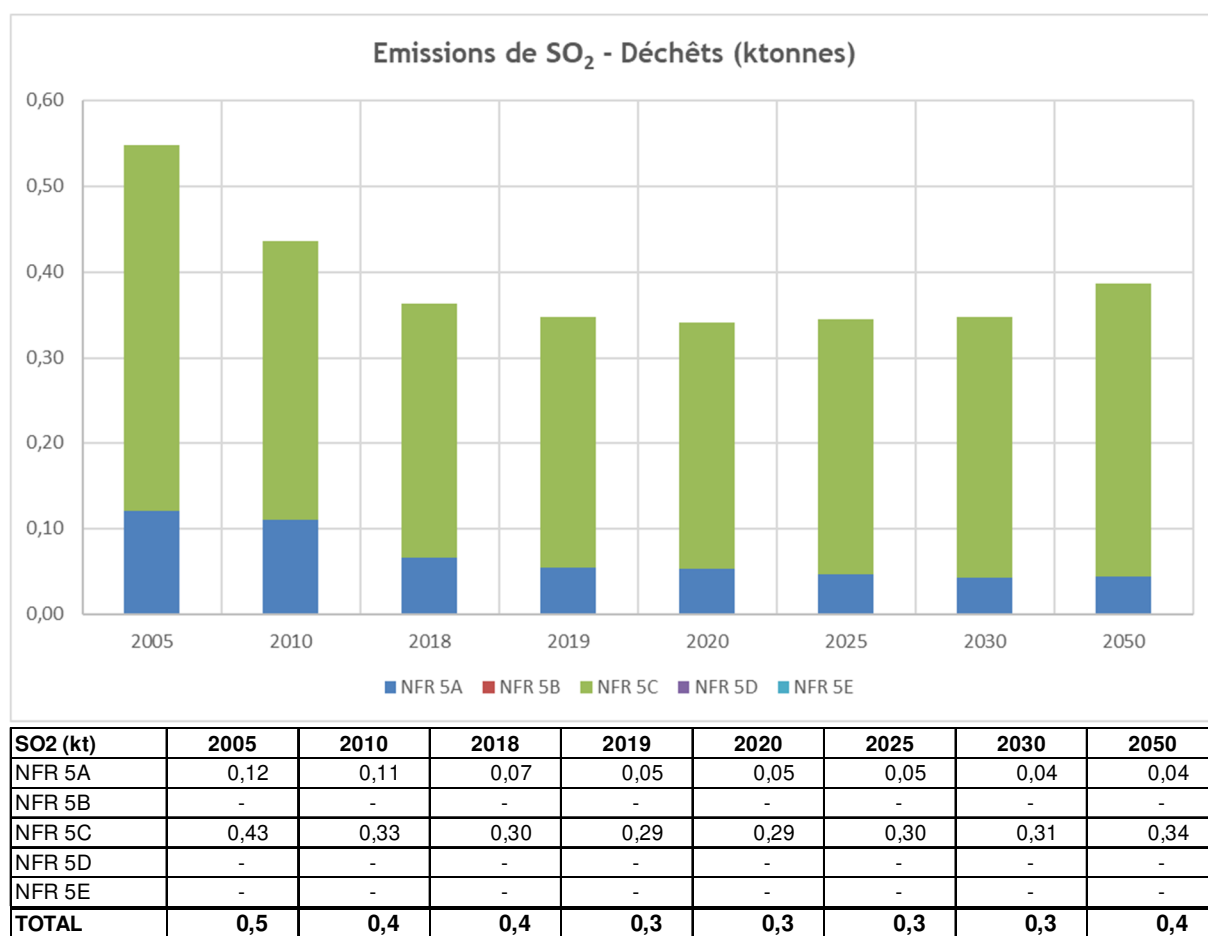
Les facteurs d'émission issus de la dernière édition de l'inventaire national¹⁸ ont été reportés jusqu'en 2050.

3.8.2.5 Autres traitements de déchets (NFR 5E)

Les « autres traitements de déchets » regroupent les émissions liées aux feux de bâtiments.

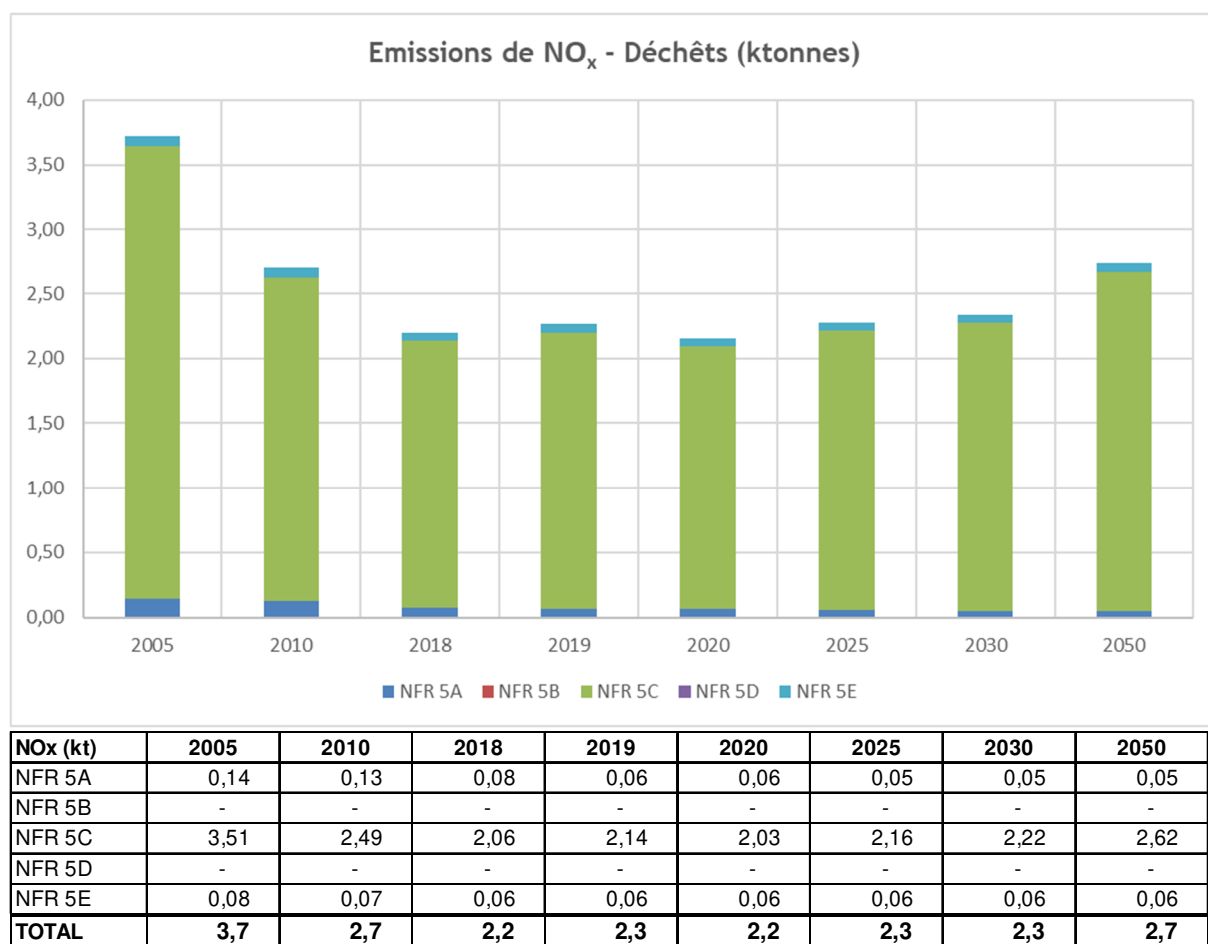
Le nombre de feux de bâtiments ainsi que les facteurs d'émission sont issus de la dernière édition de l'inventaire national et sont considérés constants jusqu'en 2030.

3.8.3 Evolution des émissions



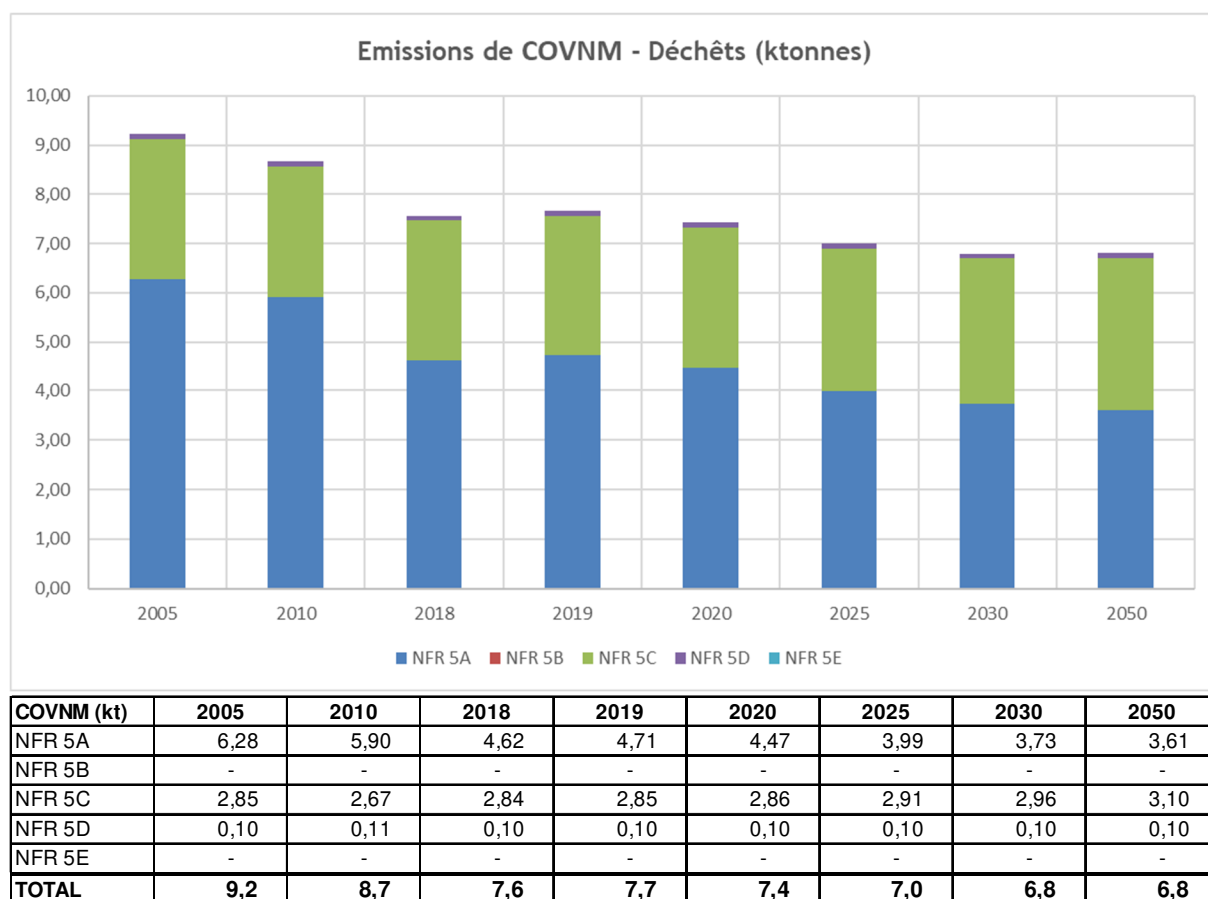
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 50 : Evolution des émissions de SO₂ liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



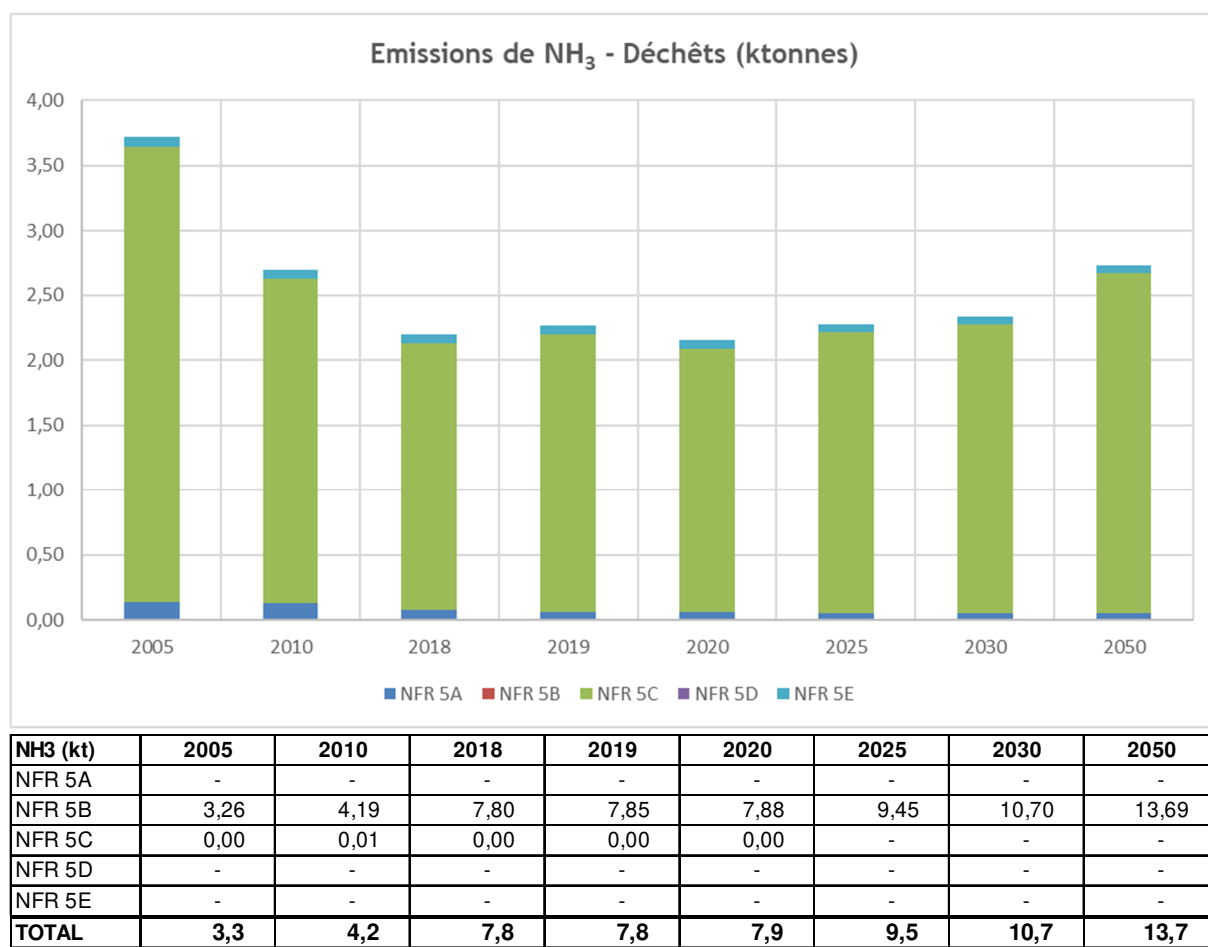
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 51 : Evolution des émissions de NO_x liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



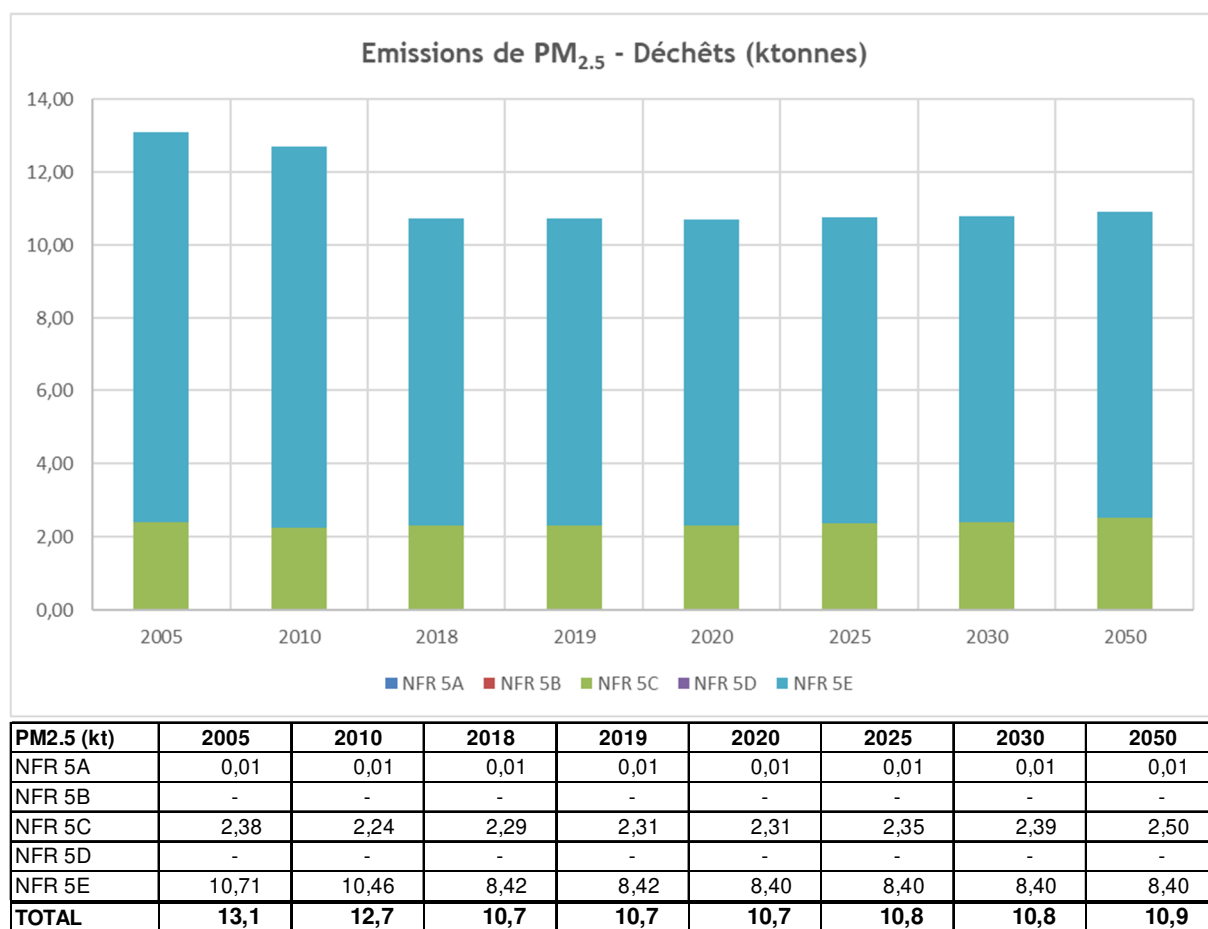
Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 52 : Evolution des émissions de COVNM liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 53 : Evolution des émissions de NH₃ liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)



Voir annexe I pour les codes NFR.

Figure 54 : Evolution des émissions de PM_{2.5} liées aux déchets en Métropole selon le scénario AME (sur base du scénario énergie climat AME 2021⁶)

4. HYPOTHESES ET RESULTATS D'EMISSIONS DU SCENARIO AMS

4.1 Emissions totales de polluants selon AME et AMS et comparaison aux plafonds

4.1.1 Résumé de l'atteinte des objectifs

L'évolution des émissions de polluants selon le scénario AMS est présentée dans le tableau suivant. Les résultats du scénario AME sont également rappelés pour permettre de mieux identifier les réductions apportées par les mesures supplémentaires de l'AMS. Comme cela a été fait au chapitre 3.1.1, une comparaison aux engagements du PREPA³ et à ceux de la directive 2284/2016² ou NECD est présentée. La comparaison se fait à périmètre des sources d'émissions prises en compte équivalent pour les NO_x et les COVNM. En effet, il est rappelé que pour les COVNM et les NO_x, des émissions auparavant comptabilisées « hors total » dans les inventaires d'émissions nationaux, issues du secteur agricole, sont désormais incluses dans les totaux nationaux¹⁸, conformément au guide méthodologique EMEP¹⁵ le plus récent, alors qu'elles n'étaient pas prises en compte lors de l'établissement des plafonds.

La comparaison se fait donc sur un périmètre équivalent à celui utilisé pour les objectifs fixés pour les NO_x et les COVNM par le Protocole de Göteborg¹ et par la Directive 2284/2016² (le chapitre 3.1.1 donne les explications nécessaires). Ces sources d'émissions de NO_x et COVNM ont été présentées au chapitre 3.1⁵¹ (dans le tableau suivant, les sources agricoles des NFR 3B et 3D émettrices de COVNM et NO_x ont été soustraites).

Les émissions 2005 à 2019 sont issues du dernier exercice d'inventaire réalisé par le Citepa pour le MTECT¹⁸.

⁵¹ Ces sources d'émissions de NO_x sont liées à la gestion des déjections, à l'épandage de fertilisants minéraux, des déjections animales et d'autres engrais organiques azotés, ainsi qu'aux animaux à la pâture. Pour les COVNM, il s'agit de sources liées à la gestion du fumier (bâtiment, stockage, épandage, pâture), des entrepôts d'ensilage (fermentation des fourrages), et du fonctionnement biologique des cultures (émissions attirant les insectes pollinisateurs par exemple).

Tableau 55 : Evolution des émissions de polluants selon les scénarios AME et AMS et comparaison aux objectifs de la directive 2284/2016²

Polluant	Scénario	Unité	Année				
			2005	2020	2025	2030	2050
NO _x	AME	kt	1422	547	443	332	269
		%		-62%	-69%	-77%	-81%
	AMS	kt		547	440	331	257
		%		-62%	-69%	-77%	-82%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		711	569	441	-
		%		-50%	-60%	-69%	-
SO ₂	AME	kt	462	90	88	80	68
		%		-81%	-81%	-83%	-85%
	AMS	kt		90	88	75	66
		%		-81%	-81%	-84%	-86%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		208	157	106	-
		%		-55%	-66%	-77%	-
COVNM	AME	kt	1189	555	542	529	518
		%		-53%	-54%	-56%	-56%
	AMS	kt		555	525	509	487
		%		-53%	-56%	-57%	-59%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		678	630	571	-
		%		-43%	-47%	-52%	-
NH ₃	AME	kt	621	590	586	582	564
		%		-5%	-6%	-6%	-9%
	AMS	kt		584	554	526	487
		%		-6%	-11%	-15%	-22%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		596	571	540	-
		%		-4%	-8%	-13%	-
PM _{2.5}	AME	kt	247	108	96	86	72
		%		-56%	-61%	-65%	-71%
	AMS	kt		108	91	80	66
		%		-56%	-63%	-68%	-73%
	Objectifs NEC/PREPA	kt		180	143	106	-
		%		-27%	-42%	-57%	-

Ainsi, avec les quelques mesures du scénario AMS qui ont pu être évaluées quantitativement dans le présent rapport, en 2030, les réductions des émissions exigées par la directive 2284/2016 sont respectées pour l'ensemble des polluants dont le NH₃ (polluant pour lequel le scénario AME était insuffisant). Les mesures supplémentaires adoptées dans le scénario AMS permettent de réduire les émissions de de NH₃ de 11% en 2025 pour un objectif de 8% selon le PREPA³ et de 15% en 2030 pour un objectif de 13% selon le PREPA³ et la Directive 2284/2016² (pour mémoire, les objectifs PREPA³ sont identiques aux objectifs de la directive 2284/2016², mais la directive ne donne pas de point de passage en 2025).

Les mesures adoptées dans le scénario AMS et qu'il a été possible d'estimer et d'intégrer à ces évaluations quantitatives en 2021 (cf. introduction du Scénario AMS, en partie 2.2.2.) dans le cadre de ce rapport d'évaluation de l'évolution des émissions de polluants (baisse de la teneur en soufre du fioul domestique, décision relative aux gros consommateurs industriels de solvants, ZFE-m supplémentaires, zone SECA en Méditerranée, APU dans les aéroports et augmentation des taux

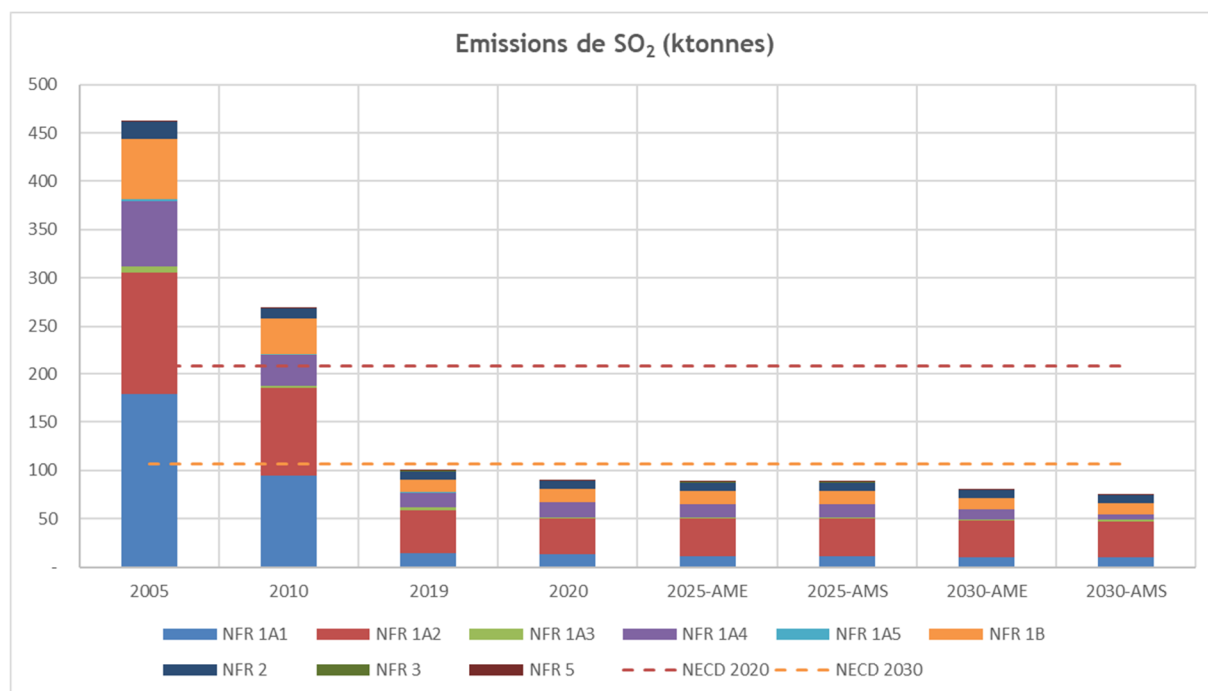
d'usages des bonnes pratiques agricoles), permettent de façon générale de consolider les réductions obtenues dans le scénario AME, et d'atteindre les objectifs fixés concernant le NH_3 . Compte tenu de la nature des mesures AMS qu'il a été possible de quantifier dans ce rapport, il apparaît que les différences restent modestes à l'échelle nationale en 2030 pour quatre polluants mais sont fortes pour le NH_3 . Une réduction supplémentaire de 1,6 kt est obtenue pour les NO_x , de 5,2 kt pour le SO_2 , de 19,5 kt pour les COVNM, et de 6,1 kt pour les $\text{PM}_{2.5}$. Pour le NH_3 , une réduction des émissions supplémentaires de 56,5 kt est obtenue avec AMS.

Ces résultats provisoires de l'estimation AMS sont donc à nuancer : i/du fait d'une évaluation très partielle des mesures AMS (avec un effort plus important mené afin d'évaluer les mesures supplémentaires liées aux émissions de NH_3 compte tenu de la non atteinte de l'objectif en 2030 dans le scénario AME) ; ii/ il est par ailleurs à noter que certaines mesures peuvent avoir des effets très importants en termes de concentration au niveau local, même si les réductions d'émissions engendrées au niveau national peuvent apparaître moins significatives.

Une estimation quantitative plus complète de l'AMS sera réalisée en 2022/2023.

Plus d'explications sont fournies ci-après.

4.1.2 Emissions de SO₂



SO ₂ (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS
NFR 1A1	179,3	94,8	13,8	12,8	11,2	11,2	10,4	10,4
NFR 1A2	125,7	90,1	45,2	36,8	38,7	38,7	37,2	37,1
NFR 1A3	7,1	2,4	2,3	1,1	1,7	1,7	1,6	1,6
NFR 1A4	67,2	32,7	15,7	15,9	13,0	13,0	10,0	5,0
NFR 1A5	2,1	1,1	0,7	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
NFR 1B	62,2	37,0	12,2	13,5	13,7	13,7	11,8	11,8
NFR 2	18,0	10,3	9,3	9,0	8,9	8,9	8,5	8,5
NFR 3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
NFR 5	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
TOTAL	462,3	269,2	99,7	90,0	88,1	88,0	80,1	74,9
NECD 2020	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0	208,0
NECD 2030	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3

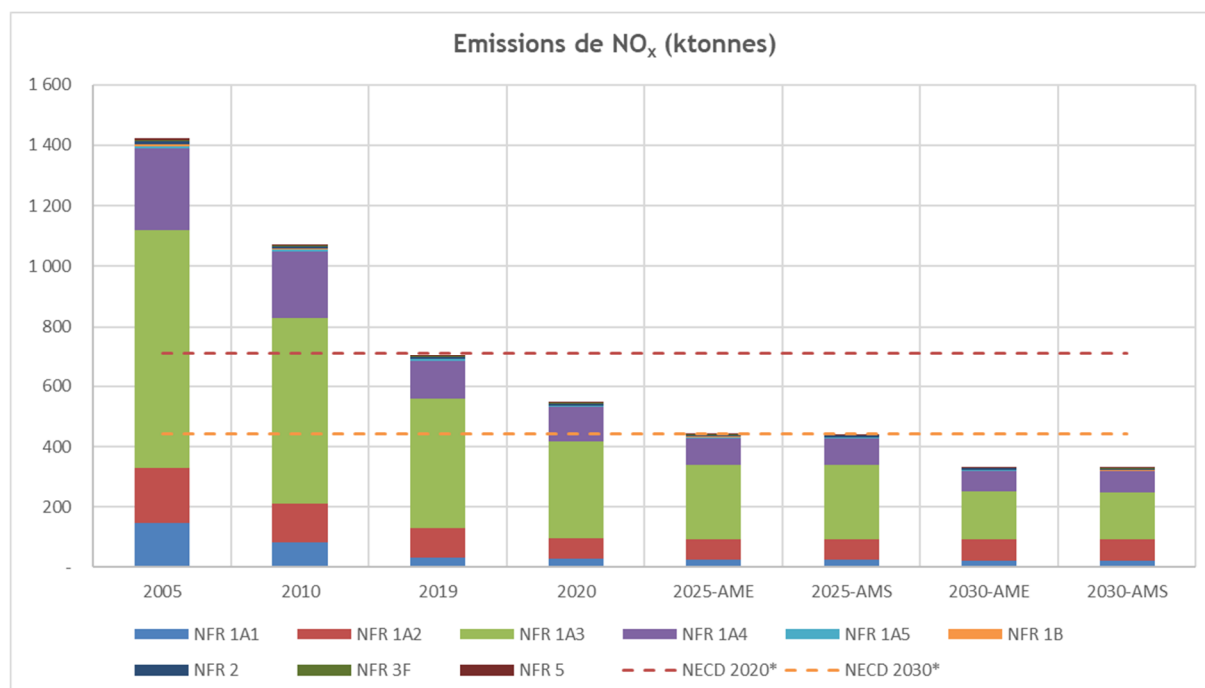
Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets.

Des réductions des émissions de SO₂ de 81% et 84% sont observées avec le scénario AMS, respectivement en 2025 et 2030, comparativement aux niveaux d'émission de 2005, permettant d'être conforme aux plafonds d'émissions réglementaires de la directive NEC et du PREPA.

En 2030, le scénario AMS tel qu'estimé permet une réduction supplémentaire des émissions de SO₂ de 5,2 kt par rapport à AME, majoritairement due à la baisse de la teneur en soufre du fioul domestique à 50 ppm à partir de 2027, pour les secteurs du résidentiel, du tertiaire et de l'industrie (i.e., NFR 1A2). Les émissions de SO₂ des autres secteurs sont très peu, voire pas impactées par le scénario AMS.

Ces réductions supplémentaires des émissions apportées par AMS, permettent de consolider le respect des objectifs de réduction de la directive NEC et du PREPA en 2025 et 2030. **1) Sensibiliser le grand public à l'impact sur la qualité de l'air du chauffage au bois avec des appareils peu performants**

4.1.3 Emissions de NO_x



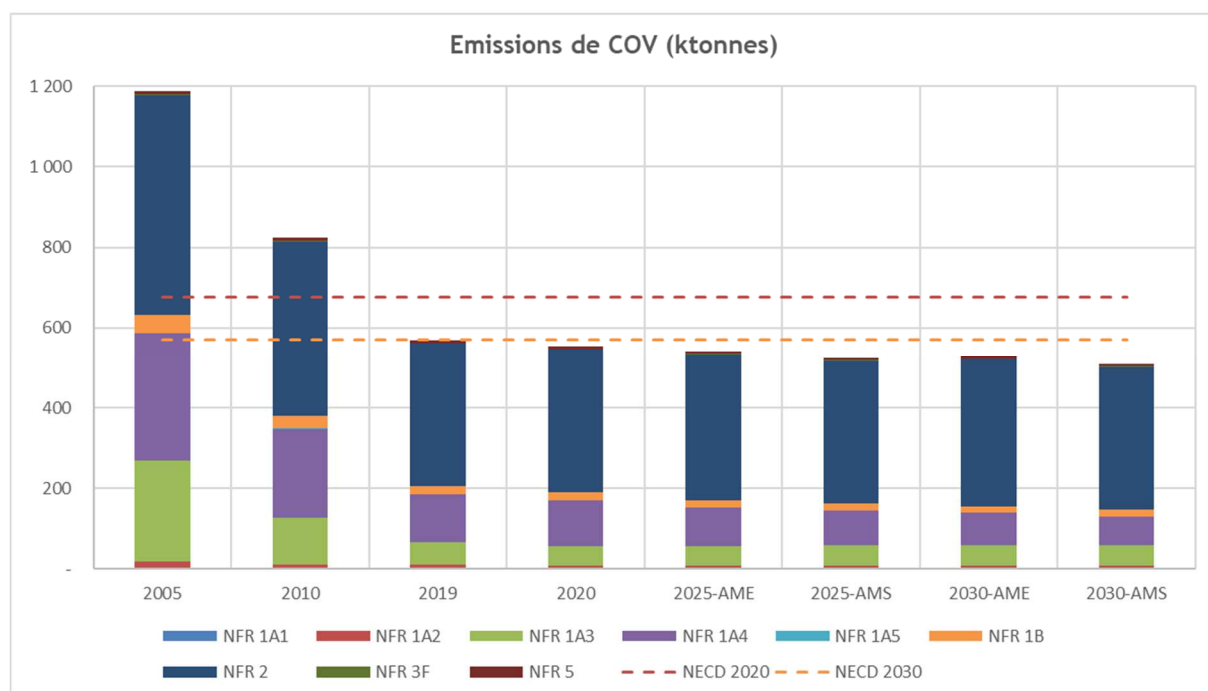
NO _x (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS
NFR 1A1	147,9	83,3	32,4	28,5	23,7	23,7	22,7	22,7
NFR 1A2	181,5	128,5	96,3	68,5	70,4	70,4	69,6	69,6
NFR 1A3	788,4	615,9	430,8	319,0	246,4	244,3	158,9	157,0
NFR 1A4	271,1	219,4	125,6	114,6	87,7	88,0	68,6	69,3
NFR 1A5	7,7	7,4	5,0	3,9	2,4	2,4	1,1	1,1
NFR 1B	5,2	4,8	1,9	2,0	2,0	2,0	1,7	1,7
NFR 2	12,7	7,5	6,7	6,2	5,5	5,0	5,2	4,9
NFR 3	78,4	74,4	72,8	72,3	71,3	68,5	69,9	64,3
NFR 5	3,7	2,7	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3
TOTAL	1 496,6	1 143,9	773,8	617,2	511,7	506,7	400,0	392,9
TOTAL hors NFR 3B/3D	1 421,9	1 072,6	703,3	547,2	442,6	440,4	332,3	330,7
NECD 2020*	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0	711,0
NECD 2030*	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8	440,8

* les plafonds donnés sont ceux sans considérer la part de l'agriculture (NFR 3B et 3D)

Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets.

Les émissions nationales de NO_x dans le scénario AMS tel qu'estimé sont réduites de 69% et 77% respectivement en 2025 et 2030, comparativement aux niveaux d'émission de 2005. Les réductions supplémentaires apportées par AMS permettent de consolider le respect des objectifs de réduction de la directive NEC et du PREPA.

4.1.4 Emissions de COVNM



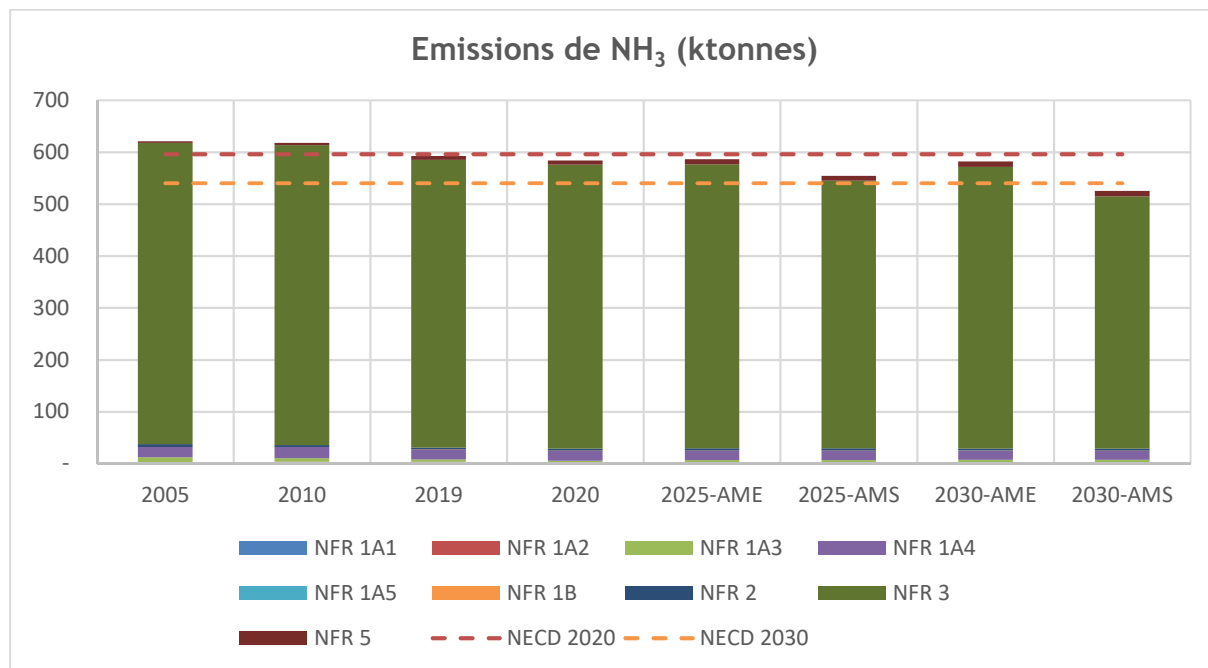
COVNM (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS
NFR 1A1	2,5	1,7	1,4	1,5	1,2	1,2	1,2	1,2
NFR 1A2	17,2	10,1	8,9	8,1	7,5	7,5	6,8	6,8
NFR 1A3	249,1	114,6	55,6	47,6	49,1	49,2	50,4	50,3
NFR 1A4	317,5	221,3	118,4	113,8	94,6	87,1	80,8	71,5
NFR 1A5	0,9	0,7	0,4	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1
NFR 1B	44,9	30,7	20,7	18,1	18,6	18,6	17,0	17,0
NFR 2	545,4	435,9	355,7	356,6	362,7	352,7	364,4	354,3
NFR 3	394,1	382,1	386,9	390,2	385,8	380,5	382,7	373,4
NFR 5	9,2	8,7	7,7	7,4	7,0	7,0	6,8	6,8
TOTAL	1 580,8	1 205,9	955,7	943,7	926,8	903,9	910,1	881,4
TOTAL hors NFR 3B/3D	1 188,9	825,5	570,1	554,7	542,3	524,7	528,6	509,1
NECD 2020*	677,7	677,7	677,7	677,7	677,7	677,7	677,7	677,7
NECD 2030*	570,7	570,7	570,7	570,7	570,7	570,7	570,7	570,7

* les plafonds donnés sont ceux sans considérer la part de l'agriculture (NFR 3B et 3D)

Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets.

Des réductions d'émissions de COVNM de 56% et 57% sont observées dans le scénario AMS, respectivement en 2025 et 2030 comparativement aux niveaux d'émission de 2005.

En 2030, le scénario AMS tel qu'estimé permet une réduction supplémentaire des émissions de COVNM hors agriculture (i.e., NFR 3B et 3D) de 19,5 kt par rapport à AME, notamment grâce à l'application de la décision d'exécution sur le traitement de surface aux solvants organiques dans les activités concernées (telles que imprimerie, applications de peinture,... activités incluses dans le NFR 2) et à l'impact du plan d'actions pour la réduction des émissions issues du chauffage au bois (appareils de chauffage au bois inclus dans le NFR 1A4). Ces réductions supplémentaires des émissions apportées par AMS, permettent de consolider le respect des objectifs de réduction de la directive NEC et du PREPA en 2025 et 2030.

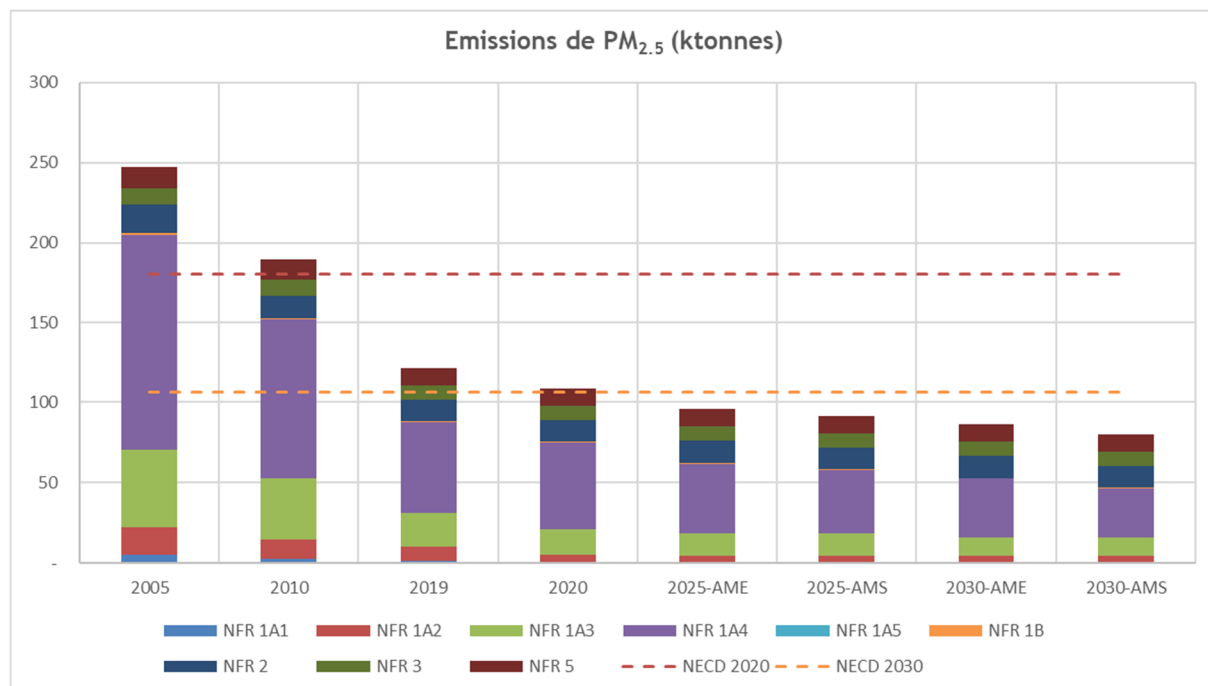
4.1.5 Emissions de NH₃

NH ₃ (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS
NFR 1A1	0,1	0,4	1,1	1,0	1,1	1,1	1,1	1,1
NFR 1A2	1,9	3,2	2,5	1,5	1,9	1,9	2,0	2,0
NFR 1A3	10,0	6,8	4,4	3,3	3,9	4,0	4,5	4,5
NFR 1A4	20,0	21,7	19,7	19,5	18,6	18,6	17,4	17,4
NFR 1A5	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-
NFR 1B	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NFR 2	5,3	3,5	3,4	3,8	3,9	3,9	3,9	3,8
NFR 3	580,3	577,9	553,7	546,8	547,4	515,5	542,4	485,9
NFR 5	3,3	4,2	7,8	7,9	9,5	9,5	10,7	10,7
TOTAL	621,0	617,8	592,7	583,8	586,2	554,3	582,0	525,5
NECD 2020	596,2	596,2	596,2	596,2	596,2	596,2	596,2	596,2
NECD 2030	540,3	540,3	540,3	540,3	540,3	540,3	540,3	540,3

Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets.

Les émissions nationales de NH₃ dans le scénario AMS tel qu'estimé sont réduites de 8% et 15% respectivement en 2025 et 2030, comparativement aux niveaux d'émission de 2005. Les plafonds d'émissions de la directive NEC et du PREPA sont bien respectés, contrairement au scénario AME qui ne permettait pas de les atteindre.

En 2030, le scénario AMS tel qu'estimé permet d'éviter 56,5 kt d'émissions de NH₃ par rapport à AME par des mesures supplémentaires instaurées dans l'agriculture (i.e., NFR 3), notamment grâce aux efforts de réduction des émissions réalisés dans l'application des engrais inorganiques azotés (NFR 3Da1) et du fumier animal sur les sols agricoles (NFR 3Da2a).

4.1.6 Emissions de PM_{2.5}

PM2.5 (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS
NFR 1A1	5,5	2,6	1,3	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7
NFR 1A2	16,8	12,0	9,0	4,7	4,1	4,1	4,2	4,2
NFR 1A3	48,1	38,2	21,0	15,9	13,7	13,6	11,4	11,3
NFR 1A4	134,3	99,1	56,2	53,8	43,5	39,4	36,4	30,4
NFR 1A5	0,2	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
NFR 1B	0,8	0,5	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5
NFR 2	18,1	14,4	13,6	13,4	13,7	13,7	13,7	13,7
NFR 3	10,2	9,7	8,9	8,7	8,6	8,6	8,5	8,5
NFR 5	13,1	12,7	10,7	10,7	10,8	10,8	10,8	10,8
TOTAL	247,1	189,4	121,3	108,5	95,6	91,4	86,1	80,0
NECD 2020	180,4	180,4	180,4	180,4	180,4	180,4	180,4	180,4
NECD 2030	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3	106,3

Voir annexe I : NFR1A1 : industrie de l'énergie (combustion) ; NFR1A2 : industrie et construction (combustion) ; NFR1A3 : transports (combustion) ; NFR1A4 : résidentiel/tertiaire/agriculture/forêt (combustion) ; NFR1A5 : autres (combustion) ; NFR1B : Emissions fugitives liées aux combustibles ; NFR2 : procédés industriels ; NFR3 : agriculture ; NFR5 : déchets.

Des réductions des émissions de PM_{2.5} de 63% et 68% sont observées dans le scénario AMS tel qu'estimé, respectivement en 2025 et 2030, comparativement aux niveaux d'émission de 2005.

En 2030, le scénario AMS tel qu'estimé permet une réduction supplémentaire des émissions de PM_{2.5} de 6,1 kt par rapport à AME, en lien avec l'impact du plan d'action pour la réduction des émissions du chauffage résidentiel au bois (inclus dans le NFR 1A4) permettant un renouvellement accéléré des appareils de chauffage domestiques.

Ces réductions supplémentaires des émissions apportées par AMS permettent de consolider le respect des objectifs de réduction de la directive NEC et du PREPA en 2025 et 2030.

4.2 Réduction de la teneur en soufre du fioul domestique

4.2.1 Arrêté mettant en œuvre la limitation de la teneur en soufre du fioul lourd

L'arrêté du 16 mars 2021 relatif à la teneur maximale en soufre dans le fioul domestique réduit la teneur à 50 ppm au lieu de 1000 ppm⁵². Cette concentration doit être respectée pour le fioul domestique produit ou introduit sur le marché national à compter du 1er mars 2027.

4.2.2 Impact de la mesure sur les émissions de SO₂

Une réduction des émissions de SO₂ s'observe donc dans les secteurs où le combustible est consommé, notamment les secteurs de l'industrie (NFR 1A2), et du résidentiel tertiaire (1A4).

Les réductions obtenues sont les suivantes :

Tableau 56 : Evolution des émissions de SO₂ dans certains secteurs d'activités suite à la réduction de la teneur en soufre dans le fioul domestique considérée en AMS

SO ₂ (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS	2050-AME	2050-AMS
NFR 1A2	120,5	88,9	45,2	36,8	38,7	38,7	37,2	37,0	35,3	35,2
NFR 1A4ai	18,1	8,2	4,5	4,7	3,2	3,2	1,8	0,8	1,2	0,8
NFR 1A4bi (hors bois)	33,0	14,7	7,4	7,4	6,2	6,2	4,8	0,8	1,8	0,4
TOTAL	171,6	111,8	57,1	49,0	48,1	48,1	43,8	38,6	38,3	36,3

La réduction de la teneur en soufre permet une réduction supplémentaire des émissions de SO₂ de 5,1 kt en 2030 par rapport au scénario AME.

4.3 Nouvelles décisions relatives aux installations industrielles IED

4.3.1 Description de la mesure

Dans le scénario AME, de nombreuses Décisions d'exécution de la Commission établissant les conclusions sur les meilleures techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil relative aux émissions industrielles (IED), dans divers secteurs d'activités publiées avant le 31 décembre 2019, ont été prises compte. La Décision d'exécution (UE) 2020/2009 de la Commission du 22 juin 2020 établissant les meilleures techniques disponibles (MTD), pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques, **y compris pour la préservation du bois et des produits dérivés du bois au moyen de produits chimiques**, est considérée dans le scénario AMS puisque publiée le 22 juin 2020 au journal officiel de la Commission européenne.

La chapitre II de la directive IED et la décision d'exécution s'appliquent aux installations consommant plus de 200 t de solvant par an dans certaines activités industrielles (Les autres installations sont

⁵² <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000043268459/>

concernées par l'annexe VI qui limite aussi les émissions de COVNM des installations consommant moins de 200 t de solvant par an).

4.3.2 Mode de détermination des impacts de la Décision sur le traitement de surfaces aux solvants organiques

Pour l'application de la Décision sur les revêtements de surfaces dans les divers secteurs concernés, les hypothèses suivantes ont été faites :

- Pour le secteur de la construction automobile, toutes les installations sont considérées consommer plus de 200 t de solvant par an selon les données de l'inventaire. La valeur haute des NEA-MTD de 30 g/m² de surface traitée est appliquée,
- Pour le secteur de l'imprimerie, l'intégralité des sites faisant de l'impression dans l'édition est concernée par le chapitre II de la Directive et donc la décision donnant les NEA-MTD (i.e., consommation annuelle supérieure à 200 t) tandis qu'il est supposé que 70% des installations dans l'imprimerie spécialisées en impression emballage par flexographie ou héliogravure sont concernés par ce chapitre II IED et donc la Décision. Les projections d'émissions à partir de 2025 sont estimées en appliquant les pourcentages de réduction obtenues entre les niveaux de l'IED chapitre VI et les NEA-MTD de la Décision (64% de réduction pour l'édition, 40% de réduction pour l'imprimerie d'emballage) à la part d'installations concernées par la réglementation,
- Le secteur de la réparation de véhicules est considéré être composé uniquement d'installations non concernées par les conclusions MTD,
- Pour le secteur du prélaquage en continu, selon l'inventaire, toutes les installations sont concernées par le niveau haut des NEA-MTD de 3% des intrants de solvants, qui est donc appliqué directement dans l'estimation des émissions d'après la méthodologie d'inventaire,
- Enfin, pour le secteur des autres applications de peinture, il est supposé qu'environ 35% des installations est concerné par l'application de la Décision. Les % de réduction obtenus en comparant le niveau haut des NEA-MTD et les VLEs actuellement appliquées (de l'annexe VI de la directive IED) sont appliqués en proportion égale aux différents supports de revêtement (bois, plastique et métal) pour la part d'installations concernées.

4.3.3 Impact de la mesure sur les émissions de COVNM

Les émissions de COVNM évoluent de la façon suivante :

Tableau 57 : Evolution des émissions de COVNM dans certains secteurs d'activités liée à la Décision d'exécution pour le traitement de surface à l'aide de solvants organiques considérée en AMS

COVNM (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS	2050-AME	2050-AMS
NFR 2D3d	202,1	109,5	82,3	82,4	82,8	80,1	83,0	80,4	83,8	81,1
NFR 2D3h	55,0	59,2	32,0	32,0	32,0	24,7	32,0	24,7	32,0	24,7
TOTAL	257,1	168,6	114,4	114,4	114,8	104,8	115,1	105,0	115,8	105,8

L'adoption de valeurs limites plus contraignantes permettant aux installations d'avoir des émissions correspondant à la valeur haute des NEA MTD permet une réduction des émissions de 10 kt supplémentaire en 2025 et 2030 par rapport à l'AME. Les secteurs les plus impactés sont l'imprimerie et la construction de véhicules, les consommations dans d'autres secteurs étant le plus souvent inférieures à 200 t/an par site.

4.4 Plan d'action réduction des émissions issues du chauffage au bois

4.4.1 Description de la mesure

Les consommations de bois de base considérées pour le scénario AMS sont les mêmes que celles présentées pour le scénario AME.

Le MTECT a publié son plan d'action pour la réduction des émissions issues du chauffage au bois en France le 23 juillet 2021⁵³, pris en compte dans le cadre du scénario AMS. L'ensemble du plan est présenté en annexe VI.

Il prévoit :

- des actions de sensibilisation du public sur la qualité de l'air du chauffage au bois (actions 1A à 1C : en page 206) ;
- des actions pour simplifier et renforcer les dispositifs d'accompagnement pour renouveler les appareils (actions 2A à 2C : en page 206 avec notamment l'installation de poêles à bûches ou granulés performants (100 000 par an entre 2021 et 2025) et l'installation d'inserts dans les foyers ouverts (20 000 par an) ;
- des actions pour améliorer la performance des nouveaux équipements (actions 3A et 3B en page 207) ;
- la promotion de l'utilisation de combustible de qualité (actions 4A et 4B : en page 207) et encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA ;
- l'amélioration des connaissances sur l'impact sanitaire des particules issues de la combustion du bois.

L'évaluation retenue pour les mesures du plan bois pour le scénario AMS est présentée ci-après : certains effets du plan chauffage au bois ont pu être quantifiés, d'autres n'ont en revanche pas pu être quantifiés pour le moment.

4.4.2 Mode de détermination des impacts du plan bois

Un certain nombre des actions prévues dans le plan d'action chauffage domestique au bois ne peuvent être modélisées dans les calculs de projection des émissions, car elles concernent des paramètres qui ne sont pas encore pris en compte dans les inventaires nationaux¹⁸ (qualité du bois, entretien et des usages des particuliers, etc.).

C'est notamment le cas de l'impact de la qualité du bois. La qualité du bois a un impact fort sur les émissions. De très nombreuses études le montrent mais en estimer l'impact dans l'inventaire des émissions requerrait pour le Citepa de pouvoir distinguer la consommation de bois selon leurs humidités (au moins bois humide et bois sec), et de disposer de facteurs d'émissions spécifiques. Dans les inventaires d'émissions nationaux¹⁸, cette distinction n'est pas encore disponible en raison des très grandes incertitudes sur ces types de paramètres.

Il en est de même pour la prise en compte des mesures visant à mieux informer les utilisateurs sur les meilleures pratiques pour un usage plus qualifié des équipements.

⁵³ <https://www.ecologie.gouv.fr/gouvernement-publie-plan-daction-reduire-50-emissions-particules-fines-du-chauffage-au-bois>

Le scénario AME a déjà pris en compte l'amélioration des performances des équipements, qui est renforcée avec l'arrivée des règlements européens^{22, 23} mais le label flamme verte 7* est déjà très proche des performances européennes. Il a été considéré dans les estimations d'émissions pour le scénario AMS, que le plan d'action chauffage au bois n'avait pas d'impact supplémentaire sur les niveaux d'émissions des différents types d'appareils performants au bois déjà mis sur le marché.

Le plan d'action⁵³ prévoit des objectifs très précis sur la période 2021-2025 (dans les actions II) quant à l'accélération de renouvellement des équipements, notamment :

- l'installation supplémentaire de poêles à bûches ou granulés performants en remplacement de poêles plus anciens (100 000 par an entre 2021 et 2025) ;
- l'installation supplémentaire d'inserts dans les foyers ouverts (20 000 par an entre 2021 et 2025).

Le plan d'action⁵³ prévoit aussi des objectifs de réduction des émissions de PM_{2.5} dans les zones PPA de 50% entre 2020 et 2030 (actions V), reprenant les ambitions de la loi climat et résilience⁵⁴.

Ces mesures de renouvellement supplémentaires des équipements ont été considérées et dans les calculs des projections, elles viennent s'ajouter au renouvellement ordinaire du parc d'équipements domestiques de chauffage au bois déjà considéré dans AME. Cela permet d'écarter les équipements les plus anciens plus rapidement et d'augmenter la part de pénétration du combustible granulés entre 2021 et 2025 notamment.

Afin de prendre en compte les mesures qui seront prises par les préfets dans les zones PPA (actions V) et dont la teneur exacte n'est pas encore connue, l'installation supplémentaires d'inserts dans les foyers ouverts a été prolongée jusqu'en 2030 dans la modélisation, ainsi que l'usage plus important de systèmes aux granulés.

L'évolution des ventes d'appareils de combustion au bois est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 58 : Evolution des ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois dans le scénario AMS

Ventes annuelles d'appareils de chauffage au bois domestique - AMS				
Année	Chaudières	Poêles	Cuisinières	Inserts
2015	11 380	265 620	4 820	97 950
2019	18 650	282 640	4 340	71 010
2020	16 646	276 879	6 332	135 217
2021-2025	16 646	376 879	6 332	155 217
2026-2030	16 646	276 879	6 332	155 217

Le scénario AMS prend en compte une proportion de granulés plus importante. La proportion des granulés par rapport au bois domestique total consommé dans le résidentiel est représentée dans le graphique ci-dessous. Une accélération de la pénétration des granulés dans le total bois est visible entre 2021 et 2025 pour traduire le plan d'action. Celle-ci a été prolongée jusqu'en 2030 pour tenter de tenir compte des mesures supplémentaires qui seront prises par les préfets dans les zones PPA. On

⁵⁴ Loi Climat et résilience

note donc en 2030, une proportion beaucoup plus grande de la consommation de granulés que dans le scénario AME (34% contre 18%).

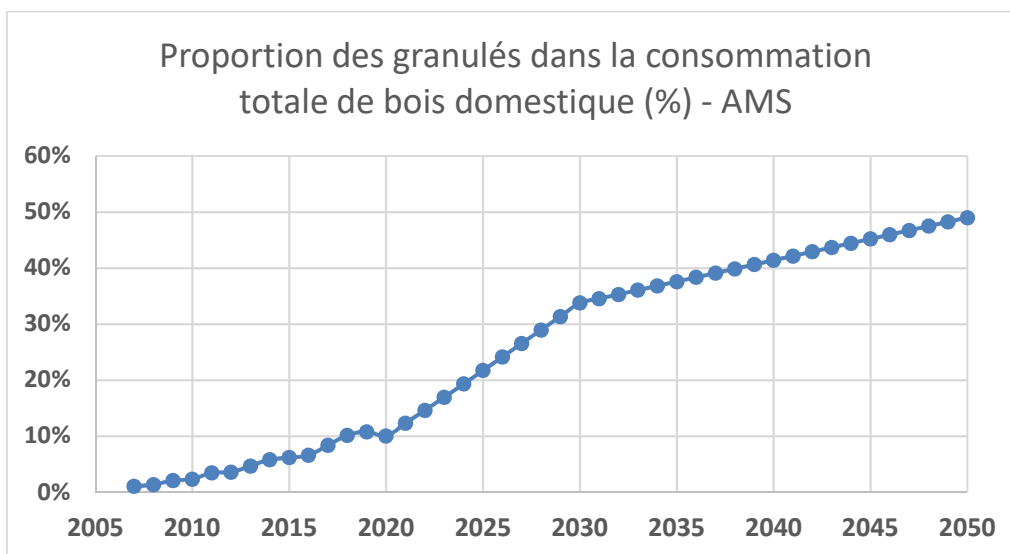


Figure 55 : Part de granulés dans la consommation totale de bois domestique, dans le scénario AMS

4.4.3 Impact de la mesure sur les émissions de polluants de la combustion du bois

Les émissions de la combustion du bois en appareils domestiques évoluent ainsi, selon les polluants :

Tableau 59 : Evolution des émissions du chauffage au bois dans le scénario AMS et comparaison avec AME

1A4bi-bois (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS	2050-AME	2050-AMS
NO _x	16,8	18,5	17,3	17,4	16,8	17,1	15,7	16,4	15,0	15,6
SO ₂	2,8	3,0	2,7	2,7	2,6	2,6	2,4	2,4	2,2	2,2
COVM	271,8	183,3	100,3	98,0	83,8	76,3	71,6	62,2	59,1	53,5
NH ₃	19,5	21,3	19,0	19,0	18,0	18,0	16,7	16,7	15,3	15,3
PM _{2.5}	113,7	84,3	49,9	48,3	39,6	35,5	33,1	27,2	21,6	15,2

Dans le scénario AMS, 4,1 kt de PM_{2.5} en 2025 ou 10,4% des émissions comparé à AME en 2025 et 6,0 kt en 2030 ou 18,0% des émissions comparé à AME en 2030 sont évitées de façon additionnelle. Les hypothèses prises en compte sont peut-être un peu conservatives mais les incertitudes sur les émissions en conditions réelles ont été explicitées ci-dessus. Les impacts sont aussi significatifs pour les COVM : ainsi 7,5 kt de COVM en 2025 ou 9% des émissions en 2025 selon AME sont évitées et 9,3 kt de COVM en 2030 ou 13,0 % des émissions de COVM selon le scénario AME sont évitées. Les émissions de NO_x augmentent très légèrement en raison des températures plus élevées dans les foyers plus performants.

La réduction des émissions de PM_{2.5} par rapport à 2020 est de 44% dans le scénario AMS et de 31% dans le scénario AME. Les estimations réalisées montrent que les objectifs du plan bois de réduction des émissions de 30% entre 2020 et 2030 à l'échelle nationale et de 50% dans les zones PPA peuvent être atteints, notamment par le renouvellement accéléré des équipements. De plus, un bois de meilleure

qualité et plus sec devrait aussi permettre de réduire les émissions même si cela n'a pas pu être estimé.

4.5 Mise place de ZFE-m dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants

4.5.1 Description de la mesure

L'article 86 de la Loi d'Orientation des Mobilités (dite loi LOM)¹¹, instaure les zones à faibles émissions mobilité (ZFE-m) :

- avant le 31 décembre 2020, lorsque les normes de qualité de l'air ne sont pas respectées de manière régulière sur le territoire de la commune ou de l'EPCI compétent,
- et à compter du 1^{er} janvier 2021 et dans un délai de deux ans, si les transports terrestres sont à l'origine d'une part prépondérante des dépassements des normes de qualité de l'air

11 collectivités sont donc visées par cet article.

La loi climat et résilience⁵⁵ instaure la mise en place de ZFE-m dans les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants d'ici le 31 décembre 2024. Ce qui correspond à 33 nouvelles ZFE-m.

4.5.2 Méthodologie appliquée pour déterminer l'impact des ZFE-m sur les émissions

Ce chapitre présente la méthodologie utilisée pour déterminer l'impact potentiel de la mise en place de ZFE-m supplémentaires dès 2025 sur les émissions du trafic routier et les impacts en termes d'émissions. Le scénario AME a pris en compte l'impact de 11 ZFE (villes en encadré dans la figure suivante). A ce scénario AME, s'ajoute donc les effets des ZFE-m sur les agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants qui devront les mettre en place d'ici 2025.

En 2017, selon INSEE⁵⁵, la France métropolitaine comptait 43 agglomérations urbaines de plus de 150 000 habitants dont 11 sont déjà concernées par des ZFE-m couvertes le scénario AME 2021 développé par la DGE⁶ et prises en compte dans le scénario AME polluant (agglomérations encadrées sur la figure ci-dessous).

⁵⁵ Référence INSEE

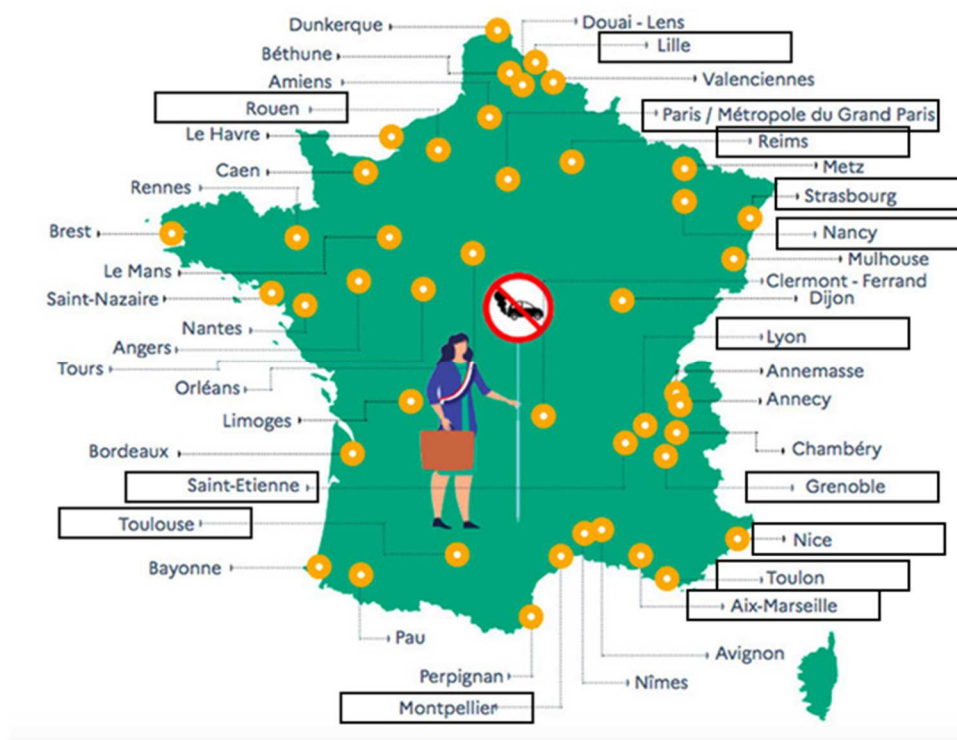


Figure 56 : Agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants selon données INSEE 2017. Zones encadrées : ZFE-m considérées dans le scénario AME. Zones non encadrées : ZFE-m supplémentaires du scénario AMS

Le tableau suivant présente les ZFE-m supplémentaires considérées dans AMS. Elles sont au nombre de 32.

Tableau 60 : Agglomérations supplémentaires à celles du scénario AME de plus de 150 000 habitants selon INSEE 2017 concernées par la mise en place des ZFE-m pour le scénario AMS

1	Amiens
2	Angers
3	Annecy
4	Avignon
5	Bayonne (partie française)
6	Béthune
7	Bordeaux
8	Brest
9	Caen
10	Chambéry
11	Clermont-Ferrand
12	Dijon
13	Douai - Lens
14	Dunkerque
15	Genève (SUI) - Annemasse (partie française)
16	Le Havre
17	Le Mans
18	Limoges
19	Metz
20	Mulhouse
21	Nantes
22	Nîmes
23	Orléans
24	Pau
25	Perpignan
26	Rennes
27	Saint-Nazaire
28	Tours
29	Valenciennes (partie française)
30	Lille (partie française)
31	Nancy
32	Reims

Pour ce scénario AMS avec ZFE-m, les cinq hypothèses suivantes sont prises en compte :

1. Périmètre géographique : les agglomérations urbaines citées ci-dessus ;
2. Temporalité : la ZFE-m est supposée être appliquée 100 % du temps (24 h/24 et 7 j/7). Dans ce cas, 100 % du trafic des véhicules interdits de circulation est supprimé ;
3. Taux de respect : il s'agit de la part (en pourcentage du trafic en véhicules.km) qui respecte l'interdiction de circulation dans la zone : pour cette étude, un taux de 100 % est appliqué ;
4. Taux de renouvellement : il s'agit du nombre de véhicules interdits dans la zone qui sera remplacé par de nouveaux véhicules respectant les vignettes « Crit'Air » : pour cette étude, un taux de 100 % est appliqué ;
5. Critères de renouvellement : les véhicules interdits sont remplacés selon les données du scénario AME 2021 énergie climat⁶ sur la répartition par motorisation des immatriculations de véhicules neufs.

Les ZFE-m sont mises en place selon le calendrier suivant, selon des hypothèses déterminées avec le BQA (l'annexe II présente les normes associées à chaque vignette Crit'Air) :

- Année 2025 : restriction de circulation aux véhicules Crit'Air 4 ;
- Année 2030 : restriction de circulation aux véhicules Crit'Air 3 ;
- Année 2035 : restriction de circulation aux véhicules Crit'Air 2 (les véhicules diesel ne sont plus autorisés) ;
- Année 2040 : 100% de véhicules propres (Crit'Air 1 au gaz seulement (les véhicules essence ne sont plus autorisés) ou Véhicules électriques).

L'annexe II présente la combinaison Crit'Air et normes Euro.

Les émissions du scénario AMS avec les ZFE-m (item ix à la figure 57) sont calculées par multiplication du parc statique par les distances moyennes annuelles parcourues et les facteurs d'émission correspondants.

Les émissions du scénario AMS avec les ZFE-m sont calculées sans prise en compte des reports de trafic hors de la ZFE-m (véhicules contournant la ZFE-m) et de leurs effets (cela nécessiterait une modélisation de trafic explicite de chaque zone concernée).

Pour estimer le parc statique (2019) des agglomérations concernées par les ZFE-m du scénario AMS avec les ZFE-m (item ii à la figure 57), les données suivantes sont utilisées (item i) :

- Données INSEE sur le dernier recensement de la population de 2017⁵⁶ :
 - Les agglomérations urbaines de plus de 150 000 habitants ;
 - La composition en communes par agglomération urbaine ;
- Données MTECT sur les parcs statiques communaux en 2019⁵⁷.

La part de ce parc statique des agglomérations visées par les restrictions de circulation est rapportée au parc statique national de référence pour l'année 2019 (item iii à la figure 57) pour obtenir des ratios par type de véhicule, motorisation et classification selon catégorie Crit'Air (item iv).

Pour l'année 2025, c'est sur le parc statique national de référence AME (item v à la figure 57) que les ZFE-m sont appliquées, selon les ratios, les 5 hypothèses et le calendrier (item vi) ci-dessus cités, pour obtenir enfin le parc modifié AMS (item vii). Les distances moyennes parcourues du scénario AMS

⁵⁶ <https://www.insee.fr/fr/information/2115018>

⁵⁷ <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-sur-le-parc-automobile-francais-au-1er-janvier-2021?rubrique=58&dossier=1347>

sont calculées de telle sorte à que le trafic (parc roulant) AMS en résultant soit calé au trafic AME par type de véhicule.

Pour les années suivantes n , le parc statique (national et territorial) et le trafic AMS avant application des ZFE-m $AMS(n)$ est calculé à partir du parc et du trafic du scénario de l'année précédente $AMS(n-1)$ en y appliquant le même taux d'évolution que pour le scénario AME. *Evolution parc* et trafic sont calés à ceux de référence $AME(n)$ par type de véhicule :

$$AMS(n)_{type,motorisation,norme} = parc(n-1)_{type,motorisation,norme} * \text{évolution}_{type,motorisation,norme}$$

Où

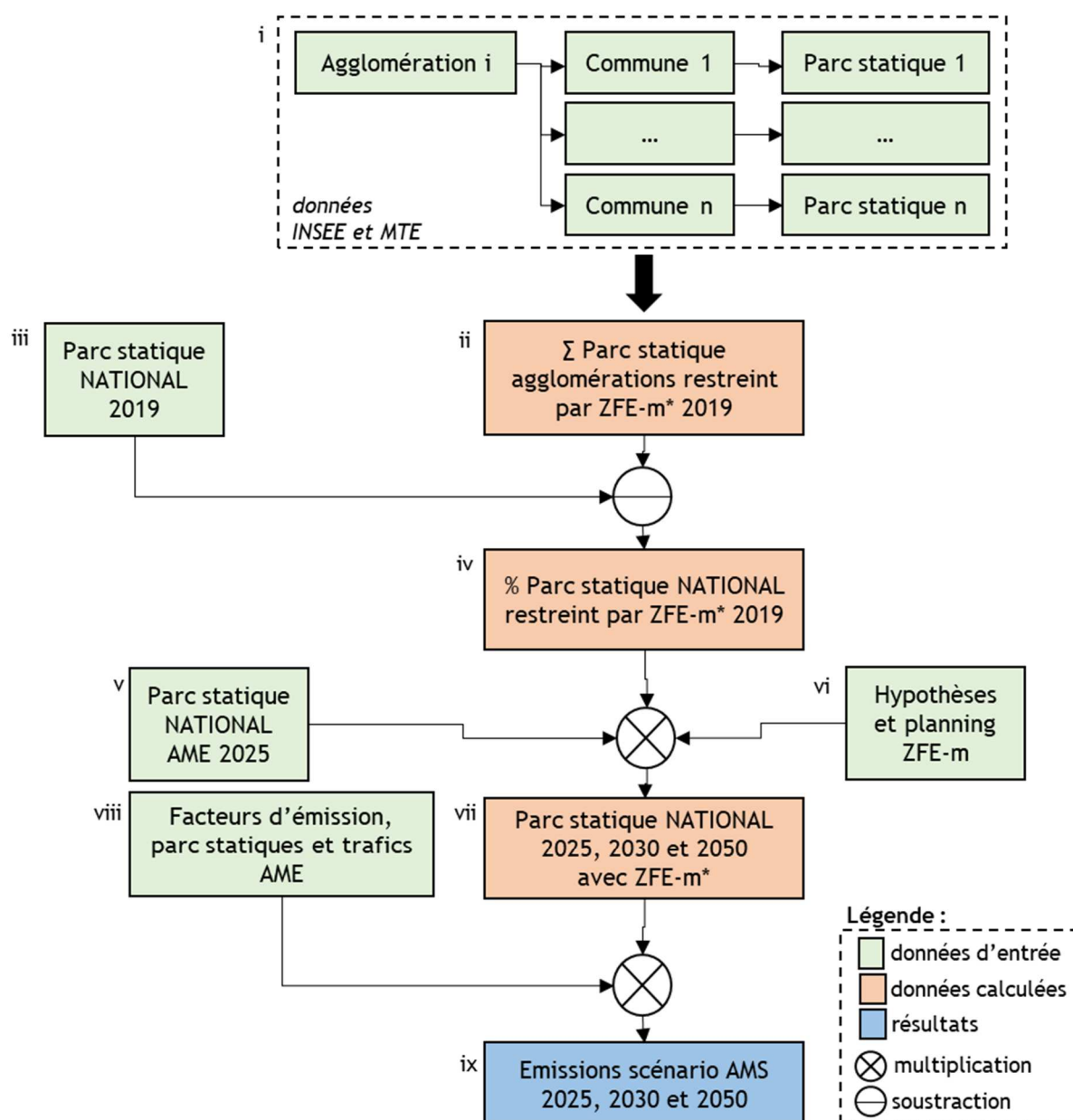
- $\text{évolution}_{type,motorisation,norme} = AME(n)_{type,motorisation,norme} / AME(n-1)_{type,motorisation,norme}$;
- $type$: type de véhicule (véhicule particulier, véhicule utilitaire léger, poids lourds, bus & car et deux roues
- $motorisation$: motorisation des véhicules (moteur à essence, diesel, à GNV, à GPL et électrique) ;
- $norme$: normes d'émission Euro.

De telle sorte que $\sum AMS(n)_{type} == \sum AME(n)_{type}$.

Pour les années de mise en place des nouvelles règles de restriction de circulation selon le planning ZFE-m, le parc statique (national et territorial) modifié est calculé sur le même principe décrit pour AMS (2025).

Les parcs statiques et trafics totaux sont ainsi toujours égaux entre les scénarii AMS et AME. La différence se porte sur la répartition des motorisations et des normes par type de véhicule.

Pour estimer les émissions de polluants, les facteurs d'émissions moyens par type de véhicules, motorisation et normes (issus de l'inventaire et du scénario AME) sont appliqués sur les trafics modifiés AMS (item viii à la figure 57).



*ZFE-m sur les agglomérations ci-dessus mentionnées.

Figure 57 : Schéma du calcul des émissions avec la mise en place des ZFE-m, scénario AMS

4.5.3 Impact de la mesure ZFE-m dans les agglomérations de plus de 150 000 habitants sur les émissions de polluants du trafic routier

Le tableau suivant présente les émissions de polluants selon le scénario AME avec 11 ZFE-m et le scénario AMS avec l'ensemble des ZFE-m.

Tableau 61 : Evolution des émissions du transport routier dans le scénario AMS avec 32 ZFE-m supplémentaires et comparaison avec scénario AME

1A3b (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
NO _x	753,1	583,7	400,3	298,0	216,8	214,8	129,3	127,5	76,4	63,5
SO ₂	4,2	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,5	0,4

1A3b (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
COVNM	225,5	104,2	44,3	37,4	37,9	37,9	39,1	39,1	40,6	24,7
NH ₃	10,0	6,8	4,4	3,3	3,9	4,0	4,5	4,5	4,8	2,8
PM _{2.5}	45,6	35,9	18,8	14,1	11,8	11,7	9,5	9,5	7,9	8,0

Les émissions nationales en 2025 et 2030 ne sont pas significativement différentes entre AME et AMS. Une différence s'observe pour les NO_x mais les émissions évitées restent modestes : 2,0 kt de NO_x en 2025 et 1,8 kt en 2030.

Le tableau suivant présente les réductions des émissions de NO_x par type de véhicules.

Tableau 62 : Evolution des émissions de NO_x du transport routier selon les types de véhicules dans le scénario AMS avec 32 ZFE-m supplémentaires et comparaison avec AME

NO _x (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
NFR 1A3bi (VP)	273,3	227,8	197,2	149,2	118,2	116,7	69,5	68,3	27,5	13,0
NFR 1A3bii (VUL)	110,1	98,2	108,0	83,7	62,1	62,1	35,7	35,3	11,3	11,4
NFR 1A3biii (PL)	366,0	254,5	92,9	63,0	35,1	34,5	23,3	23,0	37,1	38,6
NFR 1A3biv (2R)	3,6	3,2	2,3	2,1	1,4	1,4	0,9	0,9	0,5	0,4
TOTAL	753,1	583,7	400,3	298,0	216,8	214,8	129,3	127,5	76,4	63,5

Ces résultats s'expliquent par l'évolution de la composition du parc de véhicules. Le tableau suivant présente la composition avant la mise en œuvre des ZFE-m additionnelles en 2025 et 2030, selon le scénario AME. Les véhicules de vignette Crit'Air 4 en 2025 et Crit'Air 3 en 2030 restent finalement assez peu nombreux, ce qui explique l'impact modeste de la mesure telle qu'elle a été étudiée. Le tableau 62 présente le nombre de véhicules impactés qui reste assez faible.

A l'échelle nationale, cette mesure supplémentaire sur les ZFE-m, avec une hypothèse en termes de déploiement des restrictions volontairement conservatrices, peut apparaître comme n'ayant pas un fort impact sur les émissions nationales. Il est toutefois important de rappeler que les impacts des ZFE-m sont significatifs sur les concentrations locales en NO₂.

Tableau 63 : Composition du parc (en milliers de véhicules) selon les Crit'Air en 2025 et 2030 selon le scénario AME et AMS

Milliers de véhicules																
Année	2025	VP			VUL			PL			TCP			2R		
Vignette Crit'air	Motorisation	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME
Crit'air E	Electrique	1 348	1 376	27.7	287	288	1.0	0	0	0	1.7	1.8	0.1	65.5	65.5	0.0
Crit'air 1	Gaz	10.0	10.3	0.3							11.4	11.6	0.2			
	GPL	136	136	0												
Crit'air 1	Essence	20 734	20 857	124	1 464	1 466	2.4	0	0	0				2 280	2 280	0
	Diesel													129	129	0
Crit'air 2	Essence	1 109	1 109	0	41.0	41.0	0.0	0	0	0				752	752	0
	Diesel	10 974	11 026	52.7	3 881	3 926	45	627	630	3.3	70.8	73.9	3.1	27.3	27.3	0.0
Crit'air 3	Essence	532	532	0	24.1	24.1	0.0	0	0	0				727	727	0
	Diesel	2 813	2 813	0	820	820	0	93.5	93.5	0.0	17.2	17.2	0.0	0	0	0
Crit'air 4	Essence													0	0	0
	Diesel	583	436	-147	320	290	-30.4	23.4	21.0	-2.5	9.7	7.6	-2.0	0	0	0
Crit'air 5	Diesel	193	149	-44.5	147	134	-12.7	5.9	5.1	-0.8	5.6	4.3	-1.3			
Non classée	Essence	24.1	15.9	-8.2	1.7	1.2	-0.5	0	0	0				0	0	0
	Diesel	16.9	12.7	-4.2	21.6	17.1	-4.5	0	0	0	0.6	0.5	-0.1	0	0	0
Total		38 474	38 474	0	7 007	7 007	0	750	750	0	117	117	0	3 981	3 981	0

SCENARIO AIR : HYPOTHESES ET RESULTATS

Milliers de véhicules																
Année	2030	VP			VUL			PL			TCP			2R		
Vignette Crit'air	Energie	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME	AME	AMS	AMS - AME
Crit'air E	Electrique	2 773	2 843	71	699	699	0	0	0	0	2.5	2.5	0.1	105	105	0
	Gaz	10.0	10.5	0.5							25.4	25.2	-0.2			
Crit'air 1	GPL	136	135	-1.2												
	Essence	27 255	27 294	39	1 833	1 819	-13.8	0	0	0				3 370	3 370	0
Crit'air 1	Diesel													171	171	0
	Essence	291	288	-2.6	11.6	11.5	-0.1	0	0	0				445	445	0
Crit'air 2	Diesel	8 041	8 086	45.3	4 212	4 286	74	747	749	1.6	94.2	96.6	2.4	0	0	0
	Essence	72.8	51.8	-21.0	4.6	4.4	-0.2	0	0	0				0	0	0
Crit'air 3	Diesel	743	647	-95.6	346	303	-43.0	13.1	11.6	-1.5	10.3	8.8	-1.5	0	0	0
	Essence													0	0	0
Crit'air 4	Diesel	132	97.4	-34.5	143	128	-15.1	1.5	1.3	-0.2	2.8	2.2	-0.7	0	0	0
	Crit'air 5	Diesel	3.5	2.6	-0.8	12.9	11.6	-1.3	0	0	0	0.6	0.4	-0.2		
Non classée	Essence	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0	0	0
	Diesel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		39 456	39 456	0	7 262	7 262	0	762	762	0	136	136	0	4 091	4 091	0

Pour l'année 2030, on peut noter une diminution du parc des véhicules Crit'Air 1 et 2 (VP et VUL), alors que le scénario interdit seulement les véhicules Crit'Air 3. Cela vient du fait que le parc de référence 2030 du scénario AMS n'est pas le parc du scénario AME de la même année, mais le parc AME modifié par la mise en place des ZFE-m supplémentaires en 2025. Ainsi, la mise en place de ZFE-m en 2025 a modifié la répartition par motorisation du parc en 2030 par rapport au parc AME.

4.6 Mise en place d'une zone SECA en Méditerranée

4.6.1 Rappel du contexte

Selon l'arrêté PREPA³, la France devait porter entamer les réflexions concernant la création d'une zone à faible émissions (ECA) en Méditerranée. Des études ont ainsi été réalisées (et notamment par l'INERIS avec le Citepa, Plan Bleu et le Cerema en 2017 Etude ECAMED³² et d'autres au plan international). Une zone SECA pourrait voir le jour en Méditerranée en 2024 suivant la présentation à l'OMI du dossier prévue en 2022 (Regional Marine Pollution Emergency Response Centre for the Mediterranean Sea, REMPEC)⁵⁸.

4.6.2 Méthodologie d'estimation des impacts de la zone SECA en Méditerranée

Ce chapitre présente l'analyse d'impact potentiel de la mise en place d'une zone SECA en Méditerranée à partir de 2025. Il est à noter que les émissions incluses dans le périmètre des inventaires pour les polluants¹⁸ ne couvrent que le trafic domestique (port Français à port Français).

Les données du Comité Professionnel du Pétrole (CPDP)⁵⁹ sur les ventes de FOL (fioul lourd) pour les soutes maritimes sont utilisées pour les Régions suivantes : Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Corse (régions dans la zone SECA Méditerranée). Le marché des soutes maritimes est présenté dans le tableau suivant :

⁵⁸ <https://www.rempec.org/en/our-work/pollution-prevention/hop-topics/med-eca/med-eca>

⁵⁹ CPDP. <https://www.cdpd.org/fr/le-marche-petrolier>

Tableau 64 : Marché des soutes maritimes (en tonnes) en 2019 selon le CPDP⁵⁹

Régions	DML	FOL	Total	Dont	
				Navires Fr	Navires Etr
Métropole	143,29	11 619,14	1 762,43	257,01	1 505,42
<i>PACA</i>	<i>58,34</i>	<i>1 019,16</i>	<i>1 077,50</i>	<i>138,59</i>	<i>938,91</i>
<i>LR</i>	<i>4,64</i>	<i>4,56</i>	<i>9,14</i>	<i>0,85</i>	<i>8,34</i>
<i>Corse</i>	-	-	-	-	-
PACA+LR+Corse	62,98	1 023,72	1 086,64	139,45	947,25
Ratio vs MT	44%	8,8%	62%	54%	63%

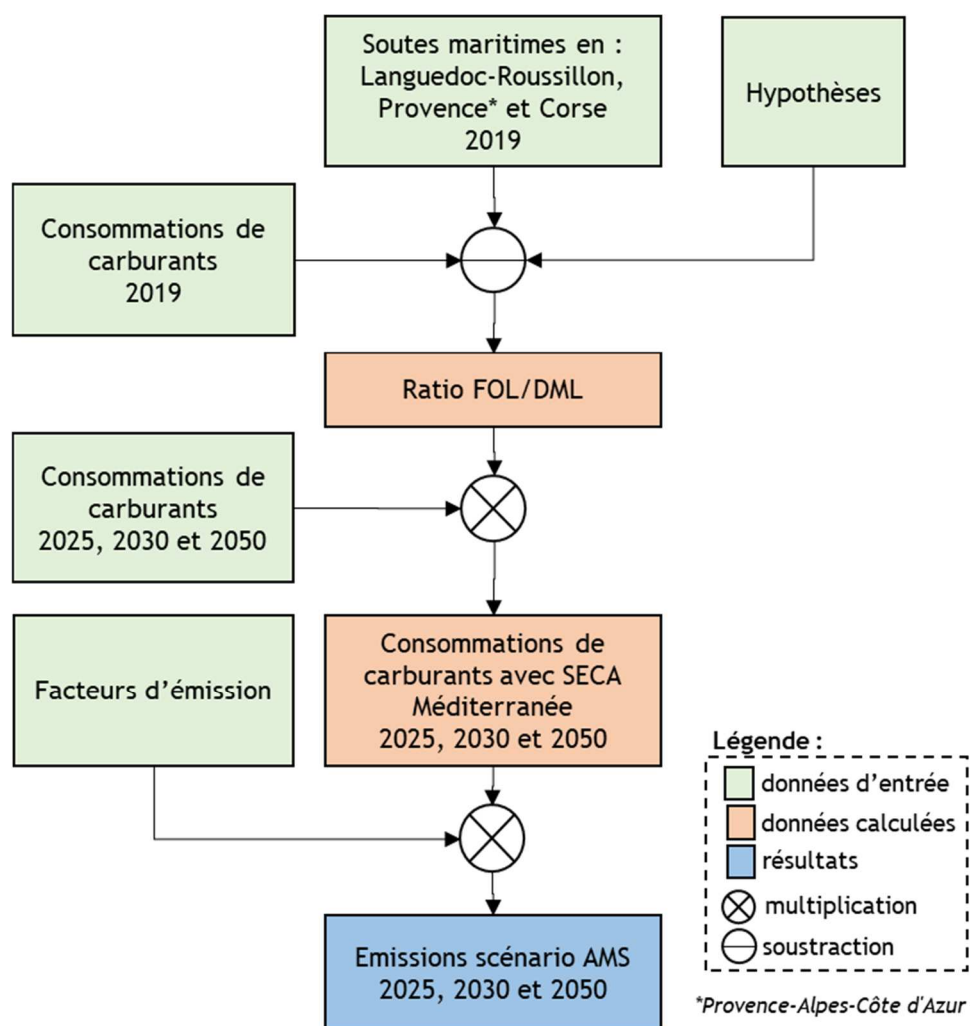
PACA : Provence-Alpes-Côtes d'Azur ; LR : Languedoc-Roussillon

Du total de ces ventes de fioul lourd (FOL) (à 0,5% de soufre à partir de 2020), l'hypothèse que 80% de ventes soient converties en DML (diesel marin léger soit un carburant à 0,1% de soufre) est appliquée (les 20% restants étant destinés à la circulation hors Méditerranée). Les consommations nationales de référence pour l'année 2019 (issues de l'inventaire¹⁸) sont recalculées en conséquence. Le ratio entre les nouvelles consommations de FOL et de DML est ainsi calculé.

C'est sur les consommations de référence du scénario AME (issues de AME 2021 énergie climat⁶) que la SECA est appliquée, selon le ratio défini ci-dessus, pour obtenir les consommations modifiées (AMS).

Les facteurs d'émissions par type de carburants (issus de l'inventaire¹⁸) sont ensuite appliqués sur les consommations modifiées.

Les émissions du scénario AMS sont calculées par le produit des consommations de carburant en France métropolitaine avec les facteurs d'émissions correspondants.

Figure 58 : Schéma du calcul des émissions de SO₂ pour le trafic maritime

4.6.3 Emissions évitées par la mise en place d'une zone SECA en Méditerranée

Les émissions de la navigation considérées dans le périmètre de l'inventaire (NFR 1A3dii) évoluent de la façon suivante. Il est à noter que le code NFR 1A3dii nommé « navigation », inclut le trafic maritime côtier domestique, la plaisance et le trafic fluvial (domestique et international).

Tableau 65 : Evolution des émissions du de la navigation* selon le scénario AMS et rappel des émissions AME

1A3dii (kt)	2005	2010	2019	2020	2025-AME	2025-AMS	2030-AME	2030-AMS	2050-AME	2050-AMS
NO _x	10,36	10,85	10,49	10,10	8,79	8,79	8,64	8,63	8,68	8,68
SO ₂	1,26	0,80	0,72	0,19	0,19	0,14	0,19	0,14	0,19	0,14
COVNM	20,47	7,92	9,08	9,03	9,06	9,06	9,06	9,06	9,11	9,11
NH ₃	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PM _{2.5}	1,16	1,21	1,22	1,09	1,03	1,02	0,97	0,97	0,98	0,97

* trafic maritime côtier domestique, la plaisance et le trafic fluvial (domestique et international)

Les émissions de SO₂ sont réduites de 52 t dans AMS par rapport à AME en 2025 et en 2030. Si cela peut paraître faible en considérant l'inventaire national, donc les seules émissions des navires de port en port, il est nécessaire de garder en mémoire que toutes les émissions de SO₂ du trafic maritime en Méditerranée, y compris celles hors périmètre inventaire national, seront réduites. Cela aura un

impact sur la qualité de l'air dans toute la zone côtière et même au-delà comme l'avait très bien montré l'étude ECAMED³².

Il est nécessaire de garder en mémoire que les émissions de SO₂ de l'ensemble du trafic maritime en Méditerranée seront réduites aussi bien l'international que le domestique. Cela aura un impact sur la qualité de l'air dans toute la zone côtière et même au-delà comme l'avait très bien montré l'étude ECAMED³². Même si cela ne rentre pas dans le périmètre inventaire, les émissions des navires faisant du trafic international et stationnant dans les ports français seront aussi réduites par la mesure.

4.7 Limitation des moteurs auxiliaires de puissance (APU) sur les plateformes aériennes

4.7.1 Description de la mesure

L'APU (« Auxiliary Power Unit ») est un petit turboréacteur embarqué, qui permet à l'avion d'être autonome en escale pour l'air et l'électricité⁶⁰. Ces équipements fonctionnent au kérosène et sont donc générateurs d'émissions de polluants. La mesure proposée vise à inciter les plus grands aéroports à s'équiper en moyen de substitution aux APU.

- La mise en place des arrêtés sur le temps d'utilisation des APU plus strict dans les aéroports,
- L'instauration d'une tarification électrique avantageuse à l'instar du maritime.

4.7.2 Détermination de l'impact de la limitation des « APU »

Méthodologie :

Dans le scénario AMS, il a été supposé qu'il n'y ait plus recours aux APU et que les dispositifs de substitution électriques sont mis en place dans les 11 plus grands aéroports (tableau ci-après).

Ce scénario traduit l'impact de limitation des APU à partir de l'année 2025.

Les émissions polluantes du scénario avec mesures supplémentaires (AMS) sont calculées avec le ratio de consommation issu des APU dans les onze grands aéroports considérés par rapport à la consommation totale constatée dans l'inventaire 2019 du secteur aérien (ratio : APU/Total).

Pour obtenir la consommation du scénario AMS, les consommations du scénario de référence AME sont diminuées en appliquant le ratio (APU/Total) constaté en 2019. Les émissions sont diminuées en appliquant par polluant un ratio équivalent à celui de la consommation.

⁶⁰ Plus d'informations sur le site <https://www.acnusa.fr/fr/le-saviez-vous/les-avions/quest-ce-quun-apu-auxiliary-power-unit/116>

Tableau 66 : Liste des grands aéroports considérés⁶¹

Aéroports ACNUSA	Code OACI
BALE MULHOUSE	LFSB
BEAUVAIS TILLE	LFOB
BORDEAUX MERIGNAC	LFBD
LYON ST EXUPERY	LFLL
MARSEILLE PROVENCE	LFML
NANTES ATLANTIQUE	LFRS
NICE COTE D'AZUR	LFMN
PARIS CHARLES DE GAULLE	LFPG
PARIS LE BOURGET	LFPB
PARIS ORLY	LFPO
TOULOUSE BLAGNAC	LFBO

4.7.3 Impact de la mesure APU sur les émissions du trafic aérien

Le tableau suivant présente l'évolution des émissions de polluants du trafic aérien en dessous de 3000 pieds (environ 1000 m) selon le scénario AME et le scénario AMS, c'est-à-dire les émissions du cycle LTO.

Tableau 67 : Evolution des émissions de polluants du trafic aérien sous 1000 pieds avec les mesures APU

1A3a (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
NO _x	8,36	8,75	10,44	3,29	10,77	10,70	10,94	10,87	11,79	11,72
SO ₂	0,66	0,67	0,78	0,25	0,80	0,79	0,81	0,80	0,87	0,86
COVNM	1,39	1,21	1,18	0,41	1,20	1,19	1,21	1,20	1,29	1,28
NH ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PM _{2.5}	0,17	0,16	0,18	0,02	0,08	0,07	0,08	0,07	0,08	0,08

Les réductions des émissions à l'échelle nationale peuvent paraître limitées mais l'impact au niveau local peut être plus intéressant.

4.8 Agriculture - impact de mesures supplémentaires

4.8.1 Mesures prises en compte

Pour le scénario AMS, différentes mesures additionnelles sont prises en compte en agriculture, visant une réduction supplémentaire des émissions de NH₃.

Les mesures suivantes ont été prises en considération :

- Développement des couvertures de fosses à lisier dans les élevages bovins et porcins ;

⁶¹ <https://www.acnusa.fr/fr/>

- Recul progressif des matériels d'épandage émissifs (buses palettes) au profit de matériels plus vertueux (pendillards) ;
- Accélération des délais d'incorporation post-épandage des effluents ;
- Développement de l'agriculture biologique ;
- Développement des légumineuses avec le Plan Protéines ;
- Développement de l'utilisation d'outils de pilotage pour réviser la dose d'azote apportée aux cultures ;
- Evolution du mix des engrais minéraux en faveur des engrais moins émissifs ;
- Progression de l'enfouissement rapide pour l'urée et la solution azotée.

La prise en compte de ces mesures est détaillée dans les sections suivantes.

A noter : le présent chapitre détaille les hypothèses concernant les données d'activité projetées. Les méthodologies de calcul appliquées sont **identiques** à celles utilisées dans l'inventaire, décrites dans le rapport OMINEA 2021²⁸.

4.8.2 Données relatives à l'élevage

4.8.2.1 Cheptels projetés

Section identique à l'AME (voir chapitre 2.1.5).

4.8.2.2 Paramètres utilisés pour le calcul

Rendement laitier

Section identique à l'AME (voir chapitre 3.7.1.2).

Gestion des animaux

Section identique à l'AME (voir chapitre 3.7.1.2).

Excrétion azotée

Section identique à l'AME (voir chapitre 3.7.1.2).

Poulets labels

Section identique à l'AME (voir chapitre 3.7.1.2).

4.8.2.3 Techniques de réduction des émissions de NH₃

Différentes pratiques de réduction des émissions de NH₃ sont actuellement intégrées dans l'inventaire :

- Couverture de fosse (porcins, ovins, caprins),
- Lavage d'air en bâtiment (porcins, volailles),
- Station de nitrification/dénitrification (porcins)

- Modes d'épandage (ensemble des animaux).

Dans l'AME, les taux d'application de ces pratiques sont **maintenus constants** sur la période, égaux à 2019. Le scénario AMS voit quant à lui progresser **les couvertures de fosses** et les **modes d'épandage**.

Couverture de fosse

La couverture de fosse permet une réduction des émissions de NH_3 de 60% par rapport à un stockage sans couverture. En 2019, aucune fosse à lisier bovin n'est considérée couverte. Pour les porcins, on considère en 2019 qu'environ 2,5% des lisiers sont stockés en fosse couverte.

En 2030, 60% des lisiers bovins (sans croûte naturelle) et 80% des lisiers porcins sont considérés stockés en fosse couverte.

Modes d'épandage

L'épandage par pendillard permet une réduction des émissions de NH_3 de 30% par rapport à un épandage par buse palette. L'enfouissement post-épandage des lisiers dans les 12h permet une réduction des émissions de NH_3 de 50% par rapport à une situation sans enfouissement. De même, l'enfouissement post-épandage des fumiers dans les 12h permet une réduction des émissions de NH_3 de 50% par rapport à une situation sans enfouissement.

En 2019, environ 2/3 des lisiers sont épandus par buse palette. De plus, environ 50% des lisiers sont enfouis après épandage, dont la moitié l'est dans les 12h. Pour les fumiers, environ 70% sont enfouis après épandage en 2019, dont 35% le sont dans les 12h.

Les mesures prises diffèrent selon les effluents :

- Pour les lisiers : en 2030, 60% des buses palettes sont remplacées par des pendillards et 90% des lisiers déjà enfouis après épandage en 2019 le sont désormais dans un délai de 12h.
- Pour les fumiers : en 2030, 90% des fumiers déjà enfouis après épandage en 2019 le sont désormais dans un délai de 12h.
- Pour les digestats : en 2030, ils sont épandus a minima par une combinaison de pratiques réduisant les émissions de 30% (équivalent pendillard). Si les pratiques en place en 2019 induisent une réduction plus forte des émissions de NH_3 , ces pratiques sont conservées.

Il est important de noter que ces émissions à l'épandage (comme celles de la pâture), ne sont pas comptabilisées en élevage mais au niveau des sols cultivés.

4.8.3 Données relatives aux sols cultivés

4.8.3.1 Evolution de l'assolement

L'assolement proposé dans l'AMS évolue en comparaison de l'AME du fait du développement de l'agriculture biologique et des légumineuses.

Développement de l'agriculture biologique

Dans l'AMS, on considère qu'en 2030, environ 20% de la SAU est en agriculture biologique (contre 12% dans l'AME). L'augmentation de ces surfaces en agriculture biologique entraîne une

hausse des besoins de surface en légumineuses, car on considère que ces dernières représentent environ 1/3 de la rotation (dont 2/3 de luzerne).

Tableau 68 : Hypothèses relatives au développement des surfaces en agriculture biologique en AMS

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
% de la SAU en agriculture biologique	5,9%	7,3%	13,7%	20,1%	25,5%	30,7%	36,1%	41,4%
Surface de grandes cultures et fourrages en AB (hors légumineuses à graines) (1000 ha)	699	845	1575	2 303	2 897	3 478	4 061	4 643
Surface de légumineuses à graines en AB (1000 ha)	86	104	195	285	358	430	502	574
Surface de luzerne en AB (1000 ha)	173	209	389	569	716	860	1 004	1 148
Surface toujours en herbe et prairies naturelles en AB (1000 ha)	717	942	1 741	2 524	3 178	3 821	4 466	5 110

Développement complémentaire des légumineuses

Au développement de l'agriculture biologique s'ajoute le développement du Plan Protéines⁶² dont l'un des objectifs est d'augmenter les surfaces en légumineuses. Ainsi, on atteint en 2030 environ 2 020 000 ha de légumineuses.

L'ajustement des surfaces pour conserver une SAU totale cohérente avec l'AME se fait principalement au niveau des prairies temporaires. Un léger ajustement se fait également en blé, en orge et en maïs. Le tableau suivant récapitule l'évolution des surfaces par sous-catégorie composant la SAU.

⁶² <https://agriculture.gouv.fr/dossier-de-presse-la-strategie-nationale-proteines-vegetales>

SCENARIO AIR : HYPOTHESES ET RESULTATS

Tableau 69 : Evolution des surfaces de grandes cultures et prairies en AMS 2021 (ha)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	4 983 221	4 944 437	4 977 503	4 963 795	5 000 403	5 011 855	5 027 730	5 039 204
ps	15 529	15 408	15 511	15 468	15 583	15 618	15 668	15 703
	238 657	238 875	243 521	242 876	242 231	239 423	236 615	233 807
	6 847	6 853	6 987	6 968	6 950	6 869	6 788	6 708
	28 725	28 751	29 310	29 233	29 155	28 817	28 479	28 141
niver	1 305 222	1 295 006	1 304 080	1 300 432	1 309 962	1 312 711	1 316 618	1 319 373
e	638 967	633 966	638 408	636 622	641 288	642 633	644 546	645 894
	49 301	49 346	50 306	50 172	50 039	49 459	48 879	48 299
	38 170	38 205	38 948	38 845	38 742	38 292	37 843	37 394
e)	1 505 980	1 496 168	1 507 254	1 503 175	1 513 115	1 515 174	1 518 466	1 520 531
	83 085	83 922	85 554	85 327	85 100	84 114	83 128	82 141
	305 221	305 500	311 441	310 616	309 791	306 200	302 609	299 018
	64 448	64 506	65 760	65 586	65 412	64 653	63 895	63 137
(hors	115 421	115 524	117 771	117 459	117 147	115 789	114 431	113 073
	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337	14 337
cte)	1 104 795	1 106 030	1 132 300	1 128 652	1 125 005	1 109 126	1 093 247	1 077 369
t	2 246	2 249	2 302	2 295	2 287	2 255	2 223	2 190
	603 917	604 491	616 696	615 001	613 307	605 929	598 552	591 174
	21 839	21 863	22 383	22 311	22 238	21 925	21 611	21 297
	10 022	10 033	10 272	10 238	10 205	10 061	9 917	9 773
	63 105	63 105	75 271	84 920	90 262	100 500	110 806	121 122
	175 572	186 593	277 304	363 380	391 090	427 626	464 898	502 674

ha		2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autres grandes cultures	Choux, racines et tubercules fourragers	16 372	14 626	14 392	14 157	13 923	13 763	13 602	13 442
	Betteraves industrielles	446 601	486 744	496 209	494 895	493 581	487 859	482 138	476 417
	Pommes de terre	206 983	199 749	203 634	203 094	202 555	200 207	197 859	195 511
Fourrage annuel	Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	1 436 337	1 505 215	1 518 456	1 528 818	1 530 215	1 555 106	1 577 108	1 596 131
	Autres fourrages annuels	287 716	273 227	268 844	264 461	260 078	257 089	254 099	251 110
Prairies artificielles		476 071	455 511	778 020	1 100 000	1 257 740	1 412 410	1 567 602	1 769 282
Prairies temporaires		2 660 887	2 435 604	1 786 473	1 345 112	1 121 999	969 235	830 474	677 667
Prairies permanentes	Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	7 105 373	7 064 922	6 988 922	6 912 922	6 836 922	6 760 922	6 684 922	6 608 922
	STH peu productives (parcours, landes, alpages)	2 453 635	2 394 062	2 280 062	2 166 062	2 052 062	1 938 062	1 824 062	1 710 062

Tableau 70 : Evolution des surfaces autres en AMS 2021 (ha)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Plantes à fibres	127 124	136 244	138 166	138 167	138 169	136 447	134 725	133 003
Tabac blond	4 325	4 485	4 572	4 560	4 548	4 496	4 443	4 390
Houblon	1 075	1 115	1 136	1 134	1 131	1 117	1 104	1 091
Chicorée à café	1 015	1 052	1 073	1 070	1 066	1 054	1 042	1 030
Plantes aromatiques, médicinales et à parfum	52 665	55 254	56 328	56 179	56 030	55 380	54 731	54 081
Vignes hors raisin de table	778 389	776 830	737 909	700 948	665 849	632 582	600 975	570 945
Arboriculture (dont pépinières)	194 820	196 430	188 798	181 165	173 533	164 154	155 338	147 050
Maraichage	376 108	394 483	424 483	454 483	454 483	454 483	454 483	454 483
Jardins et vergers familiaux	154 409	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149	154 149
Autres cultures permanentes (oseraie, canne de Provence...)	17 584	18 664	22 754	26 844	30 935	30 935	30 935	30 935

Tableau 71 : Evolution des surfaces par grande catégorie en AMS 2021 (ha)

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Total SAU	28 338 821	28 573 527	28 372 212	28 212 055	28 086 406	27 940 564	27 816 240	27 715 900
Grandes cultures	14 439 767	14 484 723	14 809 367	14 969 261	15 137 791	15 225 140	15 317 256	15 398 810
Prairies	12 191 540	12 350 099	11 833 477	11 524 096	11 268 723	11 080 628	10 907 061	10 765 933
Autres	1 707 514	1 738 705	1 729 367	1 718 698	1 679 891	1 634 796	1 591 923	1 551 157

4.8.3.2 Evolution des productions

Les productions résultantes dans l'AMS évoluent par rapport à celles de l'AME, du fait du développement de l'agriculture biologique, les rendements pour ces systèmes étant considérés plus faibles qu'en conventionnel.

Comme pour l'AME, on considère que **les rendements en système conventionnel n'évoluent plus sur la période**. Ces rendements stabilisés sont estimés à partir des moyennes constatées entre 2014 et 2018. Pour les systèmes en agriculture biologique, on considère que les rendements progressent au fil du temps pour se rapprocher des rendements obtenus en système conventionnel. Ces hypothèses de progression sont identiques à celles de l'AME.

Le tableau ci-dessous présente les productions obtenues, issues de l'ensemble des hypothèses mentionnées plus haut.

SCENARIO AIR : HYPOTHESES ET RESULTATS

Les grandes cultures et prairies en AMS

es pour	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
	39 409 446	34 496 855	34 110 444	33 465 166	33 341 156	33 104 126	32 949 726	32 820 612
ps	107 016	93 676	92 626	90 874	90 537	89 894	89 475	89 124
	1 523 814	1 226 790	1 228 423	1 205 312	1 188 888	1 164 087	1 141 454	1 120 931
	42 388	34 126	34 171	33 528	33 071	32 381	31 752	31 181
	136 955	129 098	129 270	126 838	125 110	122 500	120 118	117 959
niver	9 247 366	8 225 535	8 135 979	7 981 723	7 951 777	7 893 734	7 855 421	7 823 156
n de	4 477 651	3 982 872	3 939 508	3 864 816	3 850 316	3 822 211	3 803 659	3 788 036
	234 651	226 272	226 573	222 310	219 281	214 707	210 532	206 747
	172 508	119 611	310 767	205 921	187 857	177 914	182 611	178 999
e)	12 995 626	13 571 346	13 428 959	13 175 544	13 116 791	13 011 464	12 937 929	12 875 375
	427 879	466 470	467 091	458 303	452 058	442 628	434 022	426 218
	1 660 793	1 509 843	1 511 852	1 483 409	1 463 196	1 432 672	1 404 817	1 379 559
	229 238	219 932	220 225	216 082	213 138	208 691	204 634	200 955
(hors	457 328	168 691	360 734	328 527	470 228	450 005	454 939	446 210
	83 599	79 664	78 249	76 980	76 134	75 420	74 831	74 368
cte)	3 516 595	4 656 485	5 220 456	4 889 756	3 401 553	3 732 943	3 753 696	3 680 960
t	6 704	8 877	9 952	9 321	6 484	7 116	7 156	7 017
	1 298 137	1 378 275	1 381 118	1 354 999	1 336 402	1 307 944	1 281 933	1 258 299
	45 503	60 253	67 551	63 271	44 015	48 303	48 571	47 630
	13 081	17 321	19 418	18 188	12 653	13 885	13 963	13 692
	177 381	30 596	26 342	23 760	22 977	23 334	24 250	25 713
	522 225	522 222	472 455	422 452	421 452	422 524	414 422	421 224

<i>Tonnes de MS pour les fourrages, tonnes pour les autres cultures</i>		2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autres grandes cultures	Choux, racines et tubercules fourragers	679 937	517 958	509 649	501 340	493 031	487 364	481 697	476 030
	Betteraves industrielles	38 024 386	42 781 093	42 838 031	42 032 089	41 459 361	40 594 483	39 805 211	39 089 524
	Pommes de terre	8 558 326	8 441 896	8 453 131	8 294 096	8 181 081	8 010 417	7 854 672	7 713 447
Fourrage annuel	Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	16 322 677	18 826 189	18 654 310	18 477 202	18 290 652	18 413 855	18 528 598	18 636 073
	Autres fourrages annuels	1 075 708	1 055 634	1 038 700	1 021 765	1 004 831	993 281	981 731	970 182
Prairies artificielles		3 410 682	3 909 437	6 677 373	9 440 775	10 794 584	12 122 038	13 453 982	15 184 900
Prairies temporaires		16 363 363	20 903 624	15 332 446	11 544 454	9 629 583	8 318 478	7 127 563	5 816 094
Prairies permanentes	Prairies naturelles ou semées depuis plus de 6 ans	29 937 628	36 299 997	35 909 505	35 519 012	35 128 520	34 738 027	34 347 534	33 957 042
	STH peu productives (parcours, landes, alpages)	2 958 226	3 271 364	3 115 589	2 959 814	2 804 039	2 648 263	2 492 488	2 336 713

4.8.3.3 Evolution des intrants

Engrais minéraux

L'outil Clim'agri⁵⁰ de l'ADEME permet d'estimer les apports en azote minéral à partir des surfaces par culture et par système (conventionnel, biologique), en utilisant des apports moyens (kg N minéral/ha) pouvant varier selon le rendement associé.

Dans l'AMS, le développement plus important de l'agriculture biologique et des légumineuses impacte l'évolution de la fertilisation minérale, ces surfaces n'étant pas concernées par l'apport d'engrais minéraux. De plus, d'après l'étude INRAE (Pellerin et al, 2013⁶³), l'introduction de légumineuses permet une réduction supplémentaire de 33 kgN/ha pour les cultures suivantes, réduction que l'on estime ici à partir des surfaces supplémentaires en légumineuses en AMS par rapport à l'AME.

A cette évolution s'ajoute une mesure supplémentaire qu'est le développement de l'utilisation du bilan azoté et d'outils de pilotage pour réviser la dose d'azote apportée aux cultures. En 2019, environ 40% de la SAU est concerné par l'utilisation de tels outils. Cette part augmente dans l'AMS pour atteindre environ 80% de la SAU en 2030. D'après le guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air (ADEME, 2020⁶⁴), l'utilisation du bilan azoté et des outils d'ajustement entraînerait une réduction de la fertilisation minérale de 10%. On considère donc, sur ces systèmes nommés « raisonnement de la fertilisation azotée », une réduction de la fertilisation minérale de 10% par rapport au système en conventionnel, et un maintien du rendement.

A noter : la progression de l'utilisation de ces bilans se fait en système conventionnel et en système biologique.

A partir de l'ensemble de ces données, l'outil Clim'agri estime une évolution de l'apport en azote minéral total. Cette estimation, pour les années connues, donne une consommation d'azote minéral inférieure à celle estimée à partir des livraisons UNIFA⁶⁵. Ainsi, pour la projection de l'azote total minéral épandu, le choix a été fait d'utiliser seulement l'évolution de la fertilisation azotée minérale estimée par l'outil Clim'agri, en l'appliquant aux dernières estimations de la consommation d'azote minéral, issues de l'inventaire.

Il s'agit ensuite d'estimer l'évolution du mix des formes azotées minérales épandues. Pour cet AMS, le mix entre engrais est modifié par rapport à l'AME, avec une part plus importante en 2030 d'engrais moins émissif.

Tableau 73 : Consommation d'intrants minéraux en AMS 2021

tonnes N	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Urée	431 875	426 283	339 928	253 359	240 451	226 449	212 713	199 200
Ammonitrates	806 886	826 546	805 925	760 077	721 354	679 348	638 140	597 600
Solution azotée	677 728	698 149	699 091	675 624	641 204	603 865	567 236	531 200
Autres simples et composés	256 918	219 556	173 559	142 888	134 285	128 515	123 649	117 027
TOTAL	2 173 408	2 170 535	2 018 503	1 831 947	1 737 294	1 638 177	1 541 739	1 445 026

⁶³ Pellerin S., Bamière L., Angers D., Béline F., Benoît M., Butault J.P., Chenu C., Colnenne-David C., De Cara S., Delame N., Doreau M., Dupraz P., Faverdin P., Garcia-Launay F., Hassouna M., Hénault C., Jeuffroy M.H., Klumpp K., Metay A., Moran D., Recous S., Samson E., Savini I., Pardon L., 2013. *Quelle contribution de l'agriculture française à la réduction des émissions de gaz à effet de serre ? Potentiel d'atténuation et coût de dix actions techniques. Synthèse du rapport d'étude, INRA (France), 92 p*

⁶⁴ <https://bibliothèque.ademe.fr/produire-autrement/4044-guide-des-bonnes-pratiques-agricoles-pour-l-amelioration-de-la-qualite-de-l-air-9791029714917.htm>

⁶⁵ UNIFA <https://www.unifa.fr/statistiques-du-secteur/les-statistiques-de-campagne-retrouvez-l-historique-des-campagnes-de>

Engrais organiques, animaux à la pâture et résidus

Section quasiment identique à l'AME avec quelques modifications décrites ci-dessous.

La mise en place de couvertures de fosse permet de conserver une partie de l'azote dans les effluents. L'évolution des productions impacte l'azote des résidus retournant au sol. Seules les quantités modifiées par rapport à l'AME apparaissent ici :

Tableau 74 : Evolution des quantités d'azote des déjections épandues et des résidus de culture en AMS 2021

tonnes N	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Déjections produites en France	517 183	514 696	520 695	523 796	524 603	525 767	526 931	528 106
Résidus de culture	942 324	968 018	945 595	925 144	917 499	911 321	907 835	907 464
TOTAL	2 408 343	2 428 862	2 405 932	2 382 169	2 368 599	2 355 037	2 344 108	2 336 226

4.8.3.4 Techniques de réduction des émissions de NH₃

Pour les engrais minéraux, deux pratiques de réduction des émissions de NH₃ sont prises en compte dans l'inventaire : l'ajout d'inhibiteur d'uréase et l'enfouissement rapide post-épandage (solution azotée et urée). La part d'urée inhibée est maintenue au niveau proposé dans l'AME. En revanche, l'enfouissement pour l'urée et la solution azotée progresse plus fortement en AMS qu'en AME.

Tableau 75 : Evolution des techniques de réduction des émissions de NH₃ pour les engrais minéraux en AMS 2021

	2019	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050
% urée inhibée	17,4%	19,7%	23,6%	27,6%	31,6%	35,5%	39,5%	43,4%
% urée enfouie	14%	15,4%	22,7%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30%
% solution azotée enfouie	8,0%	9,0%	14,5%	20,0%	20,0%	20,0%	20,0%	20%

4.8.4 Données relatives au brûlage

4.8.4.1 Résidus de culture

Section identique à l'AME.

4.8.5 Impacts sur les émissions de polluants dont NH₃

L'évolution des émissions de polluants en AMS est présentée ci-après. Les résultats AME sont rappelés.

Tableau 76 : Evolution des émissions de polluants de l'agriculture dans le scénario AMS et comparaison avec AME

NFR 3 (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
NO _x	78,4	74,4	72,8	72,3	71,3	68,5	69,9	64,3	66,4	55,6
SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
COVNM	394,1	382,1	386,9	390,2	385,8	380,5	382,7	373,4	388,4	377,5
NH ₃	580,3	577,9	553,7	546,8	547,4	515,5	542,4	485,9	522,2	447,0
PM _{2.5}	10,2	9,7	8,9	8,7	8,6	8,6	8,5	8,5	8,2	8,1

Les mesures AMS visant le NH₃ permettent de réduire les émissions de façon significative par rapport à AME. Ainsi l'AMS apporte une réduction supplémentaire de 31,9 kt en 2025 et 56,5 kt en 2030 par rapport à AME. Le scénario AMS permet une réduction des émissions de 15% en 2030, alors que l'AME ne faisait une réduction que de 6%.

Tableau 77 : Evolution des émissions de NH₃ selon les diverses sources d'émissions dans le scénario AMS et comparaison avec AME

NH3 (kt)	2005	2010	2019	2020	2025- AME	2025- AMS	2030- AME	2030- AMS	2050- AME	2050- AMS
NFR 3B1a	60,8	58,7	55,1	54,8	52,3	51,5	50,4	49,0	50,4	49,2
NFR 3B1b	76,2	79,0	72,4	71,3	67,8	67,5	64,8	64,2	56,3	55,8
NFR 3B2	6,9	6,0	5,2	5,3	5,3	5,3	5,2	5,2	4,9	4,9
NFR 3B3	44,3	41,1	36,5	35,7	34,5	33,1	33,2	31,1	26,8	25,6
NFR 3B4	45,0	45,3	44,4	44,5	44,5	44,5	44,6	44,6	44,6	44,6
NFR 3Da1	152,7	151,4	153,5	150,4	153,7	131,2	152,3	111,8	141,8	82,2
NFR 3Da2a	97,3	98,5	93,7	92,4	97,7	90,7	101,3	89,4	110,8	98,2
NFR 3Da2b	2,5	3,1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,6	2,6
NFR 3Da2c	1,2	1,5	3,5	3,6	4,4	4,4	5,3	5,3	9,0	9,0
NFR 3Da3	92,5	92,0	86,2	85,8	84,1	84,1	82,3	82,3	74,3	74,3
NFR 3F	0,9	1,0	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
TOTAL	580,3	577,9	553,7	546,8	547,4	515,5	542,4	485,9	522,2	447,0

Le graphique suivant présente les résultats obtenus pour les émissions de NH₃ en 2030 pour l'AME et l'AMS. La barre rouge représente l'objectif de réduction pour 2030 pour la France, appliqué ici uniquement aux émissions agricoles (émissions qui représentent l'essentiel des émissions nationales de NH₃). Sont distingués les postes pour lesquels des leviers supplémentaires de réduction ont été actionnés :

- **Stockage (hors digestats)** : il s'agit ici des émissions liées au stockage des déjections, une fois sorties du bâtiment. Le levier permettant une réduction sur ce poste est la couverture des fosses pour les lisiers bovins et porcins.
- **Epandage des lisiers, des digestats, des fumiers** : pour ces trois postes, les leviers permettant des réductions sont l'adoption de matériels d'épandage plus vertueux (pendillards) et l'accélération des délais d'incorporation post-épandage des effluents ;
- **Fertilisation minérale** : la réduction engendrée sur ce poste résulte du développement de l'agriculture biologique, des légumineuses, du bilan azoté, mais aussi de la modification du mix des engrais (potentiellement impulsée par la taxation des engrais azotés telle que définie

dans la loi climat et résilience de 2021) et du développement des bonnes pratiques d'épandage de l'urée et de la solution azotée.

Le bloc orange regroupe le reste des émissions agricoles, non impactées par le développement des pratiques de réduction de NH_3 .

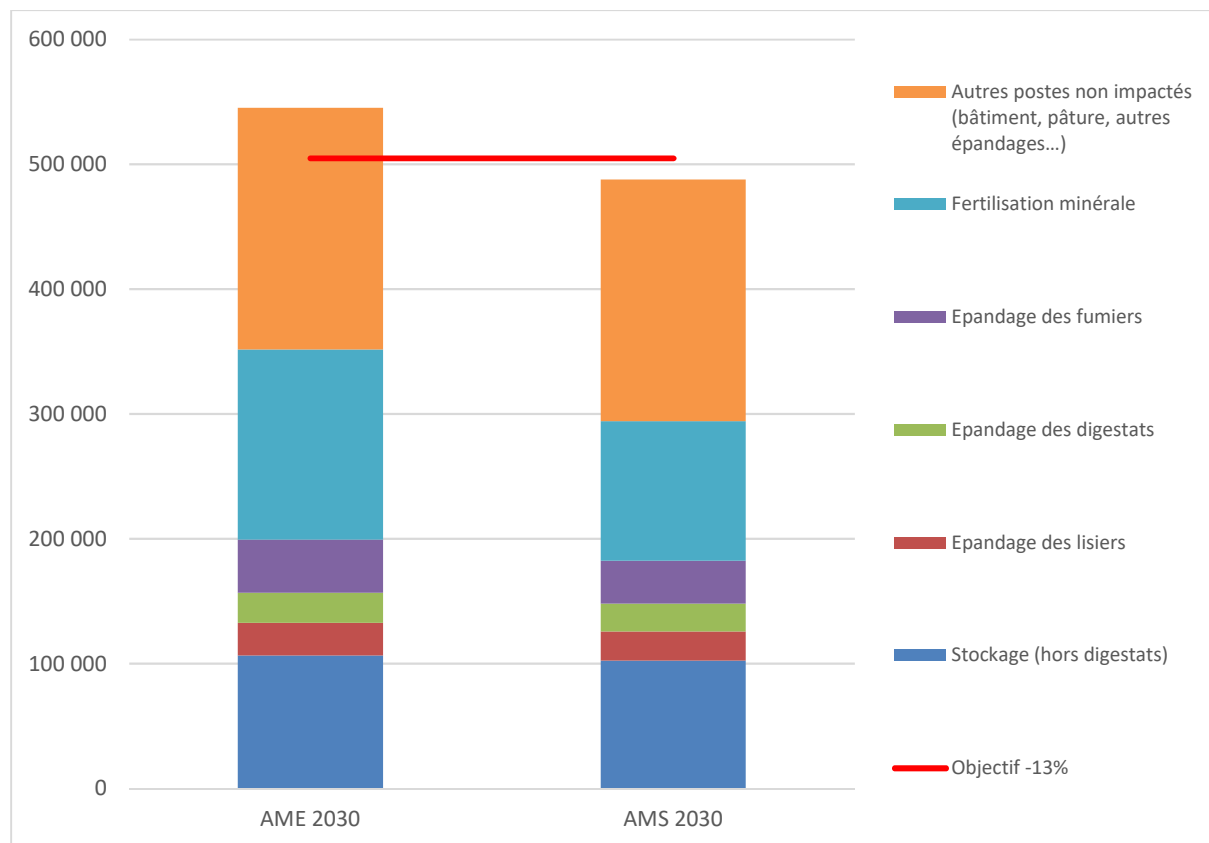


Figure 59 : Emissions de NH_3 (t NH_3) de l'agriculture en 2030 pour l'AME et l'AMS

Le graphique suivant présente la contribution en 2030 de chacun des postes à la baisse totale pour le secteur entre les scénarios AMS et AME. Avec les mesures supplémentaires dans le secteur agricole, les objectifs européens pour le NH_3 sont respectés.

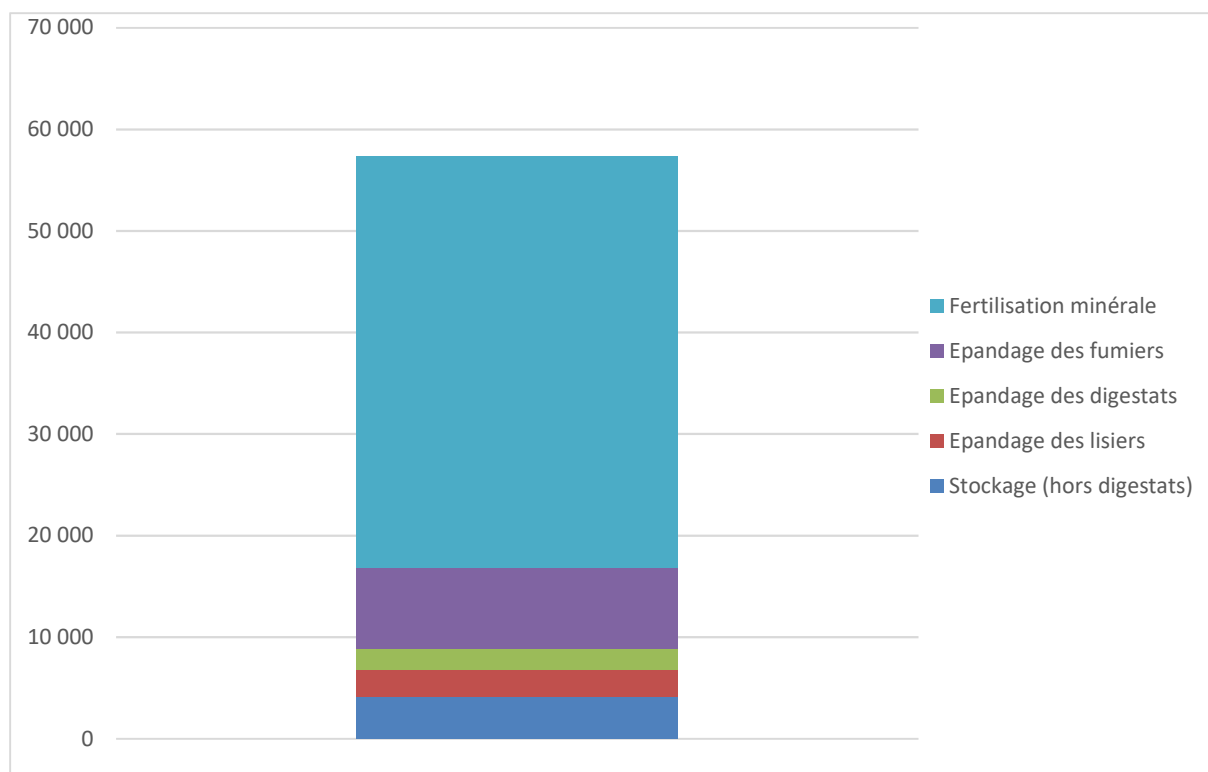


Figure 60 : Contribution des différents secteurs à la baisse globale (en t NH₃) en 2030 dans le cadre du scénario AMS, comparé au scénario AME

L'essentiel des réductions obtenues se retrouve au niveau de la fertilisation minérale à la fois du fait d'un recul de l'azote minéral total épandu, en lien avec le développement de l'agriculture biologique, des légumineuses et du bilan azoté, mais aussi du fait du changement du mix des engrais, avec un recul de l'urée au profit des ammonitrates, et un développement des bonnes pratiques d'épandage pour l'urée et la solution azotée.

Annexe I - Liste des secteurs NFR et leurs intitulés

Code NFR	Intitulé du secteur
1A1a	Public electricity and heat production
1A1b	Petroleum refining
1A1c	Manufacture of solid fuels and other energy industries
1A2a	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel
1A2b	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-ferrous metals
1A2c	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals
1A2d	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Pulp, Paper and Print
1A2e	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Food processing, beverages and tobacco
1A2f	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non-metallic minerals
1A2gvii	Mobile Combustion in manufacturing industries and construction
1A2gviii	Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other
1A3ai(i)	International aviation LTO (civil)
1A3aai(i)	Domestic aviation LTO (civil)
1A3bi	Road transport: Passenger cars
1A3bii	Road transport: Light duty vehicles
1A3biii	Road transport: Heavy duty vehicles and buses
1A3biv	Road transport: Mopeds & motorcycles
1A3bv	Road transport: Gasoline evaporation
1A3bvi	Road transport: Automobile tyre and brake wear
1A3bvii	Road transport: Automobile road abrasion
1A3c	Railways
1A3di(ii)	International inland waterways
1A3dii	National navigation (shipping)

1A3ei	Pipeline transport
1A3eii	Other
1A4ai	Commercial/institutional: Stationary
1A4aai	Commercial/institutional: Mobile
1A4bi	Residential: Stationary
1A4bii	Residential: Household and gardening (mobile)
1A4ci	Agriculture/Forestry/Fishing: Stationary
1A4cii	Agriculture/Forestry/Fishing: Off-road vehicles and other machinery
1A4ciii	Agriculture/Forestry/Fishing: National fishing
1A5a	Other stationary (including military)
1A5b	Other, Mobile (including military, land based and recreational boats)
1B1a	Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling
1B1b	Fugitive emission from solid fuels: Solid fuel transformation
1B1c	Other fugitive emissions from solid fuels
1B2ai	Fugitive emissions oil: Exploration, production, transport
1B2aiv	Fugitive emissions oil: Refining / storage
1B2av	Distribution of oil products
1B2b	Fugitive emissions from natural gas (exploration, production, processing, transmission, storage, distribution and other)
1B2c	Venting and flaring (oil, gas, combined oil and gas)
1B2d	Other fugitive emissions from energy production
2A1	Cement production
2A2	Lime production
2A3	Glass production
2A5a	Quarrying and mining of minerals other than coal
2A5b	Construction and demolition
2A5c	Storage, handling and transport of mineral products
2A6	Other mineral products

2B1	Ammonia production
2B2	Nitric acid production
2B3	Adipic acid production
2B5	Carbide production
2B6	Titanium dioxide production
2B7	Soda ash production
2B10a	Chemical industry: Other
2B10b	Storage, handling and transport of chemical products
2C1	Iron and steel production
2C2	Ferroalloys production
2C3	Aluminium production
2C4	Magnesium production
2C5	Lead production
2C6	Zinc production
2C7a	Copper production
2C7b	Nickel production
2C7c	Other metal production
2C7d	Storage, handling and transport of metal products
2D3a	Domestic solvent use including fungicides
2D3b	Road paving with asphalt
2D3c	Asphalt roofing
2D3d	Coating applications
2D3e	Degreasing
2D3f	Dry cleaning
2D3g	Chemical products
2D3h	Printing
2D3i	Other solvent use

2G	Other product use
2H1	Pulp and paper industry
2H2	Food and beverages industry
2H3	Other industrial processes
2I	Wood processing
2J	Production of POPs
2K	Consumption of POPs and heavy metals (e.g. electrical and scientific equipment)
2L	Other production, consumption, storage, transportation or handling of bulk products
3B1a	Manure management - Dairy cattle
3B1b	Manure management - Non-dairy cattle
3B2	Manure management - Sheep
3B3	Manure management - Swine
3B4a	Manure management - Buffalo
3B4d	Manure management - Goats
3B4e	Manure management - Horses
3B4f	Manure management - Mules and asses
3B4gi	Manure management - Laying hens
3B4gii	Manure management - Broilers
3B4giii	Manure management - Turkeys
3B4giv	Manure management - Other poultry
3B4h	Manure management - Other animals
3Da1	Inorganic N-fertilizers (includes also urea application)
3Da2a	Animal manure applied to soils
3Da2b	Sewage sludge applied to soils
3Da2c	Other organic fertilisers applied to soils (including compost)
3Da3	Urine and dung deposited by grazing animals
3Da4	Crop residues applied to soils

3Db	Indirect emissions from managed soils
3Dc	Farm-level agricultural operations including storage, handling and transport of agricultural products
3Dd	Off-farm storage, handling and transport of bulk agricultural products
3De	Cultivated crops
3Df	Use of pesticides
3F	Field burning of agricultural residues
3I	Agriculture other
5A	Biological treatment of waste - Solid waste disposal on land
5B1	Biological treatment of waste - Composting
5B2	Biological treatment of waste - Anaerobic digestion at biogas facilities
5C1a	Municipal waste incineration
5C1bi	Industrial waste incineration
5C1bii	Hazardous waste incineration
5C1biii	Clinical waste incineration
5C1biv	Sewage sludge incineration
5C1bv	Cremation
5C1bvi	Other waste incineration
5C2	Open burning of waste
5D1	Domestic wastewater handling
5D2	Industrial wastewater handling
5D3	Other wastewater handling
5E	Other waste
6A	Other included in national total for entire territory
6B	Other not included in national total for entire territory
11.A	Volcanoes
11.B	Forest fires
11.C	Other natural sources

Annexe II - Correspondance vignettes Crit'Air et normes Euros selon les véhicules

Classification Certificat qualité de l'air

Tableau©Green-Zones

Tableau © Green-Zones

Classe CA	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures	Véhicules utilitaires légers < 3,5 t	Poids-lourds, autobus et autocars			
	Véhicules électriques et hydrogène						
	Véhicules gaz Véhicules hybrides rechargeables						
Classe CA	Date de première immatriculation ou norme Euro						
	2 roues, tricycles et quadricycles à moteur	Voitures		Véhicules utilitaires légers < 3,5 t		Poids-lourds, autobus et autocars	
		Diesel	Essence	Diesel	Essence	Diesel	Essence
	EURO 4 à partir du 01.01.2017 pour les motocycles à partir du 01.01.2018 pour les cyclomoteurs	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	-	EURO 6 à partir du 01.01.2014
	EURO 3 du 01.01.2007 au 31.12.2016 pour les motocycles et au 31.12.2017 pour les cyclomoteurs	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 5 et 6 à partir du 01.01.2011	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 6 à partir du 01.01.2014	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013
	EURO 2 du 01.07.2004 au 31.12.2006	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.01.1997 au 31.12.2005	EURO 4 du 01.01.2006 au 31.12.2010	EURO 2 et 3 du 01.10.1997 au 31.12.2005	EURO 5 du 01.10.2009 au 31.12.2013	EURO 3 et 4 du 01.10.2001 au 30.09.2009
	Pas de norme tout type du 01.06.2000 au 30.06.2004	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 3 du 01.01.2001 au 31.12.2005	-	EURO 4 du 01.10.2006 au 30.09.2009	-
	-	EURO 2 du 01.01.1997 au 31.12.2000	-	EURO 2 du 01.10.1997 au 31.12.2000	-	EURO 3 du 01.10.2001 au 30.09.2006	-
Pas de éco-vignette	Pas de norme tout type jusqu'au 31.05.2000	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 31.12.1996	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1 et avant jusqu'au 30.09.1997	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001	EURO 1, 2 et avant jusqu'au 30.09.2001

Annexe III - Liste des secteurs industriels visés par la directive IED

ANNEX I

Categories of activities referred to in Article 10

The threshold values given below generally refer to production capacities or outputs. Where several activities falling under the same activity description containing a threshold are operated in the same installation, the capacities of such activities are added together. For waste management activities, this calculation shall apply at the level of activities 5.1, 5.3(a) and 5.3(b).

The Commission shall establish guidance on:

- (a) the relationship between waste management activities described in this Annex and those described in Annexes I and II to Directive 2008/98/EC; and
- (b) the interpretation of the term 'industrial scale' regarding the description of chemical industry activities described in this Annex.

1. Energy industries

1.1. Combustion of fuels in installations with a total rated thermal input of 50 MW or more

1.2. Refining of mineral oil and gas

1.3. Production of coke

1.4. Gasification or liquefaction of:

- (a) coal;
- (b) other fuels in installations with a total rated thermal input of 20 MW or more.

2. Production and processing of metals

2.1. Metal ore (including sulphide ore) roasting or sintering

2.2. Production of pig iron or steel (primary or secondary fusion) including continuous casting with a capacity exceeding 2,5 tonnes per hour

2.3. Processing of ferrous metals:

- (a) operation of hot-rolling mills with a capacity exceeding 20 tonnes of crude steel per hour;
- (b) operation of smitheries with hammers the energy of which exceeds 50 kilojoule per hammer, where the calorific power used exceeds 20 MW;
- (c) application of protective fused metal coats with an input exceeding 2 tonnes of crude steel per hour.

2.4. Operation of ferrous metal foundries with a production capacity exceeding 20 tonnes per day

2.5. Processing of non-ferrous metals:

- (a) production of non-ferrous crude metals from ore, concentrates or secondary raw materials by metallurgical, chemical or electrolytic processes;
- (b) melting, including the alloyage, of non-ferrous metals, including recovered products and operation of non-ferrous metal foundries, with a melting capacity exceeding 4 tonnes per day for lead and cadmium or 20 tonnes per day for all other metals.

2.6. Surface treatment of metals or plastic materials using an electrolytic or chemical process where the volume of the treatment vats exceeds 30 m³

3. Mineral industry

3.1. Production of cement, lime and magnesium oxide:

- (a) production of cement clinker in rotary kilns with a production capacity exceeding 500 tonnes per day or in other kilns with a production capacity exceeding 50 tonnes per day;
- (b) production of lime in kilns with a production capacity exceeding 50 tonnes per day;
- (c) production of magnesium oxide in kilns with a production capacity exceeding 50 tonnes per day.

3.2. Production of asbestos or the manufacture of asbestos-based products

3.3. Manufacture of glass including glass fibre with a melting capacity exceeding 20 tonnes per day

3.4. Melting mineral substances including the production of mineral fibres with a melting capacity exceeding 20 tonnes per day

3.5. Manufacture of ceramic products by firing, in particular roofing tiles, bricks, refractory bricks, tiles, stoneware or porcelain with a production capacity exceeding 75 tonnes per day and/or with a kiln capacity exceeding 4 m³ and with a setting density per kiln exceeding 300 kg/m³

4. Chemical industry

For the purpose of this section, production within the meaning of the categories of activities contained in this section means the production on an industrial scale by chemical or biological processing of substances or groups of substances listed in points 4.1 to 4.6

4.1. Production of organic chemicals, such as:

- (a) simple hydrocarbons (linear or cyclic, saturated or unsaturated, aliphatic or aromatic);
- (b) oxygen-containing hydrocarbons such as alcohols, aldehydes, ketones, carboxylic acids, esters and mixtures of esters, acetates, ethers, peroxides and epoxy resins;
- (c) sulphurous hydrocarbons;
- (d) nitrogenous hydrocarbons such as amines, amides, nitrous compounds, nitro compounds or nitrate compounds, nitriles, cyanates, isocyanates;
- (e) phosphorus-containing hydrocarbons;
- (f) halogenic hydrocarbons;
- (g) organometallic compounds;
- (h) plastic materials (polymers, synthetic fibres and cellulose-based fibres);
- (i) synthetic rubbers;
- (j) dyes and pigments;
- (k) surface-active agents and surfactants.

4.2. Production of inorganic chemicals, such as:

- (a) gases, such as ammonia, chlorine or hydrogen chloride, fluorine or hydrogen fluoride, carbon oxides, sulphur compounds, nitrogen oxides, hydrogen, sulphur dioxide, carbonyl chloride;
- (b) acids, such as chromic acid, hydrofluoric acid, phosphoric acid, nitric acid, hydrochloric acid, sulphuric acid, oleum, sulphurous acids;
- (c) bases, such as ammonium hydroxide, potassium hydroxide, sodium hydroxide;
- (d) salts, such as ammonium chloride, potassium chlorate, potassium carbonate, sodium carbonate, perborate, silver nitrate;
- (e) non-metals, metal oxides or other inorganic compounds such as calcium carbide, silicon, silicon carbide.

4.3. Production of phosphorous-, nitrogen- or potassium-based fertilisers (simple or compound fertilisers)

4.4. Production of plant protection products or of biocides

4.5. Production of pharmaceutical products including intermediates

4.6. Production of explosives

5. Waste management

5.1. Disposal or recovery of hazardous waste with a capacity exceeding 10 tonnes per day involving one or more of the following activities:

- (a) biological treatment;
- (b) physico-chemical treatment;
- (c) blending or mixing prior to submission to any of the other activities listed in points 5.1 and 5.2;
- (d) repackaging prior to submission to any of the other activities listed in points 5.1 and 5.2;
- (e) solvent reclamation/regeneration;
- (f) recycling/reclamation of inorganic materials other than metals or metal compounds;
- (g) regeneration of acids or bases;
- (h) recovery of components used for pollution abatement;
- (i) recovery of components from catalysts;
- (j) oil re-refining or other reuses of oil;
- (k) surface impoundment.

5.2. Disposal or recovery of waste in waste incineration plants or in waste co-incineration plants:

- (a) for non-hazardous waste with a capacity exceeding 3 tonnes per hour;
- (b) for hazardous waste with a capacity exceeding 10 tonnes per day.

5.3. (a) Disposal of non-hazardous waste with a capacity exceeding 50 tonnes per day involving one or more of the following activities, and excluding activities covered by Council Directive 91/271/EEC of 21 May 1991 concerning urban waste-water treatment ⁽¹⁾:

- (i) biological treatment;
- (ii) physico-chemical treatment;
- (iii) pre-treatment of waste for incineration or co-incineration;
- (iv) treatment of slags and ashes;
- (v) treatment in shredders of metal waste, including waste electrical and electronic equipment and end-of-life vehicles and their components.

(b) Recovery, or a mix of recovery and disposal, of non-hazardous waste with a capacity exceeding 75 tonnes per day involving one or more of the following activities, and excluding activities covered by Directive 91/271/EEC:

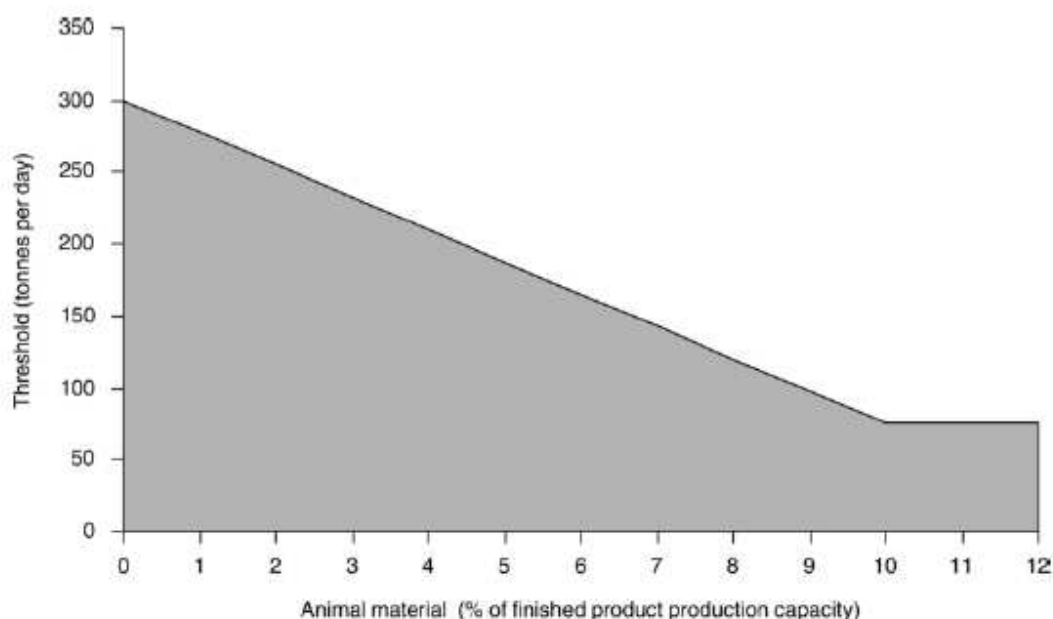
- (i) biological treatment;
- (ii) pre-treatment of waste for incineration or co-incineration;
- (iii) treatment of slags and ashes;
- (iv) treatment in shredders of metal waste, including waste electrical and electronic equipment and end-of-life vehicles and their components.

When the only waste treatment activity carried out is anaerobic digestion, the capacity threshold for this activity shall be 100 tonnes per day.

- 5.4. Landfills, as defined in Article 2(g) of Council Directive 1999/31/EC of 26 April 1999 on the landfill of waste ⁽¹⁾, receiving more than 10 tonnes of waste per day or with a total capacity exceeding 25 000 tonnes, excluding landfills of inert waste
- 5.5. Temporary storage of hazardous waste not covered under point 5.4 pending any of the activities listed in points 5.1, 5.2, 5.4 and 5.6 with a total capacity exceeding 50 tonnes, excluding temporary storage, pending collection, on the site where the waste is generated
- 5.6. Underground storage of hazardous waste with a total capacity exceeding 50 tonnes
6. Other activities
 - 6.1. Production in industrial installations of:
 - (a) pulp from timber or other fibrous materials;
 - (b) paper or card board with a production capacity exceeding 20 tonnes per day;
 - (c) one or more of the following wood-based panels: oriented strand board, particleboard or fibreboard with a production capacity exceeding 600 m³ per day.
 - 6.2. Pre-treatment (operations such as washing, bleaching, mercerisation) or dyeing of textile fibres or textiles where the treatment capacity exceeds 10 tonnes per day
 - 6.3. Tanning of hides and skins where the treatment capacity exceeds 12 tonnes of finished products per day
 - 6.4.
 - (a) Operating slaughterhouses with a carcass production capacity greater than 50 tonnes per day
 - (b) Treatment and processing, other than exclusively packaging, of the following raw materials, whether previously processed or unprocessed, intended for the production of food or feed from:
 - (i) only animal raw materials (other than exclusively milk) with a finished product production capacity greater than 75 tonnes per day;
 - (ii) only vegetable raw materials with a finished product production capacity greater than 300 tonnes per day or 600 tonnes per day where the installation operates for a period of no more than 90 consecutive days in any year;
 - (iii) animal and vegetable raw materials, both in combined and separate products, with a finished product production capacity in tonnes per day greater than:
 - 75 if A is equal to 10 or more; or,
 - $[300 - (22,5 \times A)]$ in any other case,
 where 'A' is the portion of animal material (in percent of weight) of the finished product production capacity.

Packaging shall not be included in the final weight of the product.

This subsection shall not apply where the raw material is milk only.



- (c) Treatment and processing of milk only, the quantity of milk received being greater than 200 tonnes per day (average value on an annual basis).

- 6.5. Disposal or recycling of animal carcasses or animal waste with a treatment capacity exceeding 10 tonnes per day
- 6.6. Intensive rearing of poultry or pigs:
- (a) with more than 40 000 places for poultry;
 - (b) with more than 2 000 places for production pigs (over 30 kg), or
 - (c) with more than 750 places for sows.
- 6.7. Surface treatment of substances, objects or products using organic solvents, in particular for dressing, printing, coating, degreasing, waterproofing, sizing, painting, cleaning or impregnating, with an organic solvent consumption capacity of more than 150 kg per hour or more than 200 tonnes per year
- 6.8. Production of carbon (hard-burnt coal) or electrographite by means of incineration or graphitisation
- 6.9. Capture of CO₂ streams from installations covered by this Directive for the purposes of geological storage pursuant to Directive 2009/31/EC
- 6.10. Preservation of wood and wood products with chemicals with a production capacity exceeding 75 m³ per day other than exclusively treating against sapstain
- 6.11. Independently operated treatment of waste water not covered by Directive 91/271/EEC and discharged by an installation covered by Chapter II

Annexe IV - Mesures existantes du scénario AME du PREPA

Mesure	Objectif	Plan	Description/modalités
Transport			
Mise en place de mesures européennes sur les objectifs d'émissions CO2 des véhicules neufs	Performance et décarbonation des VP, VUL, PL	Nouveau règlement européen n°2019/361 du 17 avril 2019	Le règlement renforce les objectifs de réduction d'émissions à horizon 2025 et 2030 pour les voitures neuves : objectif de -15% en 2025 par rapport à 2020 et -37,5% en 2030 par rapport à 2020 ; pour les VUL neufs : -15% en 2025 par rapport à 2020 et -31% en 2030 par rapport à 2020 ; les poids lourds : réduction de 15% en 2025 par rapport à 2020 et de 30% en 2030 par rapport à 2020
Objectif de fin de vente de véhicules neufs <3,5 tonnes émettant du CO2 en 2040		LOM de décembre 2019	Inscription d'un objectif de fin de vente des véhicules en 2040 dans la LOM de décembre 2019 avec comme objectif intermédiaire l'atteinte en 2030 de celui du règlement européen
Incitations fiscales (bonus-malus écologique et primes à la conversion)	Performance et décarbonation des VP		Bonus-malus écologique sur les voitures neuves et prime à la conversion avec nouveaux barèmes
Augmentation du nombre d'infrastructures de recharge pour véhicules électriques		LOM de décembre 2019	_ Obligation de pré-équipements et d'équipements dans certains types de bâtiments (renforcées) _ Soutien financier à l'installation des bornes de recharge publiques et privées (CITE pour les particuliers ; Programme CEE Advenir pour certains types de bâtiments - commerce, collectif et pour les collectivités locales) ; augmentation du taux de réfaction du coût de raccordement des bornes _ Schémas directeurs d'installation d'IRVE _ Amélioration du droit à la prise
Obligations d'achat de véhicules à faibles émissions			_ Obligations renforcées d'achat de véhicules électriques et hybrides rechargeables par l'État et les collectivités locales : 37,4% TFE + 12,6% FE pour Etat et EP et 37,4% TFE pour CL _ Obligations d'achat de véhicules électriques et hybrides rechargeables par les entreprises ayant des flottes de plus de 100 véhicules : 50% FE
Incitations fiscales (suramortissements et aides à l'acquisition)	Performance et décarbonation des VUL	Loi finance 2019	VUL de plus de 2,6 tonnes : prolongement du dispositif de suramortissement jusqu'à fin 2022 (20% de suramortissement)
Obligations d'achat de véhicules à faibles émissions			Les VUL sont concernés par les obligations d'achat de véhicules à faibles émissions à compter de 2023
Développement de véhicules au GNV puis bio-GNV, électriques et H2 pour les PL	Performance et décarbonation des PL	Plan hydrogène 2018	Maintien du dispositif de suramortissement pour les PL GNV-bioGNV, électriques et H2 jusqu'à fin 2021
Développement de véhicules à faibles émissions dans la flotte d'autobus (électricité – trolleybus – bus électriques – bus gaz)	Performance et décarbonation des bus et cars		Même obligation (pas de renforcement) : obligation pour Etat, Stif, métropole Lyon, Collectivités Locales et leurs regroupements ayant des parcs de plus de 20 bus ou cars d'acheter pour leurs nvx véhicules au moins 50 % de bus / cars à faibles émissions puis 100 % à compter de 2025 (cf décret du 12 janvier 2017 pour la définition de véhicules à faibles émissions)
Incorporation de biocarburants (TIRIB)	Favoriser les biocarburants		En 2020: TIRIB de 8,2% sur l'essence et de 8% sur le gazole En 2021: TIRIB de 8,6% pour les essences et de 8% pour les gazole en 2020
Mesure fiscale incitative	Performance et décarbonation des engins de piste de l'aviation		suramortissement de 40% sur les engins de piste mis en œuvre en 2020 et 2021
Développer le GNL et l'électrification à quai des navires	Décarbonation du maritime	LOM de décembre 2019	Développement partiel de bornes à quai

Développement des transports en commun en site propre	Augmenter le report modal vers les transport en commun	LOM de décembre 2019	Depuis 2008, l'État a accompagné les projets de transport collectif en site propre (TCSP) des autorités organisatrices de la mobilité en les cofinanciant dans le cadre d'appels à projets. Trois appels à projets s'adressant aux autorités organisatrices de transports ayant un projet de métro, tramway ou bus à haut niveau de service ont été lancés entre 2008 et 2013.
Développer les infrastructures de transport en Île-de-France : le Grand Paris			Projet de prolongement et de construction de 200 km de lignes de métro automatique en Île-de-France en service à l'horizon 2030. Les contrats de plan État-région Île-de-France viennent compléter ce projet par la mise en œuvre du plan de mobilisation pour les transports en Île-de-France, constitué d'opérations diverses de transports collectifs (métro, RER, tramway, tram-train, pôles d'échanges multimodaux et bus à haut niveau de service).
Prise en charge de la moitié du coût de l'abonnement TC par les employeurs			Tous les employeurs ont l'obligation de prendre en charge une partie (50% minimum) des frais d'abonnement aux transports collectifs de leurs salariés pour se rendre de leur domicile à leur lieu de travail.
Développement des espaces de stationnement sécurisés pour les vélos dans les constructions neuves	Développer le Vélo	Loi Grenelle II	Les bâtiments neufs à usage principal d'habitation et ceux à usage principal de bureaux, qui comportent un parc de stationnement, doivent posséder un espace réservé au stationnement sécurisé des vélos.
Réduction d'impôt pour les entreprises mettant à disposition de leurs salariés une flotte de vélos pour leurs déplacements domicile-travail		LTECV de 2015 puis élargissement par LOM de 2019	Les entreprises peuvent bénéficier d'une réduction d'impôt égale aux frais générés par la mise à disposition gratuite de leurs salariés d'une flotte de vélos pour leurs déplacements entre leur domicile et leur lieu de travail (dans la limite de 25 % du prix d'achat de flotte de vélos). Cette disposition sera élargie pour la fin de l'année 2019 aux locations de vélos de longue durée (5 ans pour les entreprises de plus de 10 salariés, 3 ans pour les entreprises de moins de 10 salariés). L'ajout d'un item vélo dans le barème fiscal des frais kilométriques de décembre 2019 élargira par ailleurs aux entreprises une prise en charge facilitée des déplacements professionnels effectués à vélo pour leurs salariés.
Mesures en faveur du triplement de la part du vélo d'ici 2024		Plan vélo 2018	Création d'un fonds vélo de 350M€ pour soutenir et amplifier les projets de création d'axes cyclables au sein des collectivités avec ciblage des discontinuités d'itinéraires ; généralisation progressive du marquage des vélos et de parkings sécurisés ; création d'un forfait mobilité durable jusqu'à 400€ par an ; développement de l'apprentissage et d'une culture vélo à l'école. Fonds vélo : premier appel à projets lancé en décembre 2018. Vise à compenser des discontinuités d'itinéraires et particulièrement celles créées par des grandes infrastructures de transports.
Forfait mobilités durables vélo et covoiturage	Favoriser le vélo et covoiturage	LOM de décembre 2019	Tous les employeurs privés et publics pourront contribuer aux frais de déplacement domicile-travail en covoiturage ou en vélo de leurs salariés. Forfait jusqu'à 400 €/an en franchise d'impôt et cotisations sociales. Mise en œuvre facultative
Développer le covoiturage	Favoriser les mobilités partagées	LOM de décembre 2019	possibilité pour les AOM de subventionner le covoiturage; de mettre en œuvre des voies réservées au covoiturage avec dispositif de contrôle ; possibilité pour les AOM de créer un signe distinctif covoiturage (pour le stationnement réservé notamment)
Baisse de la vitesse sur RN	Favoriser l'éco-conduite		80 km/h sur nationales et départementales avec possibilité de dérogation
Plans de mobilités et compétences des AOM		LOM de décembre 2019	_Plans de mobilités (remplacent les PDU) _Elargissement des compétences des AOM et couverture de l'ensemble du territoire par les AOM

Développer des plans de mobilités des entreprises	Favoriser les mobilités douces ou partagées		stationnement vélo, partage des données de mobilité, accompagnement des nouvelles mobilités (expérimentations d'autopartage, covoiturage, utilisation du vélo électrique en milieu rural; accompagnement de l'usage de trotinettes, gyroroues ou gyropodes dans les PDE...)
Amélioration des infrastructures de fret	Report modal du trafic de marchandises		Amélioration des réseaux
Mise en service d'autoroutes ferroviaires		LTECV de 2015	Autoroutes ferroviaires déjà mises en service Perpignan-Bettembourg et autoroute ferroviaire alpine (AME 2018)
Aide au transport combiné			Le programme de soutien "aide au transport combiné" est destiné à favoriser la mise en place et le développement de services de transport combiné pour contribuer aux objectifs de transition écologique. Les bénéficiaires sont les opérateurs de services de transport combiné, ou les commissionnaires de transport, leur activité étant un des maillons de la chaîne logistique. Il s'agit de verser une aide forfaitaire par unité de transport intermodal - UTI (conteneurs, caisses mobiles, semi-remorques, remorques) transbordée dans un terminal terrestre ou portuaire situé sur le territoire français métropolitain et intégré dans une chaîne de transport incluant un pré et post acheminement routier aux extrémités du maillon principal. L'objectif est de permettre aux opérateurs de transport combiné d'établir une offre de prix compétitive afin de favoriser le développement de ce système de transport.

Mesure	Objectif	Plan	Description/modalités
Bâtiment			
Favoriser les appareils performants énergétiquement		CEE	Le décret du 9 décembre 2019 modifiant les dispositions de la partie réglementaire du code de l'énergie relatives aux certificats d'économies d'énergie a prolongé la quatrième période d'un an (désormais 2018-2021) et a porté l'objectif CEE pour la 4ème période à 2133 TWh cumac, dont 533 TWh au bénéfice des ménages en situation de précarité.
Logements et tertiaires neufs – réglementations thermiques et labels de performances énergétiques sur les logements neufs	Améliorer la performance énergétique de bâtiments existants		Poursuite des effets de la RT 2012, du bonus de constructibilité (pas modélisé) et de l'expérimentation E+C- jusqu'au 1/7/2021.
Obligations de rénovation des logements énergivores	Rénovation de l'ensemble des passoires thermiques d'ici 2030	Loi énergie climat 2019	2021 : interdiction d'augmenter le loyer d'une passoire - 2022 : obligation de compléter le DPE par un audit énergétique lors d'une vente ou location d'une passoire - 2023 : critère de décence pour les nouveaux contrats de location - obligation de travaux dans les passoires thermiques avec objectif d'atteindre une classe E d'ici 2028, avec des sanctions à définir d'ici 2023
Mesures de financements incitatifs pour le parc privé (CITE, éco-PTZ)	Rénovation de logements existants	Loi de finances 2019	Prorogation de l'eco-PTZ jusqu'au 31/12/2021 et mise à jour des conditions d'application à partir du 1/07/2019 : - extension à tous les logements achevés depuis plus de 2 ans, - extension à tous les travaux d'isolation des planchers bas, - uniformisation de la durée d'emprunt à 15 ans pour tous les éco-prêts, - cumul entre un 1er éco-prêt et un éco-prêt complémentaire dans un délai porté à 5 ans.
Mesures de financements incitatifs pour le logement social (éco-PLS)	Encourager la rénovation énergétique des 800 000 logements les plus énergivores du parc locatif social		Eco-prêt logement social prolongé jusqu'au 31/12/2022 (3ème génération, convention 2019 entre Etat et CDC). dispositif s'adressant aux bailleurs sociaux
Aides ANAH sous plafond de ressources	Rénovation de logements existants		Maintien de Habiter Mieux Sérénité jusqu'au 31/12/2021 pour les déciles 1 à 4
Obligation de rénovations énergétiques lors de travaux importants (travaux « embarqués »)	Améliorer la performance énergétique de bâtiments existants		Travaux « embarqués » : obligations de rénovations énergétiques en cas de travaux importants (ravalement important de façade, réfection de toiture ou aménagement d'une partie de bâtiment en vue de la rendre habitable)
Réglementation thermique pour les travaux de rénovation dans les bâtiments existants (résidentiels et tertiaires)	Améliorer la performance énergétique de bâtiments existants		Renforcement de la RT élément par élément pour les bâtiments résidentiels et tertiaires existants (exigences minimales de moyens à respecter pour une rénovation)
Individualisation des frais de chauffage	Réduire les dépenses énergétiques individuelles		Nouveau décret d'individualisation des frais de chauffage dans les immeubles collectifs publié le 22 mai 2019, et arrêté publié le 6 septembre 2019, avec dates d'application au 25 octobre 2020. L'effet se traduira par une baisse des consommations (-15 % estimation QC4), mais pour les seuls bâtiments dans lesquels l'installation de l'IFC est techniquement possible et économiquement rentable (conso chauffage ≥ 80 kWh/m ² .an).
Possibilité de cumuler les aides			Cumul possible entre CEE, primes MDE et MaPrimeRenov, dans la limite d'un plafond de 90% pour les ménages TMO (déc 1 à 3) et de 75% pour les ménages MO (déc 4), intermédiaires (déc 5 à 8) et supérieurs (déc 9 et 10).

Mise en place de mesures d'accompagnement (plate-formes d'information, service public de la performance énergétique)	Informier les particuliers sur la rénovation thermique	Programme Sare	Programme Sare (5/09/2019)- Service d'accompagnement à la rénovation énergétique : - Soutenir le déploiement d'un service d'accompagnement des particuliers - Créer une dynamique territoriale autour de la rénovation - Soutenir le déploiement d'un service de conseil aux petits locaux tertiaires privés
Extension de la 4e période des CEE jusqu'à 2021	Rénovation de tertiaire existant		Coup de pouce CEE CPE (2020) Crédit d'impôt réno tertiaire TPE/PME (2020)
Patrimoine immobilier de l'État : transposition de l'article 5 de la directive efficacité énergétique 2012/27/UE			La directive européenne efficacité énergétique impose aux Etats Membres de rénover au moins 3 % des m ² de leur patrimoine immobilier chaque année (ce qui correspondrait sur 7 ans entre 2014 et 2020 à 2477 Gwhep). La France a retenu l'option « alternative » de la directive car la loi Grenelle prévoit de réduire de 40 % la consommation initiale du parc de bâtiments d'ici à 2020 (ce qui représente 10131 Gwhep entre 2014 et 2020, qui était l'hypothèse retenue en AME 2014 pour la période 2014-2020). Pour le futur AME, on garde l'hypothèse de 10131 Gwhep 2014-2020 puis on prolonge sur un rythme de 3 %/an au-delà de 2020 soit 354 Gwhep/an.
Obligation de rénovation pour les bâtiments à usage tertiaire	Améliorer la performance énergétique de bâtiments existants		Mise en oeuvre à partir de 2023 du nouveau décret tertiaire n°2019-771 paru le 25 juillet 2019 au JORF, relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans les bâtiments à usage tertiaire : objectifs de réduction énergétique croissants par périodes de 10 ans jusqu'à l'objectif final de réduction des consommations d'énergie d'au moins 60 % en 2050. Champ d'application : - Tout bâtiment hébergeant exclusivement des activités tertiaires sur une surface de plancher ≥ 1000 m ² (y.c. les surfaces de plancher consacrées à des activités non tertiaires accessoires aux activités tertiaires); - Toutes parties d'un bâtiment à usage mixte qui hébergent des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée ≥ 1000 m ² ; - Tout ensemble de bâtiments situés sur une même unité foncière ou sur un même site dès lors que ces bâtiments hébergent des activités tertiaires sur une surface de plancher cumulée ≥ 1 000 m ² .
Prolongement du Fonds Chaleur	Pénétration du bois énergie dans les logements collectifs, le tertiaire et le chauffage urbain		Prolongement jusqu'en 2021
Evolution des usages spécifiques de l'électricité	Evolution des usages spécifiques de l'électricité		Idem AME 2018 sauf ECS et climatisation dans le tertiaire et cuisson résidentiel, actualisés avec les tendances récentes

Energie			
Mettre en place des objectifs ambitieux	Efficacité énergétique et climat	Loi énergie climat 2019	40% consommation d'énergies fossiles d'ici 2030 par rapport à 2012 (contre 30% précédemment)s Neutralité carbone 2050 avec réduction des émissions brutes par un facteur au moins six
Favoriser les ENR chaleur	°arrêt du charbon d'ici 2022 °33% EnR dans mix énergétique d'ici 2030 °50% nucléaire en 2035 dans mix élec		Fonds chaleur prolongé jusqu'en 2021
Favoriser le développement de l'énergie solaire		Loi énergie climat 2019	° obligation de pose de panneaux solaires (ou végétalisation) des nouveaux entrepôts et bâtiments commerciaux de +1000m², facilite l'implantation de projets sur les délaissés autoroutiers, ombrières de stationnement
Favoriser le développement de l'hydrogène		Plan hydrogène 2018	° Soutien à la filière hydrogène, objectif de consommation d'hydrogène bas carbone de 20 à 40% de la consommation totale d'hydrogène industriel à l'horizon 2030
Encourager les économies d'énergies			Extension de de la 4ème période de CEE jusqu'en 2021

Mesure	Objectif	Plan	Description/modalités
Agriculture et Foresterie			
Encourager des progrès s'inscrivant dans une démarche agro-écologique		Plan de compétitivité et d'adaptation des exploitations agricoles	Doublement des crédits 2018 du plan. avec une priorité sur l'élevage, la performance économique et environnementale pour le secteur végétal, amélioration de la performance énergétique
	Réduire de 25 % en 2020 et de 50 % en 2025 d'épandage d'engrais	Plan écophyto II	(en complément du plan écophyto 2 à la suite du plan ecophyto 1) avec une réduction de 25 % en 2020 et de 50 % en 2025 d'épandage d'engrais
Augmenter la part du bio dans l'agriculture	Développer la production pour atteindre les 15% de surface agricole française cultivée en bio à l'horizon de 2022	Programme ambition bio 2022	1,1 milliard d'euros via 3 leviers : -le renforcement des moyens consacrés aux aides à la conversion : 200 millions d'euros de crédits État, 630 millions d'euros de fonds européens FEADER auxquels s'ajouteront les autres financements publics, et à compter de 2020, un apport de 50 millions d'euros par an par la redevance pour pollutions diffuses (RPD) ; 2)un doublement du fonds de structuration « Avenir Bio » géré par l'Agence Bio, porté progressivement de 4 à 8 millions d'euros par an ; 3) une prolongation et une revalorisation du crédit d'impôt bio de 2500 à 3500 euros jusqu'en 2020, inscrite en loi de finances 2018.
	50% de produits durables, notamment sous signe d'identification de l'origine et de la qualité dans la restauration collective à partir de 2022	Loi EGALIM 2018	séparation des activités de vente et de conseil pour les produits phyto et interdiction des rabais protection des riverains à proximité des zones à traitement phyto lutte contre gaspillage alimentaire via possibilité donnée à restauration collective et IAA de faire des dons alimentaires possibilité d'emporter les aliments non consommés sur place dans les restaurants
Limiter l'usage des nitrates	Réduire la pollution des eaux par les nitrates d'origine agricoles et l'eutrophisation	6ème Programme action nitrates	limitation des apports de fertilisants par le calcul prévisionnels de la dose et l'obligation de tenir les enregistrements correspondants, l'obligation d'une couverture végétale des sols en interculture, application de bonnes conditions d'épandage.
Améliorer le bouclage des cycles de nutriments et développer les surfaces en légumineuses	Réduire la dépendance protéines végétales de la France et faire de la France un leader de la protéine végétale pour la consommation humaine	Stratégie nationale sur les protéines végétales	Amélioration du bouclage des cycles de nutriments; encourager la diversification des cultures, l'autonomie alimentaire des élevages et les synergies entre cultures et élevages. Axes spécifiques consacrés à l'alimentation humaine, à la recherche et à la dimension européenne
Remplacer en partie les engrais minéraux issus de ressources non renouvelables	Contribuer à l'apport de matières organiques, et donc de carbone, dans les sols	Volet agricole de la FREC	Mobiliser les matières fertilisantes issues du recyclage

Annexe V - Mesures additionnelles envisagées par le MTECT pour le scénario AMS du PREPA

AMS	Objectif	MESURE	PILOTE	DESCRIPTION	NCE DE MISE EN C
Transport routier					
Routier	Développement d'énergies alternatives	plan de déploiement des bornes de recharges hydrogène	DGEC		
	Mise en œuvre du plan de relance	Poursuivre la conversion du parc automobile	DGEC/SD6	2,7Mds € pour aider les particuliers et les entreprises dans l'achat de véhicules plus propres via le bonus automobile et la prime à la conversion pour les véhicules légers ; pour la transition énergétique des poids lourds ; verdissement du parc automobile de l'Etat	
		Verdissement des transports collectifs	DGEC/SD6	Une enveloppe de 100 M€ est prévue pour le verdissement des flottes (camion, car et bus). Dans ce cadre, il y aura 30 000 € d'aide à l'achat ou location longue durée, pour l'acquisition d'un autobus ou autocar électrique ou hydrogène (projets marginaux pour les cars). Cette aide est cumulable avec le suramortissement (mécanisme de déduction fiscale de 30% pour l'acquisition d'autobus et autocars propres, prolongé jusqu'à fin 2024).	
		Déploiement de bornes de recharges rapides pour véhicules électriques sur le RRN	DGEC/SD6	Une enveloppe de 100 M€ est prévue pour déployer sur le réseau routier national des bornes de recharges rapides pour véhicules électriques	
		Accélération des investissements pour les mobilités du quotidien	DGEC	Une enveloppe totale de 1,2Mds€ est prévue. Elle comprend : - 670 M€ pour les transports en commun en Île-de-France (modernisation du réseau, extension des lignes de métros, nouveaux tramways, modernisation des gares...) ; - 330 M€ pour les transports en commun en région (métro, tramway, bus,) ; - 200 M€ pour le vélo (objectifs de 600 pistes cyclables nouvelles, de stations vélos sécurisées dans 1000 gares...)	
		Soutien au secteur ferroviaire	DGITM	Le plan de relance prévoit également 4,7 Md€ pour le ferroviaire, pour la SNCF en soutien aux pertes liées à la crise sanitaire et pour permettre la poursuite des investissements sur le réseau ferré, pour la régénération des voies, le fret ferroviaire, la sécurisation des passages à niveau, l'accessibilité des gares, la remise en service de deux lignes de trains de nuit, la généralisation des plans régionaux de sauvetage des petites lignes ferroviaires. Ce montant comprend une enveloppe de 100 M€ pour financer l'investissement relatif à la création de deux nouvelles lignes de train de nuit. L'État a aussi renforcé la dotation de soutien à l'investissement local (DSIL) de 1 Md€ par an en 2020 et 2021. Cette dotation finance notamment des projets de mobilité des collectivités locales.	
		Accélération de la réalisation des projets inscrits aux Contrats de Plan Etat-Région	DGITM	250 M€ par exemple pour la mise en place déviation, de mise à 2x2 voies. Ces actions ont pour objectif de participer au désenclavement des territoires	
		Soutien aux ouvrages d'art de l'Etat	DGITM	100 M€ pour les ouvrages d'art de l'Etat et des collectivités locales ; pour l'installation de voies réservées sur les axes routiers nationaux (covoiturage, bus, ...)	
	Mise en place des ZFEm	Effet des 33 ZFE-n liées à la Loi Climat et Résilience	DGITM	Mise en place des ZFE-m dans les villes de plus de 150 000 habitants; Appuyer les collectivités pour la mise en place des ZFE-m (réseau collectivité ZFE ADEME) Evaluer l'impact qualité de l'air des 33 ZFE-m (appui AASQA)	
		Poursuivre le calendrier de restriction de véhicule crit'air dans les ZFE-m existantes	DGEC/SD5	Mise en place du schéma de restriction prévu par la loi Climat et Résilience	
Vélo	Augmentation de la part du vélo dans le transport	Encourager les plans de mobilité inter-entreprises	DGITM	Projet de plan de mobilité inter-entreprises pour fédérer des ensembles d'entreprises pou encourager le covoiturage et l'utilisation des transport sen commun. A l'aide d'un programme d'accompagnement aux collectivités par l'Ademe et le Cerema, recherche de financement pour 30/50 collectivités sur un territoire (30 bassins d'emploi)	
		Renforcement de l'aide sur les VAE	DGEC/SD6	Ouverture de la prime à la conversion à l'acquisition d'un VAE	
		Développement des infrastructures		Ajout d'itinéraires de pistes cyclables, de stations vélo sécurisées dans 1000 gares : via des appels à projet (France Relance : 200 M€ d'investissements pour le développement d'infrastructures cyclables); 4ème appel à projet du fonds « mobilités actives » en 2021	
		Aide à l'achat sur les vélos cargo	DGEC/SD6	Mise en place d'un bonus à l'acquisition d'un vélo cargo pour les personnes physiques et morales	

Transport non-routier					
Aviation	Inciter le renouvellement de flotte des engins de piste	Proposer le prolongement disposition de suramortissement d'engin de piste peu polluant qui s'arrête 2021 prévue par la PLF 2020.	DGEC/DGFI/ DGAC	Arbitrage perdu pour cette année 2021. Proposition dans le prochain PLF	2022
	Inciter les aéroports à s'équiper en moyen de substitution aux APU dans les aéroports.	Prendre des arrêtés sur le temps d'utilisation des APU plus strictes dans les aéroports Acusés.	DGAC	Pas d'échéance	
		Instaurer une tarification électrique avantageuse à l'instar du maritime	DGAC	Il est prévu de proposer un tarif avantageux pour faciliter la généralisation de l'utilisation de l'électricité au sol	
	Mise en oeuvre du plan de relance	Construire l'avion vert de demain	DGITM	Dans le cadre du Plan de relance, une enveloppe de 1,9 Md€ est prévue pour construire l'avion vert de demain. Elle se décompose de la manière suivante : - 1,4 Md€ pour l'aide à la recherche-développement pour créer l'avion vert de demain avec notamment un appel à manifestation d'intérêt en cours pour développer la filière des biocarburants en France; - 500 M€ pour accompagner la transition écologique des entreprises de l'aéronautique.	
	Inciter les aéroports à un développement écologique	Lancement du programme EASEE qui soutient les aéroports volontaires pour obtenir leur accréditation ACA	DGAC	Par un accompagnement technique et financier, ce programme facilite l'intégration dans le dispositif ACA des plateformes aéroportuaires françaises (hors COM), notamment des petites et moyennes structures. Il les aide à passer les niveaux d'accréditation, depuis l'inscription jusqu'à l'obtention du niveau 3.	
Maritime & Fluvial	Limitation d'utilisation de soufre dans les carburants	Limitation du taux de Soufre dans les ports d'Outre-Mer	DGITM/DAM	Travail de la DAM depuis un moment. Mais ralenti par la demande de sortie de contentieux PM10 de la Martinique.	
		Mise en place d'une zone SECA en Méditerranée	DGITM/DAM	Présentation du dossier à l'OMI prévue en 2022. Pas de calendrier de mise en œuvre à ce stade.	2022+
	Mise en oeuvre du plan France Relance	Rénovation des canaux et voies navigables	DGITM	175 M€ sur 2 ans	
		Investissements stratégiques pour le verdissement des grands ports	DGITM	200 M€	
		Renforcement des infrastructures de sécurité maritime	DGITM	25 M€, par exemple modernisation des CROSS	
	Soutenir la transition écologique portuaire	Développement des carburants alternatifs (Hydrogène, électrique, GNV)	DGITM/PTF	Dans le plan de relance, un effort de 200 M d'euros est mobilisé pour en partie financer ce type d'action.	
		Elaboration et mise en œuvre de la stratégie nationale portuaire	DGITM/PTF	Déclinaison de la stratégie dans les documents stratégiques de la transition écologique de chaque port	
		Poursuite et accélération de l'électrification à quai	DGITM/PTF	Dans le plan de relance, un effort de 200 M d'euros est mobilisé pour en partie financer ce type d'action.	

Residentiel-tertiaire					
Fioul	Baisse de la teneur en soufre dans le fioul domestique	Publication de l'arrêté relatif à la teneur maximale en soufre dans le fioul domestique, le 16 mars 2021, réduisant la teneur maximale en soufre de 0,1 à 0,005% (m/m)	DGEC/5B	aaréé publié le 16 mars 2021	2021
Bois	Mise en œuvre du plan bois	Sensibiliser le grand public à l'impact sur la qualité de l'air du chauffage au bois avec des appareils peu performants	DGEC/ADEME	1A - Organiser une campagne de communication hivernale annuelle nationale pour inciter les usagers à utiliser des appareils performants et à adopter des pratiques d'utilisation moins polluantes 1B - Lors des ramonages annuels obligatoires, intégrer une obligation de transmission d'information sur les bons usages de l'appareil de chauffage au bois individuel, et les aides au remplacement lorsque celui-ci s'avère opportun 1C - Inclure des informations et recommandations sur les équipements de chauffage au bois dans le diagnostic de performance énergétique d'un logement (DPE)	2021-2025
		Renforcer et simplifier les dispositifs d'accompagnement pour accélérer le renouvellement des appareils de chauffage au bois	DGEC/ADEME/ANAH/MEL	2A - Abonder les fonds Air Bois existants pour les maintenir au moins jusqu'en 2026 en accord avec les collectivités volontaires. 2B - Permettre de bénéficier des aides du fonds Air Bois, des CEE et de MaPrimeRenov' dès la facturation du nouvel équipement 2C - Créer une plateforme de référence permettant un accès centralisé aux informations utiles pour remplacer un appareil domestique de chauffage au bois	2025
		Améliorer la performance des nouveaux équipements de chauffage au bois	SER/INERIS/DGEC	3A - Faire évoluer le label Flamme Verte avec les évolutions technologiques, et inciter à la mise en place d'une certification des appareils 3B - Poursuivre le travail sur la performance des nouveaux équipements	2024 (écoconception)
		Promouvoir l'utilisation d'un combustible de qualité	Labels/SER/DGEC	4 - Généraliser l'offre de bois de bonne qualité et aboutir à un label commun. 4B - Décret combustible	2025
		Encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA, en prenant des mesures adaptées aux territoires pour réduire les émissions de particules fines	Préfets	5 - Les mesures nationales prévues dans les axes 1 à 4 doivent permettre d'atteindre une baisse de PM2,5 supérieure à 30 % des émissions annuelles du chauffage au bois entre 2020 et 2030 à l'échelle nationale. Des mesures supplémentaires et adaptées aux spécificités territoriales dans les zones couvertes par un plan de protection de l'atmosphère, zones particulièrement sensibles au regard de la qualité de l'air, permettraient d'atteindre une baisse de 50 %.	2023
		Améliorer les connaissances sur l'impact sanitaire des particules issues de la combustion du bois	ANSES	6 - Saisine de l'ANSES sur les enjeux sanitaires que représentent les particules issues de la combustion de la biomasse en vue, le cas échéant, d'orienter au mieux le gestionnaire via des recommandations ciblées : composition chimique des particules, qualité de l'air intérieur.	2021/2022
Brûlage	Aide à l'action des collectivités territoriales sur le tri à la source des biodéchets	Un volet concernant l'accompagnement des collectivités à la mise en place d'actions (n	DGEC/5B	AAP en cours depuis 2021 de l'ADEME. https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/aides-financieres/20210908/biodechets2021-176	Dépôts de dossiers décembre 2021
Rénovation	Accélération de la rénovation des passoires thermiques	- 2023 : gel des loyers dans les passoires énergétiques - 2025 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques G - 2028 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques F - 2034 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques E Ainsi que la mise en place d'un accompagnement de A à Z pour aider les Français à rénover leur logement.	DGEC/5CD	- 2023 : gel des loyers dans les passoires énergétiques - 2025 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques G - 2028 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques F - 2034 : l'interdiction de la mise en location de passoires énergétiques E Ainsi que la mise en place d'un accompagnement de A à Z pour aider les Français à rénover leur logement.	

Industrie					
	Diminuer les VL limites d'émissions	Intégration de la QA dans les contrats de filière	DGEC/5B		
Agriculture					
	Accompagnement des agriculteurs vers une utilisation de matériels d'épandage moins émissifs	Connaissance et innovation (PMEME)	MAA	Soutenir la recherche et l'innovation sur les engrais et les matériels d'épandage moins émissifs Valoriser et diffuser les résultats de la recherche sur la thématique « air et agriculture » Affiner l'inventaire national, les possibilités d'évaluation à l'échelle des territoires, et ajuster les leviers d'action si nécessaire	d'ici 2030
	Stocker les effluents	Couverture des fosses à lisier	MAA/MTE	60% en bovins, 80% en porcins	a définir
	Epandage raisonné des déjections	Bonnes pratiques d'épandage du lisier		Supprimer l'utilisation des buses palettes, au profit de matériels plus vertueux ie remplacement de 60% des buses palettes par une rampe à pendillards	
	Usage raisonné de la fertilisation minérale			Enfouissement dans les 12h de 90% des lisiers déjà enfouis en 2019	
		Bonnes pratiques d'épandage en digestat		Equivalent pendillards (sans régression de réduction si les pratiques 2019 sont meilleures) ie les exploitations possédant un méthaniseur sont déjà soumises aux bonnes pratiques dont les effets sont comparables à ceux de l'utilisation de pendillards	
		Bonnes pratiques d'épandage en fumier		Enfouir les fertilisants azotés (lisiers, fumiers, urée, SA) en considérant les spécificités topographiques et agronomiques des parcelles ie enfouissement rapide (12h) de 90% des fumiers déjà incorporés (environ 70% des fumiers)	
		Développement de l'agriculture biologique (AB)		Environ 20% de la SAU	
		Développement des légumineuses		2 020 000 ha	
		Développement d'une fertilisation raisonnée		+40% de SAU entre 2020 et 2030	
		Favoriser les engrais moins émissifs		Envisager une redevance sur les engrais minéraux (article 268 loi climat et résilience)en fonction de leur émissivité 45% ammonitrates ; 15% urée ; 40% solution azotée	
		Bonnes pratiques d'épandage des engrais uréiques		Enfouissement rapide de 30% de l'urée et 20% de la solution azotée. 28% d'urée inhibée	
	Réduction des émissions d'ammoniac et de protoxyde d'azote provenant du secteur agricole	Accès aux financements et dispositifs (PMEME)	MAA/MTE	Mobiliser des financements européens, nationaux et régionaux pour aider à l'investissement en matériels vertueux et à l'amélioration des pratiques Favoriser le critère « qualité de l'air » dans l'éco-conditionnalité de dispositifs de soutien et de valorisation (démarche éco-épandage...)	2025
		Sensibilisation - formation (PMEME)		Impliquer l'enseignement agricole et agronomique pour sensibiliser et former à la qualité de l'air et au bilan azoté	
				Sensibiliser et former les professionnels (agriculteurs, Cuma, ETA...) à la qualité de l'air et au bilan azoté, par exemple au travers d'un module de formation spécifique	
				Actualiser, éditer et diffuser le « Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air »	
				Favoriser le développement et d'outils digitaux de bilan azoté et de pilotage de la fertilisation	

Amélioration de connaissances					
		appel à projet Acacia/ ADEME	ADEME/MTE	particules de freinage/ études	
	Identifier et évaluer les technologies de réduction et de contrôle des émissions de polluants atmosphériques	Appels à projets spécifiques ou intégrés à des appels à projets existants (exemple : CORTEA, PIA...) pour : <u>évaluer l'efficacité</u> : des technologies de réduction des émissions de particules liées au freinage et l'abrasion des pneus, des filtres sur les cheminées, des alternatives au brûlage des sarments de vigne, de l'impact de la végétation en ville <u>développer</u> des outils permettant le contrôle des pollutions des véhicules en bord de route en conditions réelles (contrôle désactivation des systèmes antipollution ou dérapage...)	ADEME/MTE		
		Poursuite du programme PRIMEQUAL qui vise à fournir les bases scientifiques et les outils nécessaires aux décideurs et aux gestionnaires de territoires et d'espaces de vie pour définir, mettre en œuvre et évaluer des solutions d'amélioration de la qualité de l'air intérieur et extérieur afin de réduire les risques pour la santé et l'environnement.	ADEME/MTE		
	Améliorer les connaissances sur l'origine des pollutions et leurs impacts	Renforcement du programme de caractérisation chimique des particules (CARA)	DGEC/5B		
		Poursuite du programme national de mesure et d'évaluation en zone rurale de la pollution atmosphérique à longue distance (MERA) et soutien aux collaborations entre acteurs (associations agréées de surveillance de la qualité de l'air et autres) transfrontaliers pour améliorer la connaissance des pollutions longue distance	DGEC/5B		
		<i>Lancement d'études de l'impact des pollutions atmosphériques sur la qualité et les rendements des productions agricoles</i>			
	Amélioration de connaissances des impacts santé/environnement	Saisine de l'ANSES prévue par le plan bois sur l'amélioration des connaissances de l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air intérieur.	ANSES/MTE	Moyen de sensibilisation, cf étude DITP/DRIEE IdF	
		Poursuite des études d'impact par SpF des polluants atmosphériques sur la santé.	SpF	- Adélaïde L, Medina S, Wagner V, de Crouy-Chanel P, Real E, Colette A, Couvidat F, Bessagnet B, Alter M, Durou A, Host S, Hulin M, Corso M and Pascal M (2021) Covid-19 Lockdown in Spring 2020 in France Provided Unexpected Opportunity to Assess Health Impacts of Falls in Air Pollution. Front. Sustain. Cities 3:643821. doi: 10.3389/frsc.2021.643821 - Medina S, Adélaïde L, Wagner V, de Crouy-Chanel P, Real E, Colette A, Couvidat F, et al. Impact de pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019. Saint-Maurice : Santé publique France, 2021. 63 p. Disponible à partir de l'URL : www.santepubliquefrance.fr - Corso, M., Blanchard, M., Medina, S., Wagner, V. Short-Term Associations of Nitrogen Dioxide (NO2) on Mortality in 18 French Cities, 2010–2014. Atmosphere 2020, 11, 1198. https://doi.org/10.3390/atmos11111198 - Pascal M, Yvon J-M, Corso M, Blanchard M, De Crouy-Chanel P, Medina S. Conditions for a Meaningful Health Impact Assessment for Local Stakeholders: The Example of the Arve Valley in France. Atmosphere 2020, 11, 566. - Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Liu C, Armstrong B, Milojevic A, Guo Y, Tong S, Lavigne E, Kyselý J, Urban A, Orru H, Indemitte E, Pascal M, Huber V, Schneider A, Katsouyanni K, Samoli E, Stafoggia M, Scortichini M, Hashizume M, Honda Y, Ng CFS, Hurtado-Diaz M, Cruz J, Silva S, Madureira J, Scovronick N, Garland RM, Kim H, Tobias A, Iñiguez C, Forsberg B, Åström C, Ragetti MS, Röösli M, Guo YL, Chen BY, Zanobetti A, Schwartz J, Bell ML, Kan H, Gasparini A. Short term association between ozone and mortality: global two stage time series study in 406 locations in 20 countries. BMJ. 2020 Feb 10;368:m108. doi: 10.1136/bmj.m108. PMID: 32041707; PMCID: PMC7190035.	
	Former en santé environnement	Création d'un programme de formation sur les EQIS à l'EHESP	EHESP/ MTE/MS/ADEME		

mobilisation des acteurs locaux					
	Mobiliser et accompagner les collectivités	simplifier la mise à disposition des données Crit'air	DGEC/5B	base de données Crit'air (CGDD) + mise à disposition données crit'air	
		Animation des réseaux de collectivités	DGEC/5B	réseau villes en contentieux, réseau ZFE,	
		<i>Poursuite de l'appel à projet AACT'air qui accompagne les collectivités à agir pour la qualité de l'air</i>			
	Déployer des actions en faveur de la qualité de l'air à l'échelle des EPCI	Déploiement du dispositif Contrat de relance de la transition écologique (CRTE)	MCT/MTE/ANCT/CGDD	financement dans le cadre du plan de relance/ guide méthodologique avec enjeu qualité de l'air	

Annexe VI - Plan d'action chauffage au bois

Descriptif des actions du plan d'action – réduction des émissions issues du chauffage au bois en France

(« Chauffage domestique au bois performant »)

1) Sensibiliser le grand public à l'impact sur la qualité de l'air du chauffage au bois avec des appareils peu performants

Action 1-A : Organiser une campagne de communication hivernale annuelle nationale pour inciter les usagers à utiliser des appareils performants et à adopter des pratiques d'utilisation moins polluantes

Action 1-B : Lors des ramonages annuels obligatoires, intégrer une obligation de transmission d'information sur les bons usages de l'appareil de chauffage au bois individuel, et les aides au remplacement lorsque celui-ci s'avère opportun

Action 1-C : Inclure des informations et recommandations sur les équipements de chauffage au bois dans le diagnostic de performance énergétique d'un logement (DPE)

2) Renforcer et simplifier les dispositifs d'accompagnement pour accélérer le renouvellement des appareils de chauffage au bois

Objectif phare du plan : accélérer le renouvellement des vieux appareils de chauffage au bois domestiques

Sur la période 2021-2025, l'objectif est de remplacer de 600 000 appareils non performants via :

- l'installation de poêles à bûches ou granulés performants (100 000 par an) ;
- l'installation d'insert dans les foyers ouverts (20 000 par an).

Ce rythme de remplacement des appareils permettra *in fine* une diminution de 6000 tonnes d'émissions annuelle de PM_{2,5}, soit une baisse de 12 % des émissions annuelles du secteur du chauffage au bois par rapport à 2020 (environ 50 000 t)⁶⁶.

Action 2-A : Abonder les fonds Air Bois existants pour les maintenir au moins jusqu'en 2026 en accord avec les collectivités volontaires.

Action 2-B : Permettre de bénéficier des aides du fonds Air Bois, des CEE et de MaPrimeRenov' dès la facturation du nouvel équipement

⁶⁶ Données CITEPA, 2019.

Action 2-C : Créer une plateforme de référence permettant un accès centralisé aux informations utiles pour remplacer un appareil domestique de chauffage au bois

3) Améliorer la performance des nouveaux équipements de chauffage au bois

Action 3-A : Faire évoluer le label Flamme Verte avec les évolutions technologiques, et inciter à la mise en place d'une certification des appareils

Action 3-B : Poursuivre le travail sur la performance des nouveaux équipements

Action 3-C : Mettre à jour la norme sur le dimensionnement des systèmes de chauffage pour éviter leur surdimensionnement, en incluant le dimensionnement des conduits

4) Promouvoir l'utilisation d'un combustible de qualité

Objectif phare du plan : structurer le marché et développer l'utilisation de combustibles de qualité

Le marché formel de la bûche représente aujourd'hui uniquement 20 % des bûches utilisées en France. L'objectif est de structurer ce marché formel pour qu'il représente d'ici 2030 40 % des utilisations annuelles, dont 50 % est un combustible labélisé (cf action 4-B).

Sur la période 2020-2030, l'augmentation de l'utilisation de combustible labélisé doit permettre de réduire de 7000 tonnes les émissions de PM_{2,5}, soit une baisse de 14 % des émissions annuelles du chauffage au bois par rapport à 2020.

Action 4-A : Généraliser l'offre de bois de bonne qualité et aboutir à un label commun

Action 4-B : Réglementer la qualité du bois de chauffage mise sur le marché

5) Encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA, en prenant des mesures adaptées aux territoires pour réduire les émissions de particules fines

Objectif phare du plan : réduire de 50 % les émissions de particules fines issues du chauffage au bois dans les territoires les plus pollués

6) Améliorer les connaissances sur l'impact sanitaire des particules issues de la combustion du bois



© Citepa 2021
www.citepa.org
infos@citepa.org
42, rue de Paradis
75010 PARIS