

NOTE METHODOLOGIQUE

Synthèse des travaux réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour le PPA de l'agglomération de Grenoble

2020 - 2021

Diffusion : décembre 2021 – version 1

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
contact@atmo-aura.fr



Conditions de diffusion

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2021 Synthèse des travaux réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes pour le PPA de l'agglomération de Grenoble).

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : contact@atmo-aura.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Sommaire

Introduction générale.....	10
1. Contexte.....	11
1.1 Contexte réglementaire.....	11
1.2 Contexte sanitaire.....	11
2. Diagnostic qualité de l'air sur le périmètre d'étude du PPA de Grenoble.....	12
2.1 Le périmètre d'étude.....	12
2.2 Les réglementations de la pollution de l'air.....	12
2.2.1 Réglementation des concentrations dans l'air ambiant.....	13
2.2.2 Réglementation des émissions.....	16
2.3 Dispositif de surveillance de la qualité de l'air et description des phénomènes de transport et de diffusion de la pollution.....	18
2.3.1 Dispositif de surveillance de la qualité de l'air.....	18
2.3.2 Phénomènes de transport et de diffusion de la pollution.....	20
2.4 Justification du choix de l'année de référence (2017).....	22
2.5 Analyse des différentes sources.....	22
2.5.1 Présentation de l'inventaire des émissions.....	22
2.5.2 Résidentiel et tertiaire.....	24
2.5.3 Transports.....	29
2.5.4 Industries.....	31
2.5.5 Agriculture.....	34
2.5.6 Les principales sources d'émissions à l'échelle du périmètre d'étude.....	36
L'analyse des émissions développée ci-après prend en considération 6 polluants :.....	36
2.5.7 Evolution des émissions depuis 2000.....	38
2.5.8 Analyse par EPCI des émissions.....	43
2.6 Evaluation de la qualité de l'air à l'échelle du périmètre d'étude.....	44
2.6.1 Présentation des outils de modélisation.....	45
2.6.2 Le dioxyde d'azote.....	47
2.6.3 Les particules PM10.....	49
2.6.4 PM2,5.....	52
2.6.5 Ozone.....	54
2.6.6 Polluants émergents.....	56
2.6.7 Contribution des régions voisines.....	59
2.6.8 Les épisodes de pollution.....	61
2.6.9 Conclusions sur la qualité de l'air.....	63
3. Evaluation prospective.....	64
3.1 Méthodologie déployée.....	64
3.2 Polluants étudiés.....	65
3.3 Outils et hypothèses déployées.....	65
3.3.1 Les hypothèses associées au scénario « Dynamique territoriale ».....	65
3.3.2 Les hypothèses associées au scénario Scénario Actions PPA.....	77
3.4 Scénario retenu.....	89
3.5 Cadastrage des émissions.....	89
3.6 Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air.....	89
3.6.1 Rappel du périmètre.....	89
3.6.2 Bilan global de l'évolution des émissions.....	90
3.6.3 Les oxydes d'azote (NO _x).....	93
3.6.4 Les particules PM2,5.....	101
3.6.5 Les particules PM10.....	110
3.6.6 Evolution des concentrations d'ozone selon le scénario PPA Actions 2027.....	118

3.6.7	Les oxydes de soufre (SOx)	121
3.6.8	Les composés organiques volatils (COVNM)	123
3.6.9	L'ammoniac (NH ₃)	125
4.	Conclusions.....	127
5.	ANNEXES	128
	Annexe 1 : Présentation du scénario tendanciel 2027	128
	Dioxyde d'azote (NO ₂)	128
	Particules fines (PM _{2,5}).....	130
	Particules fines (PM ₁₀).....	131
	Annexe 2 : Vérification des données des établissements industriels	134
	Annexe 3 : Conversion de VLE en facteur d'émission pour les chaudières biomasse	137
	Annexe 4 : Liste des facteurs de réduction d'émissions par action PREPA agriculture	139

Illustrations

Figure 1 : Présentation du périmètre d'étude	12
Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air	13
Figure 3 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air	15
Figure 4 : Nouvelles valeurs guides de l'OMS	16
Figure 5 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air sur la zone d'étude	19
Figure 6 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air au niveau de la métropole grenobloise	19
Figure 7 : Facteurs influençant les concentrations en polluants	21
Figure 8 : Interactions autour de l'inventaire des émissions	23
Figure 9 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions	23
Figure 10 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles	24
Figure 11 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires	27
Figure 12 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier	29
Figure 13 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire	30
Figure 14 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière	31
Figure 15 : Logigramme de calcul des émissions des carrières.....	32
Figure 16 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière	33
Figure 17 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel	34
Figure 18 : Répartition des matériels d'épandage	35
Figure 19 Quantité et origine des émissions des principaux polluants.....	36
Figure 20 : Evolution des émissions des principaux polluants sur la métropole grenobloise et sur le département de l'Isère	38
Figure 21 : Evolution des émissions de NOx par secteur sur le périmètre d'étude du PPA.....	39
Figure 22 : Evolution des émissions de PM10 et PM2.5 par secteur sur le périmètre d'étude du PPA....	40
Figure 23 : Evolution des émissions de NH3 par secteur sur le périmètre d'étude du PPA.....	41
Figure 24 : Evolution des émissions de NH3 par secteur sur le périmètre d'étude du PPA.....	41
Figure 25 : Evolution des émissions de SOx par secteur sur le périmètre d'étude du PPA	42
Figure 26 : Répartition des émissions de polluants par EPCI pour l'année 2017	43
Figure 27 : Chaîne de modélisation régionale.....	46
Figure 28 : Schéma de calcul de l'exposition de population	47
Figure 29 : Historique des moyennes annuelles en NO2 en proximité de trafic.....	47
Figure 30 : Concentrations annuelles en NO2 en 2017	48
Figure 31 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017	49

Figure 32 : Historique des moyennes annuelles en PM10 à proximité de trafic (haut) et en situation de fond urbain/périurbain (bas)]	50
Figure 33 : Concentrations annuelles en PM10 en 2017	51
Figure 34 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2017	51
Figure 35 : Historique des moyennes annuelles en PM2.5 à proximité de trafic (haut) et en situation de fond urbain/périurbain (bas).....	52
Figure 36 : Concentrations annuelles en PM2,5 en 2017	53
Figure 37 : Exposition moyenne de la population et nombre d'habitants des 12 EPCI.....	54
Figure 38 : Historique des moyennes annuelles en ozone à situation de fond urbain et périurbain	55
Figure 39 : Nombre de jours de dépassement en O3 en 2017	55
Figure 40 : Exposition de la population des EPCI à l'ozone en 2017	56
Figure 41 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site.....	58
Figure 42 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO2.....	60
Figure 43 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM2,5 et en PM10.....	61
Figure 44 : Activation du dispositif préfectoral en 2017 sur l'ensemble de la région AURA	62
Figure 45 : EPCI du PPA3 et périmètre valide du modèle trafic AURG.....	66
Figure 46 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles AURG et MMR	66
Figure 47 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles AURG et MMR	67
Figure 48 - Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendancier et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie.....	67
Figure 49 - Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie	68
Figure 50 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPAs de Lyon et Grenoble	69
Figure 51 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendancier et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie.....	69
Figure 52 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie	70
Figure 53 : Evolution annuelle moyenne des distances parcourues.....	70
Figure 54 : Périmètre ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole	72
Figure 55 : Calendrier d'application de la ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole	72
Figure 56 : Evolution des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions.....	73
Figure 57 : Logigramme de calcul des consommations et émissions de la production d'énergie.....	74
Figure 58 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018.....	75
Figure 59 : Détail par type de culture des ajustements 2018.....	75
Figure 60 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures.....	76
Figure 61 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais.....	76
Figure 62 - Principe de calcul pour les gains d'émission	77

Figure 63 - Principe général d'évaluation	78
Figure 64 : périmètre du PPA3 de Grenoble	90
Figure 65 – Réductions d'émission par rapport au tendanciel par polluant et secteur PCAET sur la zone PPA Grenoble	91
Figure 66 - Comparaison des projections d'émissions aux objectifs de réduction sur la zone PPA Grenoble	91
Figure 67 - Évolution des émissions par polluant pour le scénario tendanciel et PPA sur la zone PPA Grenoble	92
Figure 68 - Réductions d'émission de NOx par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble	93
Figure 69 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Grenoble	94
Figure 70 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO2 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	96
Figure 71 : Différences de concentration moyennes annuelles en NO2 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	97
Figure 72 : Rapports de concentration moyennes annuelles en NO2 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	98
Figure 73 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario « Dynamique Territoriale » 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris).....	99
Figure 74 : Evolution de l'exposition moyenne au NO2 sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique Territoriale » 2027 et Actions 2027	100
Figure 75 - Réductions d'émission de PM2,5 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble	102
Figure 76 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Grenoble	102
Figure 77 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	105
Figure 78 : Différences de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	106
Figure 79 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	107
Figure 80 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM2.5 selon l'état de référence (bleu), le scénario Dynamique territoriale 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris).....	108
Figure 81 : Evolution de l'exposition moyenne au PM2.5 sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions 2027	109
Figure 82 - Réductions d'émission de PM10 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble	111
Figure 83 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Grenoble	111
Figure 84 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	113
Figure 85 : Différences de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	114
Figure 86 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027	115

Figure 87 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario « Dynamique territoriale » 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris).....	116
Figure 88 : Evolution de l'exposition moyenne au PM10 sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions 2027	117
Figure 89 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (en haut)/ Différences de concentration moyennes annuelles d'ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027 (en bas)	119
Figure 90 - Réductions d'émission de SOx par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble	121
Figure 91 - Réductions d'émission de COVNM par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble.....	123
Figure 92 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Grenoble	123
Figure 93 - Réductions d'émission de NH3 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble	125
Figure 94 - Top 5 des actions en termes de réduction d'émission de NH3 sur la zone PPA Grenoble....	125
Figure 95 : Bilan des émissions de NOx sur le territoire du PPA3 de Grenoble	128
Figure 97 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO2 selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »	129
Figure 98 : Evolution de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite réglementaire pour le NO2, selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »	129
Figure 99 : Bilan des émissions de PM2,5 sur le territoire du PPA3 de Grenoble.....	130
Figure 101 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2,5 attendues selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »	130
Figure 102 : Evolution de l'exposition moyenne au NO2 sur le périmètre PPA entre le scénario 2017 et le scénario « Dynamique Territoriale » 2027	131
Figure 103 : Bilan des émissions de PM2.5 sur le territoire du PPA3 de Grenoble.....	131
Figure 105 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »	132
Figure 106 : Evolution de l'exposition moyenne aux PM10 sur le périmètre PPA entre 2017 et le scénario 2027 «Dynamique territoriale»	132
Tableau 1 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage individuel biomasse	26
Tableau 2 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage collectif biomasse	27
Tableau 3 : Evolution annuelle de la consommation régionale par branche non-bâtiment	28
Tableau 4 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique.....	79
Tableau 5 - Hypothèses par type de ZFE.....	81
Tableau 6 - Coefficients d'évolution appliqués aux actions I.1.1 et I.2.1	82
Tableau 7 - Calcul des gains d'émission par polluant pour les actions I.2.2.....	83
Tableau 8 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario «Dynamique territoriale»	85
Tableau 9 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA Grenoble bas et intermédiaire	85
Tableau 10 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA haut	85

Tableau 11 - Coefficients d'évolution utilisés pour l'action A3 / A.2.2	86
Tableau 12 - Taux d'application de la couverture de fosse à lisier (source : PREPA).	86
Tableau 13 - Taux d'application utilisés	86
Tableau 14 - Synthèse des coefficients d'évolution pour la couverture de fosse à lisier	88
Tableau 15 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Grenoble	90
Tableau 16 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action sur la zone PPA Grenoble .	92
Tableau 17 – Comparaison des émissions de NOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	93
Tableau 18 - Gains d'émission de NOx par action sur la zone PPA Grenoble	94
Tableau 19 : Concentrations moyennes annuelles en NO2 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027	95
Tableau 20 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour le dioxyde d'azote	100
Tableau 21 - Comparaison des émissions de particules PM2,5 entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	101
Tableau 22 - Réductions d'émission de particules PM2,5 du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	101
Tableau 23 – Réductions d'émission de PM2,5 par action sur la zone PPA Grenoble	103
Tableau 24 : Concentrations moyennes annuelles en PM2.5 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027	104
Tableau 25 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour les particules PM2.5	109
Tableau 26 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	110
Tableau 27 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	110
Tableau 28 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027	112
Tableau 29 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour les particules PM10	118
Tableau 30 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	121
Tableau 31 - Réductions d'émission de SOx par action sur la zone PPA Grenoble	122
Tableau 32 - Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	123
Tableau 33 - Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Grenoble	124
Tableau 34 - Comparaison des émissions de NH3 entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble	125
Tableau 35 – Réductions d'émission de NH3 par action sur la zone PPA Grenoble	126

Introduction générale

En région Auvergne-Rhône-Alpes, 4 agglomérations sont concernées par un PPA : les territoires de Lyon, Grenoble et Saint-Etienne dont leur « PPA2 » a été adopté en février 2014, et l'agglomération clermontoise avec un « PPA2 » adopté en décembre 2014.

Ces 4 PPA ont fait l'objet d'une évaluation qualitative et quantitative en 2019-2020, dont les conclusions ont mis en évidence le besoin de révision.

Comme défini dans le cadre de son PRSQA (Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air), Atmo Auvergne-Rhône-Alpes participe aux différentes étapes d'élaboration, mise en œuvre, suivi, évaluation et révision des PPA.

Dans le cadre de la révision de ces quatre PPA, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes en tant qu'observatoire régional de la qualité de l'air, est très impliqué, tout d'abord en réalisant le diagnostic de la situation initiale de la qualité de l'air et en participant à l'identification des enjeux des territoires.

Pour chaque projet de PPA révisé, des propositions de périmètres ont été étudiées en tenant compte des tonnages d'émissions de polluants par EPCI, ainsi que des niveaux d'exposition des habitants.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a aussi aidé à la définition de l'état prévisionnel du territoire à 5 ans.

Pendant la période d'ateliers, l'observatoire a procédé à un travail d'évaluation qualitative des actions des 4 PPA. Un travail plus poussé a été engagé pour certains leviers d'actions afin d'apporter des éléments chiffrés (globaux et estimation de gain d'actions), l'objectif étant de guider au dimensionnement des actions et aux paramètres nécessaires pour en faire l'évaluation.

Une évaluation prospective a été réalisée sur la base de deux scénarios :

- 2027 « Dynamique territoriale » sur la base du descriptif d'évolution du territoire à 5 ans (sans PPA),
- 2027 « actions PPA3 » (avec la mise en œuvre d'actions proposées dans le PPA3).

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a contribué aussi à la relecture des fiches actions, notamment pour s'assurer que les indicateurs des fiches actions seront pertinents et exploitables.

L'observatoire apporte bien sûr son expertise lors des COTECH, COPIL, ateliers, plénières, certaines réunions de l'équipe projet.

Pour chaque territoire, l'analyse finale s'apprécie au travers de plusieurs paramètres que sont les émissions de polluants atmosphériques, leurs concentrations dans l'air ambiant, le nombre de personnes exposées à des dépassements, pour 3 scénarii :

- un scénario de référence : « référence 2017 »,
- un scénario tendanciel : « 2027 «Dynamique territoriale» » : évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2027 sans mise en œuvre des actions du PPA3,
- un scénario actions PPA : « 2027 actions PPA3 » : évaluation de la qualité de l'air à l'horizon 2027 avec prise en compte des actions validées dans le cadre du PPA3.

La comparaison des scénarii « Dynamique territoriale » et « actions PPA » met en évidence la plus-value des actions du PPA.

2. Contexte

1.1 Contexte réglementaire

La directive européenne 2008/50/CE concernant l'évaluation et la gestion de la qualité de l'air ambiant prévoit que, dans les zones et agglomérations où les normes de concentrations de polluants atmosphériques sont dépassées, les Etats membres doivent élaborer des plans ou des programmes permettant d'atteindre ces normes.

En France, c'est le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), mis en place par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (loi LAURE du 30/12/1996), qui doit permettre d'assurer le respect des normes de qualité de l'air fixées à l'article R. 221-1 du Code de l'Environnement. Outre les zones où les normes de qualité de l'air sont dépassées ou risquent de l'être, des Plans de Protection de l'Atmosphère doivent aussi être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

Le PPA est un plan d'actions dont l'élaboration est pilotée par le préfet et qui définit les objectifs et les mesures locales préventives et correctives, d'application permanente ou temporaire, pour réduire significativement les émissions polluantes. Il comporte des mesures réglementaires mises en œuvre par arrêtés préfectoraux, ainsi que des mesures volontaires concertées et portées par les collectivités territoriales et les acteurs locaux.

Sur la Région Auvergne-Rhône-Alpes, il existe 5 PPA (Vallée de l'Arve, Lyon, Grenoble, Saint-Etienne, Clermont Ferrand) dont les 4 derniers sont en cours de révision.

1.2 Contexte sanitaire

Le PPA est un outil réglementaire établi pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air. La pollution de l'air extérieur et les matières particulaires sont aujourd'hui classées comme cancérigènes certains pour l'homme par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer) depuis octobre 2013.

Il a par ailleurs été montré que la pollution de l'air peut diminuer l'espérance de vie des personnes affectées de quelques mois et contribue à l'apparition de maladies graves, telles que des maladies cardiaques, des troubles respiratoires et des cancers. De manière plus précise, près de 5 à 7 mois d'espérance de vie pourraient être gagnés pour les résidents des grandes agglomérations françaises si les niveaux moyens de pollution pour les particules fines (PM_{2,5}) étaient ramenés aux seuils recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (étude APHEKOM).

Par ailleurs, habiter à proximité d'axes routiers importants augmenterait de 15 à 30 % les nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, ainsi que les pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires (étude APHEKOM/INVS).

Santé publique France a réévalué en 2020-2021 l'impact que représente la pollution atmosphérique sur la mortalité annuelle en France métropolitaine pour la période 2016-2019. Il ressort de cette réévaluation que chaque année près de 40 000 décès prématurés seraient attribuables à une exposition des personnes âgées de 30 ans et plus aux particules fines (PM_{2,5}). L'exposition à la pollution de l'air ambiant représenterait en moyenne pour ces personnes une perte d'espérance de vie de près de 8 mois pour les PM_{2,5}.

Par ailleurs, le coût sanitaire de la pollution de l'air est estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an pour la France (estimation réalisée sur des données datant de l'année 2000). Il concerne à la fois l'air intérieur et l'air extérieur.

3. Diagnostic qualité de l'air sur le périmètre d'étude du PPA de Grenoble

2.1 Le périmètre d'étude

Le périmètre d'étude retenue a été définie en tenant compte de la zone administrative de surveillance (ZAG) de Grenoble (selon arrêté du 26 décembre 2016), des territoires impliqués dans la mise en œuvre du plan de protection de l'atmosphère sur la période 2013-2018 (PPA2) et de ceux relevant des intercommunalités impactées par cette zone, tout en limitant en parallèle l'apparition de discontinuités territoriales. Le périmètre intègre ainsi les 12 EPCI.

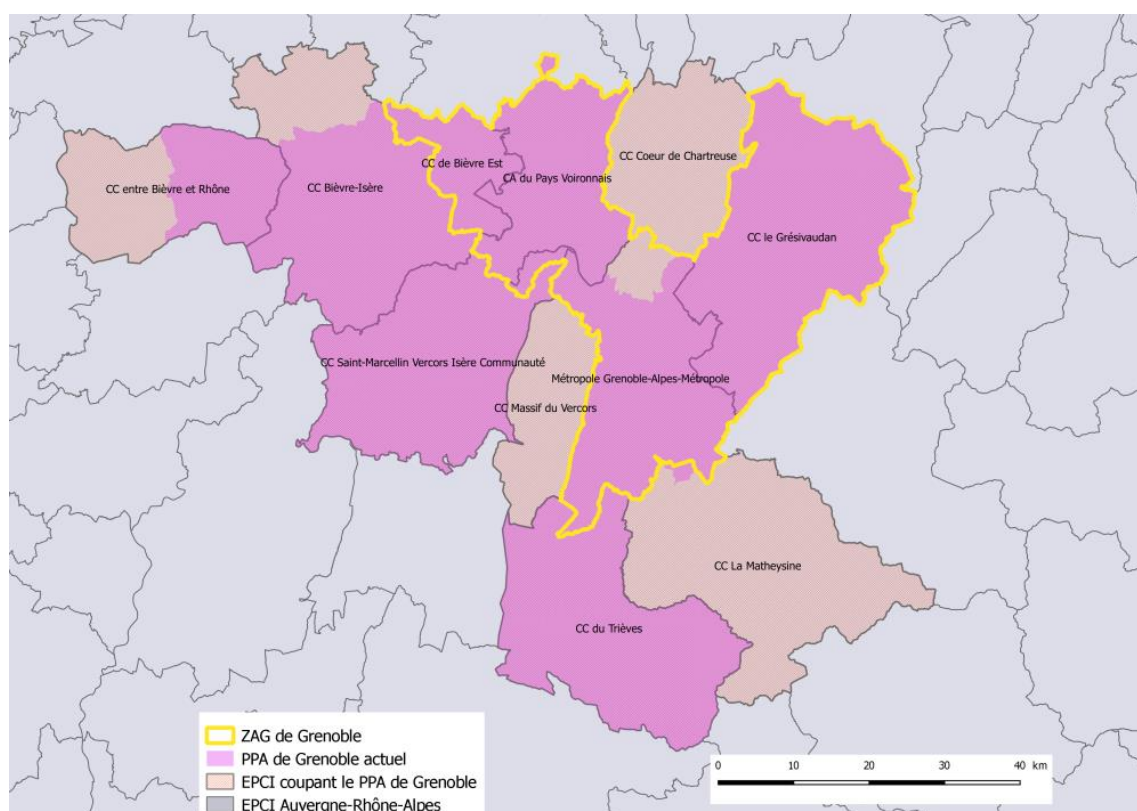


Figure 1 : Présentation du périmètre d'étude

2.2 Les réglementations de la pollution de l'air

La pollution atmosphérique est encadrée par plusieurs éléments de réglementation : certains textes précisent des niveaux de concentrations moyens à ne pas dépasser pour plusieurs polluants dits réglementés, tandis que d'autres textes encadrent le niveau des émissions de certains polluants et imposent une trajectoire de baisse progressive de ces émissions.

2.2.1 Réglementation des concentrations dans l'air ambiant

La réglementation des concentrations de polluants dans l'air ambiant concerne en particulier 13 polluants cités par l'article R.221-1 du code de l'environnement. Il s'agit notamment des NO_x, des PM₁₀ et PM_{2,5}, du monoxyde de carbone (CO), de l'ozone (O₃) des oxydes de soufre (SO_x) ; les 7 autres polluants réglementés (métaux lourds, benzo-(A)-pyrène, benzène) ne présentent pas ou plus spécifiquement d'enjeux à l'issue du PPA 2 sur la zone d'étude considérée pour la révision du PPA de l'agglomération grenobloise.

L'article R.221-1 du code de l'environnement fixe, pour chacun des 13 polluants évoqués ci-avant, une ou plusieurs valeurs réglementaires correspondant à des niveaux de concentration à ne pas dépasser en situation chronique, ou bien qui conditionnent le déclenchement des procédures de gestion des épisodes de pollution. Plusieurs types de valeurs, définies par ce même article du code de l'environnement, permettent de caractériser différentes situations :

- Valeurs limites : niveaux de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Ces niveaux sont fixés sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir et de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble ;
- Seuil d'information – recommandation : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates à destination de ces groupes et de recommandations pour réduire certaines émissions ;
- Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant la mise en place de mesures d'urgence.

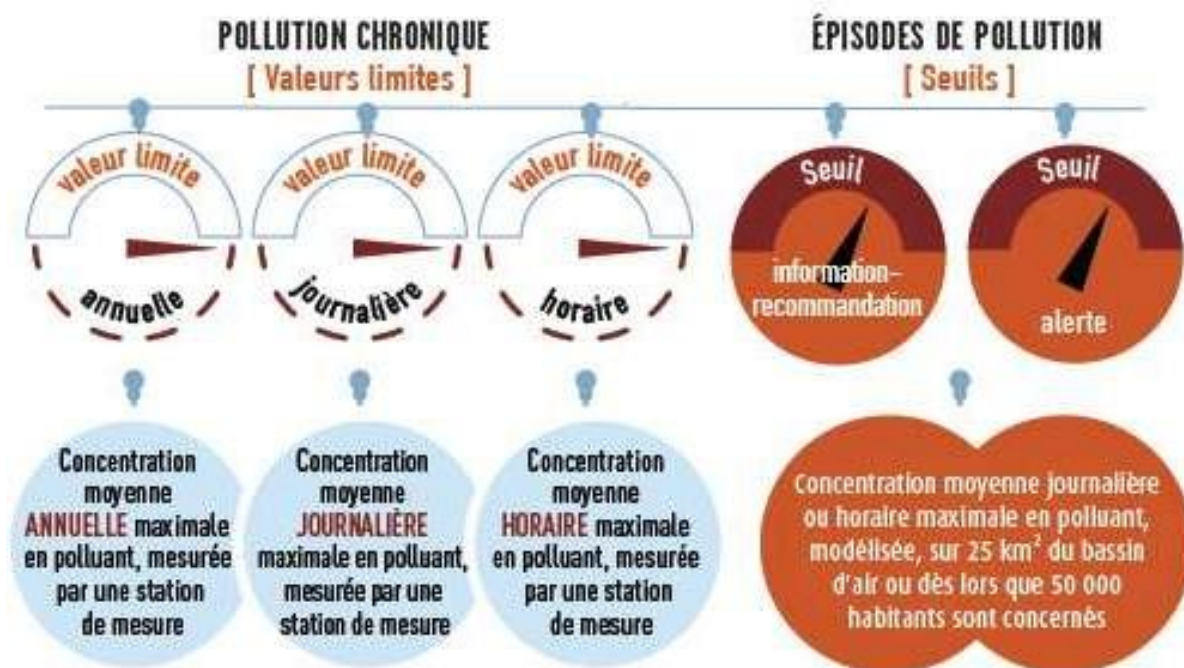


Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air

Par ailleurs, en plus de ces valeurs limites réglementaires, dont le respect doit être considéré comme obligatoire, l'article R.221-1 du code de l'environnement définit d'autres types de valeurs : les valeurs cibles,

ou encore les objectifs de qualité (OQ) vers lesquelles il faudrait tendre pour limiter encore les impacts sur la santé humaine. En outre, les valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) donnent également une cible à atteindre à long terme pour minimiser ces impacts sanitaires.

- Valeurs cibles : niveaux de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixés afin d'éviter, de prévenir ou réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble ;
- Objectifs de qualité de l'air : niveaux de concentration de substances polluantes à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement ;
- Recommandations de l'OMS : basées sur l'analyse par des experts des données scientifiques les plus récentes. Ces valeurs sont des recommandations. Les analyses produites dans ce document se basent très largement sur les valeurs guides publiées par l'OMS en 2005. De nouvelles valeurs guides, plus basses pour la plupart des polluants, ont été publiées le 22 septembre 2021 (cf. tableau ci-après).

Polluant	Seuil réglementaire 1	Seuil réglementaire 2	Objectif de qualité (OQ) annuel
NO₂	<u>VL Horaire</u> : 200 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 18 fois par année civile	<u>VL Annuel</u> : 40 µg/m ³	<u>OQ</u> : 40 µg/m ³
PM₁₀	<u>VL Journalier</u> : 50 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile	<u>VL Annuel</u> : 40 µg/m ³	<u>OQ annuel</u> : 30 µg/m ³
PM_{2,5}	<u>VL Annuel</u> : 25 µg/m ³	À venir <u>VL Annuel</u> : 20 µg/m ³	<u>OQ annuel</u> : 10 µg/m ³
Monoxyde de carbone (CO)	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 10 mg/m ³	-	-
Pb	<u>Annuel</u> : 0,5 µg/m ³	-	<u>OQ</u> : 0,25 µg/m ³
SO₂	<u>VL Horaire</u> : 350 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 24 fois par année civile	<u>VL Journalier</u> : 125 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 3 fois par année civile	<u>OQ</u> : 50 µg/m ³
O₃	<u>VC</u> : Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne sur 3 ans)	-	<u>OQ</u> : Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures : 120 µg/m ³
Benzène (C₆H₆)	<u>VL Annuel</u> : 5 µg/m ³	-	<u>OQ annuel</u> : 2 µg/m ³
Métaux lourds : Hg Cd As Ni	<u>VC annuelle</u> (fraction PM ₁₀) : - 5 ng/m ³ 6 ng/m ³ 20 ng/m ³	-	-
HAP : B(a)P	<u>VC annuelle</u> (fraction PM ₁₀) : 1 ng/m ³	-	-

Figure 3 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air

(en vert : pas de dépassement, en orange : dépassement faible, en rouge : dépassement fort)

Concernant les concentrations de polluants dans l'air sur la zone du PPA de Grenoble, ce tableau synthétise bien l'état des lieux et montre que la seule valeur réglementaire dépassée est celle concernant le NO₂. Par ailleurs, la valeurs cible concernant l'ozone est nettement dépassée, de même que l'objectif de qualité concernant ce polluant qui l'est très nettement. L'objectif de qualité concernant les PM_{2,5} est également dépassé mais faiblement.

De nouvelles valeurs guides ont été publiées par l'OMS en septembre 2021 alors que l'élaboration du PPA3 de l'agglomération grenobloise était déjà très avancée. Elles vont dans le sens d'une meilleure prise en compte de la protection de la santé humaine avec en particulier un seuil de référence divisé par 2 pour les PM_{2,5} et par 4 pour les NO_x. Dans le présent rapport, les comparaisons aux valeurs OMS correspondront généralement aux valeurs recommandées de 2005 et seront désignées OMS₂₀₀₅ afin de limiter l'ambiguïté à cet égard.

Seuils de référence OMS recommandés en 2021 par rapport à ceux figurant dans les lignes directrices sur la qualité de l'air de 2005

Polluants	Durée	Seuils de référence OMS 2005 (ref)	Seuils intermédiaires				Seuils de référence OMS 2021 (ref)
			1	2	3	4	
PM _{2,5} (µg/m ³)	Année	10	35	25	15	10	5
	24 heures ^a	25	75	50	37.5	25	15
PM ₁₀ (µg/m ³)	Année	20	70	50	30	20	15
	24 heures ^a	50	150	100	75	50	45
NO ₂ (µg/m ³)	Année	40	40	30	20	-	10
	24 heures ^a	-	120	50	-	-	25
O ₃ (µg/m ³)	Pic saisonnier ^b	-	100	70	-	-	60
	8 heures ^a	100	160	120	-	-	100
SO ₂ (µg/m ³)	24 heures ^a	20	125	50	-	-	40
CO (mg/m ³)	24 heures ^a	-	7	-	-	-	4

µg:

^a 99^e (3 à 5 jours de dépassement par an)

^b Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O₃ a été la plus élevée

Remarque: l'exposition annuelle et l'exposition pendant un pic saisonnier sont des expositions à long terme, tandis que l'exposition pendant 24h et 8heures sont des expositions à court terme.

Figure 4 : Nouvelles valeurs guides de l'OMS

2.2.2 Réglementation des émissions

Au-delà de la réglementation des concentrations dans l'air ambiant, le niveau d'émission de certains polluants dans l'air, ainsi que l'évolution de ces émissions font également l'objet d'un encadrement réglementaire au travers du PREPA (Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques).

Parmi les polluants visés on retrouve les NO_x, les PM_{2,5} et le SO_x mais aussi d'autres polluants dont les concentrations ne font pas spécifiquement l'objet de valeur limites réglementaires comme les COVnm (composés organiques volatils non méthaniques - précurseurs d'ozone) et l'ammoniac (NH₃) précurseur de poussières.

Le PREPA a été approuvé en 2017. Il vise à répondre aux engagements en matière de réduction des émissions de polluants atmosphériques prévus dans la directive européenne 2016/2284 du 14 décembre 2016.

Instauré par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (LTECV), ce plan est composé :

- D'un décret qui fixe, à partir d'une année de référence (2005), les objectifs de réduction à horizon 2020, 2025 et 2030 (décret n°2017-949 du 10 mai 2017) des émissions de dioxyde de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote (NO_x), de composés organiques volatils non méthaniques (COVnm), d'ammoniac (NH₃) et de particules fines (PM_{2,5}),

Objectifs de réduction fixés pour la France (exprimés en % par rapport à 2005)

	À horizon 2020	À horizon 2030
SO ₂	-55 %	-77 %
NO _x	-50 %	-69 %
COVNM	-43 %	-52 %
NH ₃	-4 %	-13 %
PM _{2,5}	-27 %	-57 %

- D'un arrêté ministériel qui :
 - Détermine les actions de réduction des émissions anthropique à renforcer ou/et à mettre en œuvre (arrêté du 10 mai 2017), en particulier, concernant les secteurs de l'industrie, de l'habitat, des transports et de la mobilité ;
 - Fixe des orientations concernant la mobilisation des acteurs locaux, l'amélioration des connaissances et l'innovation ou encore concernant les financements à déployer ou pérenniser pour des actions en faveur de la qualité de l'air.

Cette trajectoire nationale de baisse des émissions inscrite au PREPA doit également être prise en compte dans la détermination des objectifs à l'échelle des PPA. Elle conduit de surcroît à prendre en considération, dans le cadre du PPA, des polluants comme le NH₃ et les COVnm dont les concentrations dans l'air ne sont pas réglementées, mais pour lesquels des objectifs spécifiques de baisse d'émissions devront donc être retenus en cohérence avec la trajectoire du PREPA.

2.3 Dispositif de surveillance de la qualité de l'air et description des phénomènes de transport et de diffusion de la pollution

2.3.1 Dispositif de surveillance de la qualité de l'air

Les missions de surveillance et d'information sur la qualité de l'air ont été confiées en France aux AASQA (Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air). Pour la région Auvergne-Rhône-Alpes, cette mission revient à Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. L'évaluation de la qualité de l'air sur la zone d'étude détaillée ci-après se base donc sur les bilans et études publiés par cette association, ainsi que sur les données qui ont été fournies. L'ensemble des bilans annuels de qualité de l'air sont disponibles sur le site internet d'Atmo AURA : www.atmo-auvergnerhonealpes.fr

La surveillance de la qualité de l'air en Auvergne-Rhône-Alpes est réalisée à partir de différents outils conformément à la directive européenne 2008/50/CE définissant le type de surveillance nécessaire en fonction des niveaux de pollution estimés. Elle est réalisée sur le territoire à partir :

- D'un réseau métrologique composé :
 - De stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond urbain, fond périurbain, proximité trafic, proximité industrielle, observation spécifique) ;
 - De stations de mesures temporaires équipées d'analyseurs, ou autres dispositifs de prélèvement ;
- D'un inventaire spatialisé des émissions atmosphériques. Les émissions de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...) ou par des sources naturelles (composés émis par la végétation et les sols, etc.). L'inventaire des émissions des polluants consiste à identifier et recenser la quantité des polluants émis en masse par unité de temps (généralement en tonnes par an) par une source donnée pour une période donnée. Cet outil permet une restitution des résultats à l'échelle du km² ;
- D'une plateforme de modélisation composée :
 - D'un modèle déterministe régional PREVALP d'évaluation de la pollution atmosphérique à une échelle kilométrique ;
 - D'un modèle fine échelle (10 m) permettant une meilleure évaluation de la pollution en proximité du trafic automobile (SIRANE) ;
 - D'un modèle composite regroupant le modèle régional et le modèle fine échelle.

Ces outils permettent d'évaluer l'exposition des territoires et des populations à la pollution de fond mais aussi en proximité d'installations fixes ou d'infrastructures de transports fortement émettrices qui peuvent localement augmenter les concentrations en polluants.

Stations 2020

- périurbaine fond
- périurbaine industrielle
- périurbaine trafic
- urbaine fond
- urbaine industrielle
- urbaine trafic
- rural fond
- EPCI

The map illustrates the Grenoble tramway network, with the tramway route highlighted in red. The route starts at Fontaine les Balme, passes through Grenoble Grands Boulevards, Grenoble Rodeo Sud, and Saint-Martin d'Heres. The map also shows the Isère river and various surrounding towns and districts.

Les données mesurées au niveau de ces stations sont disponibles au lien suivant : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/donnees/acces-par-station/>

2.3.2 Phénomènes de transport et de diffusion de la pollution

Les niveaux de concentration des polluants dans l'atmosphère dépendent à la fois de l'intensité des émissions de ces polluants sur le territoire, du caractère plus ou moins persistant dans l'air de ces polluants, mais également des conditions météorologiques et de la topographie qui conditionnent les phénomènes de diffusion et de dispersion. De plus, certains polluants peuvent interagir avec d'autres, entraînant leur transformation par réactions chimiques en d'autres polluants dits secondaires (voir encadré ci-dessous).

Polluants primaires et secondaires

Les polluants dits « primaires » sont émis directement par une source. C'est notamment le cas du dioxyde de soufre (SO₂) et des oxydes d'azotes (NO_x). Leurs concentrations dans l'air sont maximales à proximité des sources, puis tendent à diminuer au fur et à mesure que l'on s'éloigne de celles-ci en raison de leur dispersion.

Les polluants dits « secondaires » sont le produit de la transformation chimique de polluants primaires. C'est le cas de l'ozone, qui se forme à partir de précurseurs comme les oxydes d'azotes et les composés organiques volatils sous l'effet du rayonnement solaire.

Description simplifiée des divers phénomènes de dispersion

Les paramètres relatifs à la source du polluant (hauteur et température du rejet atmosphérique...), ainsi que les conditions météorologiques, climatiques et topographiques jouent un rôle prépondérant dans le transport et la transformation chimique des polluants. Ils ont une incidence importante sur les niveaux de polluants observés au voisinage du sol. Parmi les facteurs pouvant influencer la dispersion des polluants, on peut citer :

- les turbulences et le vent : le vent et les turbulences thermiques par différence de température des masses d'air permettent de disperser les polluants ;
- la stabilité ou l'instabilité de la masse d'air : la dispersion est favorisée par une atmosphère instable ;
- la pluie : les précipitations ont pour effet de « lessiver » l'atmosphère et ramener les polluants au sol ;
- les situations anticycloniques (hautes pressions atmosphériques) : par nature stables avec peu de vent, ces situations sont défavorables à la qualité de l'air en été comme en hiver : la stabilité de la masse d'air, s'oppose à la dispersion des polluants et conduit à l'inverse à une accumulation de ceux-ci au niveau des zones d'émissions ;
- Géométrie du site : les reliefs, vallées ou encore les rues dites canyon (rues étroites bordées d'immeubles hauts) ne sont pas propices à la dispersion horizontale des polluants. Ainsi, les polluants émis par le trafic automobile s'accumulent à proximité immédiate de l'axe de circulation.

Zoom sur l'inversion thermique :

Habituellement, la température de l'air décroît avec l'altitude, ce qui permet un brassage vertical des masses d'air, l'air chaud situé près du sol est plus léger et s'élève entraînant avec lui les polluants.

Dans certains cas, il peut se produire un phénomène d'inversion de température ; les couches d'air sont plus chaudes en altitude qu'au niveau du sol, ce qui bloque la dispersion verticale des masses d'air plus froides et plus lourdes situées au niveau du sol. Les polluants se trouvent alors bloqués dans les basses couches.

Les inversions thermiques se produisent notamment en hiver et par ciel clair. Le sol peut ainsi subir un fort refroidissement pendant la nuit, et au matin la température de l'air près du sol devient plus faible que la température de l'air en altitude.

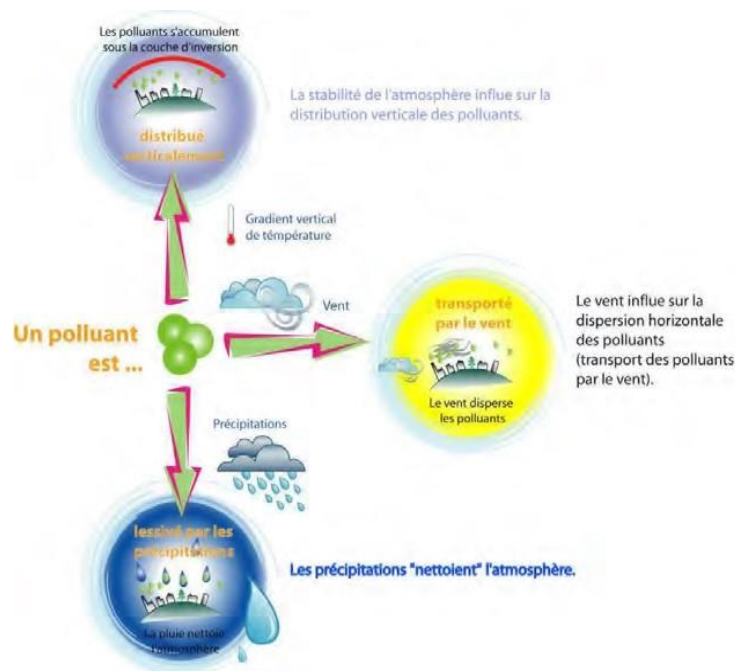
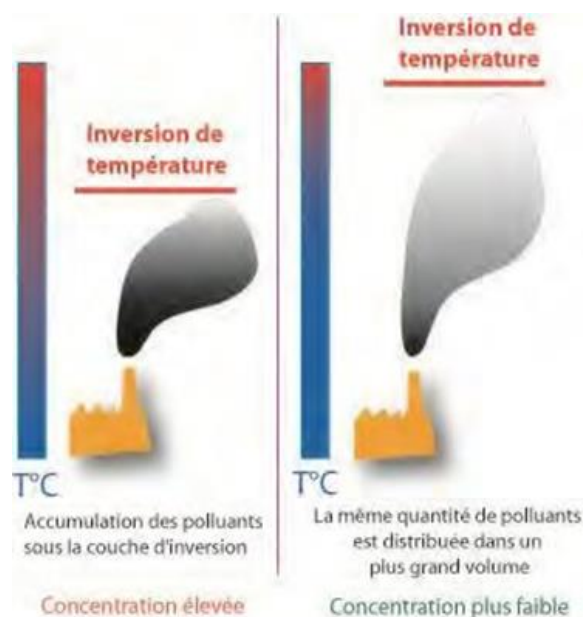


Figure 7 : Facteurs influençant les concentrations en polluants

Dans le cas de l'agglomération grenobloise, avec un type de climat favorisant des hivers froids et des étés chauds, les épisodes de pollution sont fréquents pendant ces deux saisons. En effet, les jours les plus froids favorisent les inversions de température et en l'absence de vent, les polluants s'accumulent jour après jour. C'est notamment le cas pour les particules, le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. En période estivale, les périodes anticycloniques stables et ensoleillées favorisent la hausse des niveaux d'ozone.

2.4 Justification du choix de l'année de référence (2017)

Comme exposé ci-avant, les niveaux de pollution de l'air observés sur un territoire peuvent être influencés en partie par des facteurs météorologiques. D'une année à l'autre, sur un territoire donné, ce facteur météo peut faire varier de manière non négligeable les niveaux moyens de pollution observés en influençant à la fois l'ampleur des émissions des polluants (en particulier les émissions dues au chauffage) et les conditions de dispersion de la pollution.

En premier lieu, le nombre d'épisodes anticyclonique et leur durée peut se traduire par davantage de jours d'épisode de pollution. Ainsi, un été chaud, sec et ensoleillé va se traduire par des niveaux plus élevés d'ozone qu'un été plus frais et marqué par des perturbations fréquentes. De même, un hiver froid, peu agité et peu pluvieux va à la fois se traduire par des émissions de polluants plus importantes en lien avec une utilisation accrue des chauffages, mais également par une moindre dispersion de ces polluants émis, alors qu'un hiver plus doux, humide et perturbé va être favorable à une dispersion fréquente des polluants et partant à une meilleure qualité de l'air.

Compte tenu de ces éléments, il est important, pour assurer une comparabilité adéquate dans les analyses portant sur la qualité de l'air, de retenir une année de référence représentative de la moyenne de la période récente et dont la météo n'a donc pas présenté de caractéristiques atypiques. A ce titre, il a été choisi d'établir ce diagnostic sur l'année de référence 2017. En effet bien que disposant de données plus récentes, cette année apparaît pertinente au regard des conditions rencontrées qui s'avèrent être représentatives de la moyenne de la dernière décennie :

- une température moyenne en France plus élevée que la normale (mais qui reste sous la barre de +1°C contrairement aux années 2018 à 2020),
- un hiver conforme aux normales de températures avec deux épisodes de froid en janvier,
- plusieurs épisodes de fortes chaleurs durant l'été en alternance avec des périodes plus fraîches.

2.5 Analyse des différentes sources

2.5.1 Présentation de l'inventaire des émissions

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins : alimentation des modèles d'évaluation de la qualité de l'air, des observatoires (Air, ORCAE : Observatoire Régional Climat Air Energie en Auvergne-Rhône-Alpes, ORHANE : Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales), évaluation des enjeux d'un territoire et alimentation des plans d'actions, comme les Plans de Protection de l'Atmosphère, les Plans de Déplacements Urbains, les Zones à Faibles Emissions, les Plans Climat Air Energie Territoriaux.

Les méthodes utilisées suivent les guides méthodologiques européens (EMEP/EEA), nationaux (CITEPA/OMINEA) et régionaux (guide méthodologique du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux) qui décrivent, pour toutes les activités susceptibles d'émettre des polluants dans l'atmosphère, les méthodes pour générer les données d'activités les plus fiables possibles.

Les bilans de consommations énergétiques et d'émissions de polluants atmosphériques locaux et de Gaz à Effet de Serre sont élaborés à partir de l'outil ESPACE (Evaluation des inventaires spatialisés Air Climat Energie), développé en interne et s'appuyant sur une base de données PostgreSQL.

Le graphe suivant synthétise les interactions autour de l'inventaire des émissions.

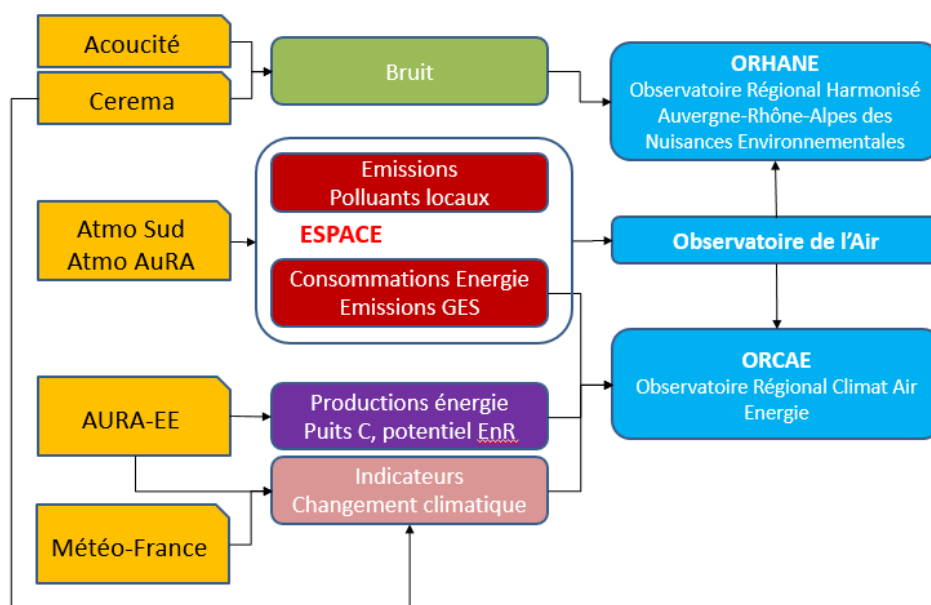


Figure 8 : Interactions autour de l'inventaire des émissions

Tout inventaire des émissions obéit à certains critères : exhaustivité des sources, comparabilité entre territoires, cohérence temporelle, traçabilité, validation/bouclage avec des statistiques régionales ou consommations réelles locales, respect des règles de diffusion relatives aux données confidentielles.

La méthode privilégiée pour la réalisation de l'inventaire régional est dite « bottom-up » : elle utilise dans la mesure du possible les données (activités, émissions) les plus fines disponibles à l'échelle infra communale (principales émissions industrielles, comptages routiers, parc local de chauffage au bois, ...).

Ces données sont ensuite agrégées à l'échelle communale pour le calcul des émissions

Lorsque les données n'existent pas à une échelle fine, des données régionales sont désagrégées à l'échelle communale au moyen de clés de désagrégation connues pour l'ensemble des communes de la région (population, emplois, ...). Les données sont en partie ajustées avec les consommations réelles d'énergie (gaz, électricité, chaleur et froid) disponibles en OpenData ou fournies par les partenaires de l'ORCAE.

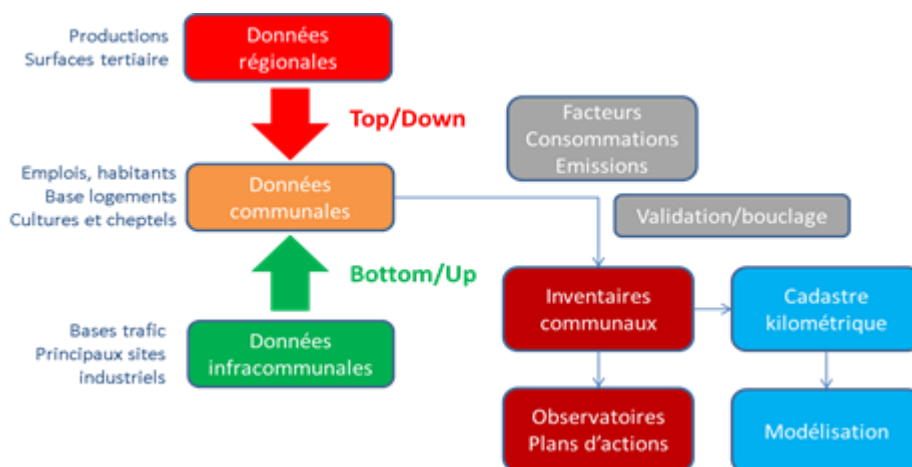


Figure 9 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

L'inventaire des émissions s'inscrit dans un processus d'amélioration continue. Ainsi sur les dernières années, les améliorations suivantes ont pu être apportées en fonction du territoire :

Trafic routier :

- Exploitation d'un plus grand nombre de comptages routiers afin de mieux estimer l'évolution des volumes de trafic sur plusieurs années ;
- Intégration des mises à jour des modèles trafics gérés sur les territoires ;
- Mise à jour du réseau routier structurant, en lien avec l'observatoire ORHANE.

Chauffage biomasse :

- Exploitation du recensement des petites chaufferies biomasse (FIBOIS, ALEC, Grenoble, Région) pour les travaux PPA. Ces informations seront prochainement implémentées dans l'inventaire régional spatialisé.

Industrie :

- Première exploitation à l'installation des émissions BDREP permettant de préciser les différentes énergies associées aux émissions.

Agriculture :

- Consolidation à l'échelle EPCI des cheptels et cultures pour l'année 2018 initialement calculés par projection des résultats du dernier recensement général agricole 2010 avec les statistiques Agricoles Annuelles post 2010.

2.5.2 Résidentiel et tertiaire

← Résidentiel

Le logigramme suivant synthétise les étapes de calcul des émissions du secteur résidentiel.

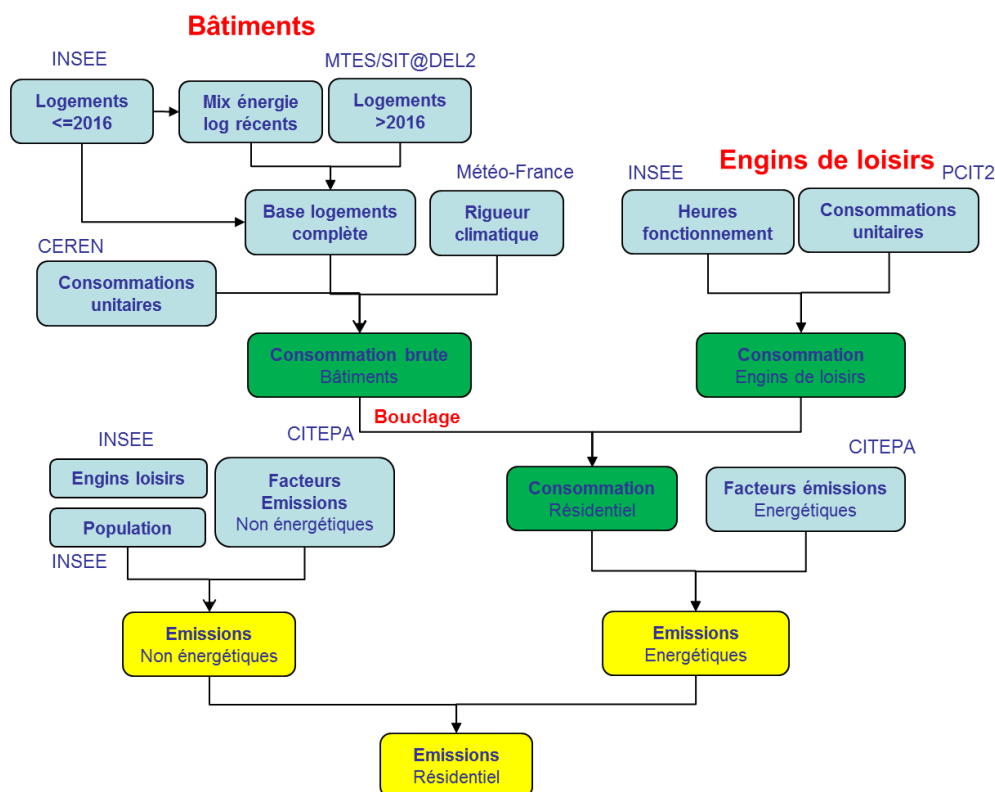


Figure 10 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles

Sources des émissions

Les émissions du secteur résidentiel proviennent :

- De la consommation d'énergie des logements (chauffage, production d'eau chaude sanitaire, cuisson) ;
- De la consommation d'énergie et de l'abrasion des engins de loisirs (tondeuses, motoculteurs/motobineuses, tronçonneuses et débroussailleuses), cf guide méthodologique PCIT ;
- Du brûlage des déchets végétaux sur la base des principales hypothèses suivantes :
 - 9% des maisons ont recours à cette pratique ;
 - Afin de tenir compte du recul progressif de cette pratique (au vu de son illégalité), une décroissance annuelle de 2%/an a été appliquée après 2008. Cette hypothèse a été déduite de l'analyse des quantités de déchets verts traités sur les plateformes de compostage rhônalpines qui, à nombre de maisons équivalent, augmentent d'environ 2%/an (source SINDRA).

Plus d'informations sont disponibles dans le guide méthodologique PCIT¹;

- Des activités domestiques suivantes :
 - Protection du bois, utilisation domestique de peinture, de solvants et de produits pharmaceutiques ;
 - Utilisation de feux d'artifice ;
 - Consommation de tabac ;
 - Anesthésie ;
 - Travail du bois ;
 - Usure des chaussures ;

Données d'entrée et méthodes de calcul

Consommation et émissions hors biomasse

Plusieurs données sont nécessaires aux calculs présentés plus loin :

- Une base communale annualisée des logements à partir des enquêtes détail logements de l'INSEE et de la base SIT@DEL ;
- Un facteur unitaire de consommation par usage fourni par le CEREN ;
- Des données météo permettant de calculer la rigueur climatique de l'année ;
- Des facteurs d'émission nationaux fournis par le CITEPA ;

Un facteur unitaire de consommation par usage détaillé selon les caractéristiques des logements est utilisé pour modéliser les consommations des appareils de chauffage électriques, gaz, fioul, GPL (source CEREN). Un facteur d'émission par polluant et combustible (issu du guide méthodologique national OMINEA) permet d'en déduire les émissions associées.

Chauffage individuel biomasse

Contrairement aux autres énergies de chauffage pour lesquelles un facteur d'émission moyen est utilisé, le chauffage biomasse donne lieu à la modélisation d'un parc pluriannuel d'appareils de chauffage individuel au bois à partir des enquêtes locales (BIOMQA sur la Métropole de Grenoble) complétées par l'enquête régionale menée en 2017.

¹ LCSQA, 2019, Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques, disponible sur https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/MTES_Guide_methodo_elaboration_inventaires_PCIT_mars2019.pdf

Après avoir déterminé le parc d'appareils et la consommation, un facteur d'émission par polluant est associé. Les facteurs d'émissions utilisés pour le chauffage individuel proviennent de l'étude ADEME/DPED/SBIO de 2010. Les facteurs d'émissions issus de la dernière étude CARVE ne sont pas utilisés pour l'instant, par cohérence avec les inventaires nationaux.

Individuel	Combustible	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	NH3	SO2	CH4	N2O
Chaudières	Bûches <2002	60	238	233	1000	43	10	330	4.0
	Bûches >2002	60	95	93	300	43	10	100	4.0
	Bûches Perf	90	52	51	50	43	10	17	4.0
	Granulés	90	29	28	20	23	10	6.7	4.0
	Plaquettes	90	38	37	20	23	10	6.7	4.0
Poêles et cuisinières	Bûches <2002	60	665	651	1600	43	10	530	4.0
	Bûches >2002	60	247	242	400	43	10	130	4.0
	Bûches Perf	60	133	130	250	43	10	80	4.0
	Granulés	60	67	65	20	23	10	6.7	4.0
	Plaquettes	60	177	174	20	23	10	6.7	4.0
Inserts	Bûches <2002	60	665	651	1600	43	10	530	4.0
	Bûches >2002	60	247	242	400	43	10	130	4.0
	Bûches Perf	60	133	130	250	43	10	80	4.0
Foyers ouverts		60	713	698	1700	45	10	565	4.0

Tableau 1 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage individuel biomasse

Chauffage collectif biomasse

La connaissance des logements ayant recours au chauffage collectif biomasse se fait au travers d'un inventaire des installations dédiées au résidentiel par croisement entre plusieurs sources de données :

- Agences locales de l'énergie ;
- Recensement FIBOIS ;
- Appel à projet de la région.

Les informations suivantes sont utilisées pour caractériser les consommations annuelles de biomasse :

- Commune ;
- Année de mise en service ;
- Puissance de la chaudière ;
- Combustible utilisé ;
- Type de locaux chauffés ;
- Consommation déclarée sinon consommation calculée selon puissance de sortie divisée par un rendement de 80% multipliée par le nombre d'heures fonctionnement, résultant de la valeur moyenne des installations renseignées :
 - Secteur industriel ou agricole : 4000h ;
 - Secteur tertiaire :
 - Puissance <1MW : 2000h ;
 - Puissance >1MW : 3400h ;
 - Secteur résidentiel :
 - Puissance <1MW : 2000h ;
 - Puissance >1MW : 3600h ;
 - Secteur résidentiel/tertiaire :
 - Puissance <1 MW : 2000h ;
 - Puissance >1 MW : 2250h.

Concernant les chaufferies collectives biomasse :

- Puissance < 1 MW : en l'absence de VLE réglementaire, les valeurs de l'ADEME sont utilisées ;
- Puissance > 1MW :
 - o Mise en service avant 2013 : VLE PM à 50 mg/Nm³ à 13% d'O₂ ;
 - o Mise en service à partir de 2013 : VLE PM à 30 mg/Nm³ à 13% d'O₂ (correspondant à la réglementation en zone PPA).

Collectif	Combustible	NOx	PM10	PM2.5	COVNM	NH3	SO2	CH4	N2O
< 1 MW	granulés/plaquettes	90	29/38	28/37	20	23	10	6.7	4.0
> 1MW avant 2013	plaquettes	132	17	17	2.2	37	6.0	6.7	4.0
> 1MW à partir de 2013	plaquettes	132	10	10	2.2	37	6.0	6.7	4.0

Tableau 2 : Facteurs d'émissions retenus pour le chauffage collectif biomasse

← Tertiaire

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs au secteur tertiaire.

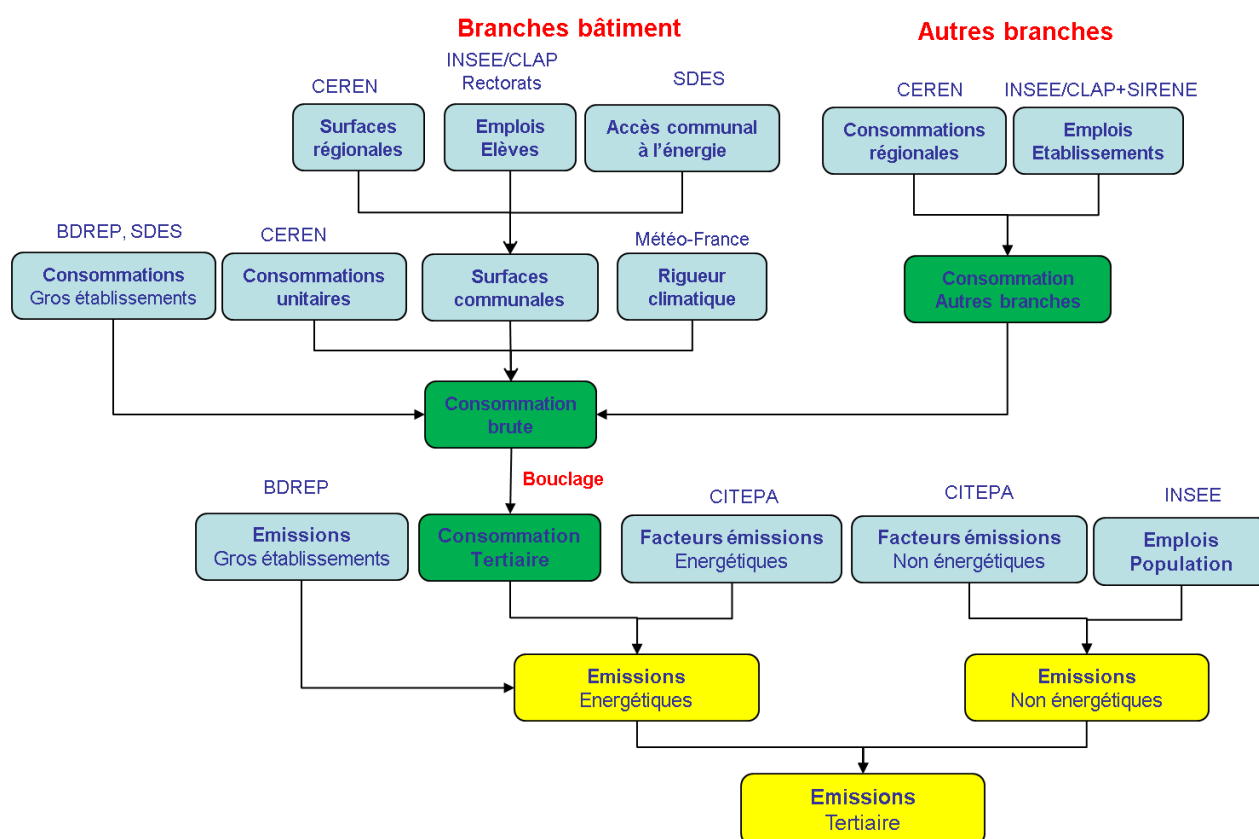


Figure 11 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires

Sources des émissions

Le secteur tertiaire regroupe :

- une branche « bâtiment » : bureaux, cafés hôtels restaurants, commerces, enseignement/recherche, santé, habitat communautaire, sport, culture et loisirs, et activités liées aux transports (logistique, transports en commun) ;
- une branche « non bâtiment » (consommations générales d'immeubles résidentiels et tertiaires, locaux de la défense nationale, secteur des télécommunications, épuration des eaux usées et distribution d'eau potable, secteur de l'édition, collecte des déchets, et datacenters).

Sont regroupées les émissions liées au chauffage et aux autres usages (eau chaude sanitaire, cuisson, usages spécifiques de l'électricité) telles que définies par le CEREN.

Données d'entrée et méthodes de calcul

Contrairement au secteur résidentiel, les données disponibles pour le secteur tertiaire sont en général régionales. La répartition communale s'appuie sur plusieurs variables (ou clés) de répartition :

- Nombre d'élèves pour la branche Enseignement (niveaux 1, 2 et 3) ;
- Base emplois CLAP de l'INSEE pour les autres branches.

Des données locales existent cependant pour quelques branches (exemple CEA de Grenoble).

Branche « bâtiment »

Les enquêtes CEREN 1992, 1999, 2007, 2010 et 2013 permettent de disposer d'une consommation unitaire annualisée par branche, énergie et usage (chauffage, eau chaude sanitaire, cuisson, usages spécifiques de l'électricité – climatisation et autres usages). Les années manquantes, avant 2013, sont interpolées/extrapolées.

Les émissions des chaufferies biomasse sont également intégrées lorsqu'elles desservent tout ou en partie des bâtiments communaux (cf. chapitre résidentiel).

Des facteurs d'émissions par polluant et combustible (issus du guide méthodologique national OMINEA) permettent d'en déduire les émissions associées.

Branche « non bâtiment »

Les consommations régionales 2010 par branche sont fournies par le CEREN. Une évolution annuelle à dire d'expert est appliquée pour chacune de ces branches :

Branche	désagrégation communale	Evol an
Consommations générales d'immeubles résidentiels et tertiaires	Emplois	-1.0%
Frigo	Emplois	1.0%
Locaux de la défense nationale	Emplois	-2.0%
Secteur des télécommunications	Emplois	2.5%
Epuration eaux usées et distribution eau potable	Emplois	1.0%
Secteur de l'édition	Emplois	-4.0%
Collecte des déchets	Emplois	1.0%
Datacenters	Etablissements	1.0%

Tableau 3 : Evolution annuelle de la consommation régionale par branche non-bâtiment

2.5.3 Transports

← Transport routier

Sources des émissions

Le calcul des émissions est réalisé pour chaque type de véhicule en distinguant :

- les opérations de moteurs chauds stabilisés : ces émissions peuvent parfois dépendre de l'âge du véhicule ;
- la phase de chauffage (les émissions à froid) : définie en fonction du type de parcours (urbain, péri-urbain ou autoroutier) et de la température extérieure ;
- les sources d'évaporation (distinction entre évaporations au roulage, diurnes et suite à l'arrêt du véhicule). Ces deux derniers types sont évalués à partir du parc statique connu annuellement à l'échelon départemental ;
- l'usure des pneus, des plaquettes de freins et des routes : un facteur d'émission moyen par kilomètre est attribué selon le type de véhicule pour les particules ;
- la remise en suspension des particules déposées sur la chaussée : cette source n'est calculée que pour des besoins de modélisation fine échelle (exclue des bilans d'émissions pour éviter tout double compte).

Données d'entrée et méthodes de calcul

Le logigramme suivant synthétise la démarche retenue pour le calcul des émissions du transport routier à chaud et à froid.

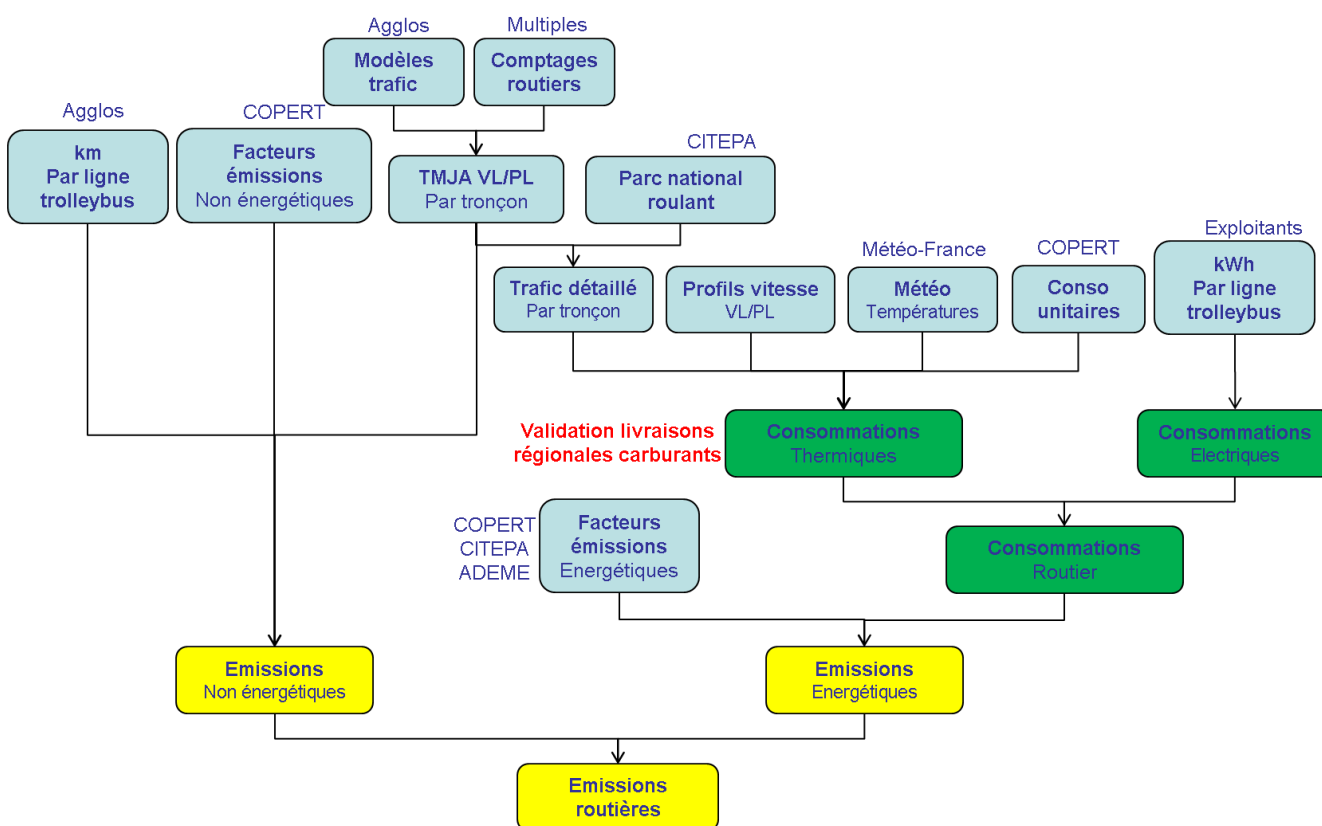


Figure 12 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier

← Transport ferroviaire

Le logigramme suivant résume l'approche méthodologique.

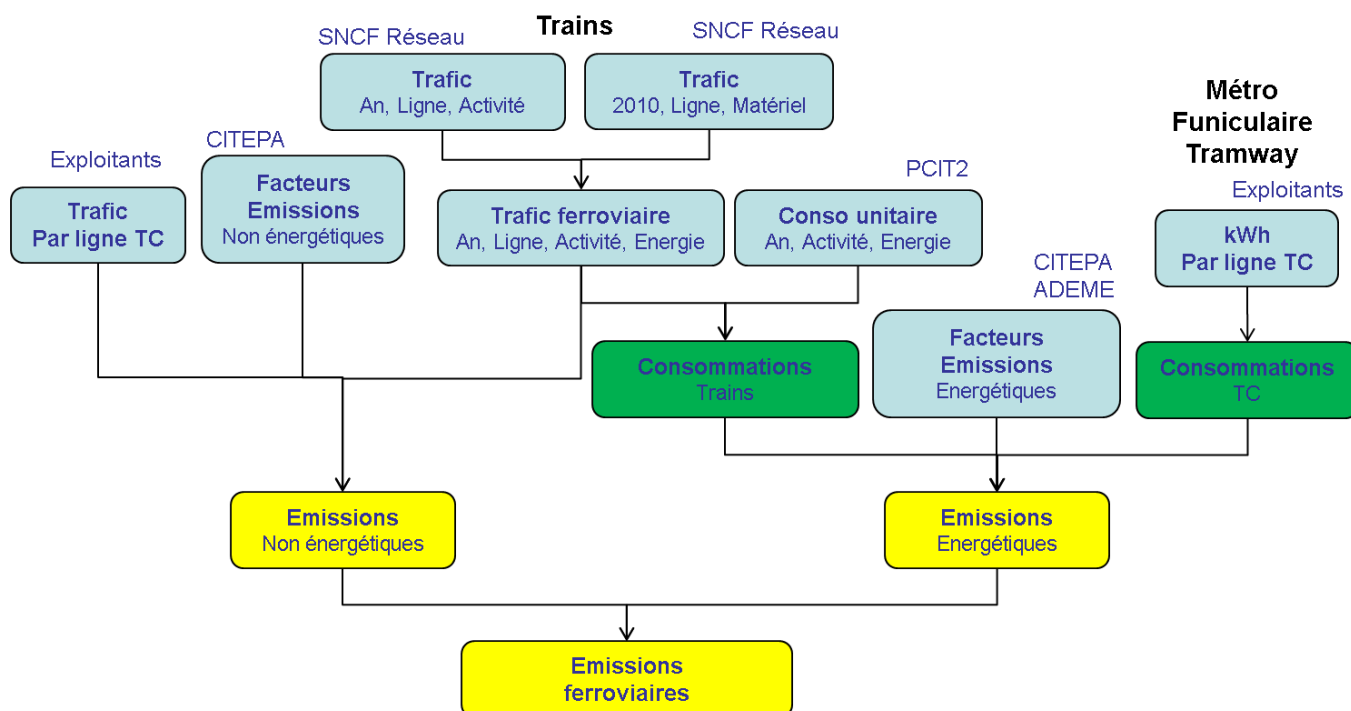


Figure 13 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire

Sont traités également dans ce secteur les transports en commun électriques (métro, tramway, trolleybus) pour lesquels les données de parc roulant, de kilométrage et de consommations d'énergie sont fournies par les exploitants.

Sources des émissions

Les sources d'émissions ferroviaires sont multiples :

- locomotives diesel circulant majoritairement sur les lignes non électrifiées ;
- usure des roues, rails et freins, à l'origine d'émissions de poussières ;
- usure des caténaires (lignes électrifiées), à l'origine d'émissions de poussières et cuivre.

Les principales sources de données utilisées sont les suivantes :

- Les volumes de trafic annuels par tronçon sont fournis par SNCF Réseau sur chaque section du réseau ferroviaire, avec distinction des activités (fret, grandes lignes/TGV et TER) ;
- Une étude détaillée réalisée par SNCF Réseau en 2009 permet de disposer d'informations relatives aux types de matériel roulant et d'en déduire la part des locomotives à traction électrique et diesel (certaines lignes électrifiées pouvant accueillir des locomotives diesel) ;
- Les consommations unitaires des locomotives diesel (moyenne pour tous les types de locomotives évoluant dans le temps) et électriques (valeur fixe dans le temps mais distinguant le fret, les grandes lignes et les TER) ont également été fournies par SNCF.

2.5.4 Industries

← ICPE

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs au secteur de l'industrie manufacturière.

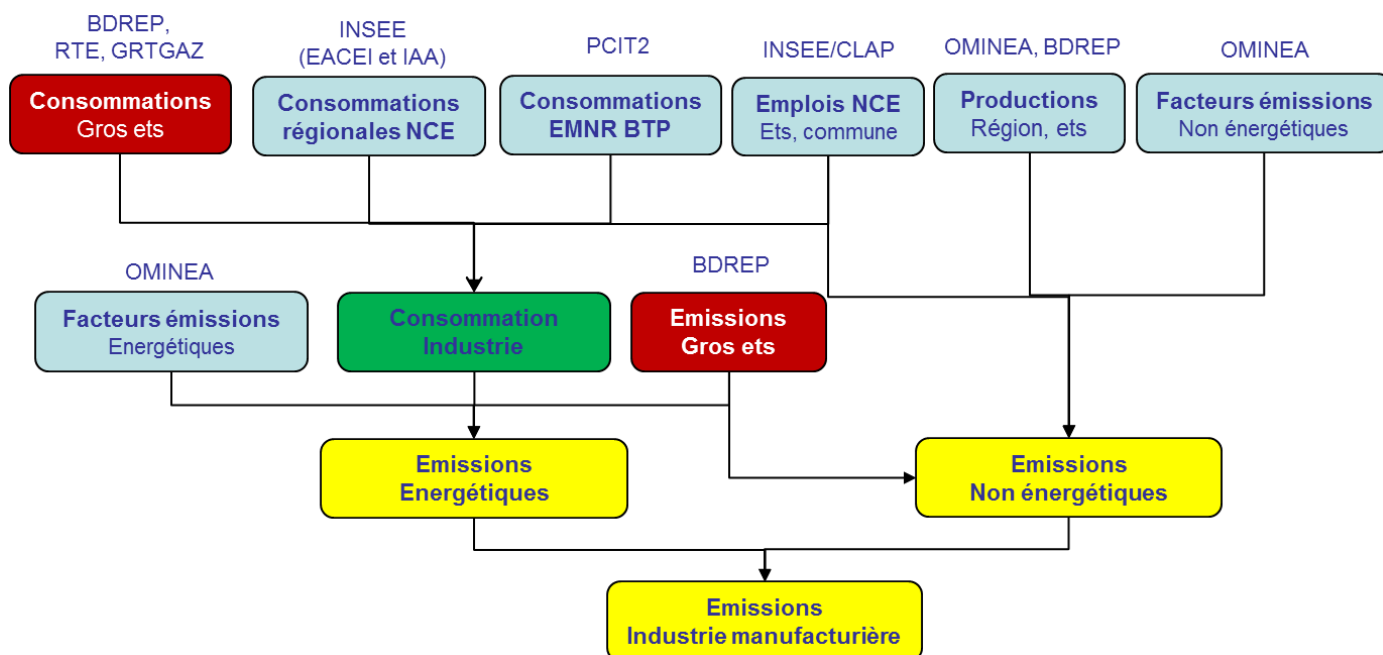


Figure 14 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière

Données d'entrée et méthodes de calcul

► Consommations et émissions énergétiques

Les données utilisées reposent majoritairement sur les données « réelles » pour les installations importantes des territoires :

- **BDREP** : les ICPE déclarent annuellement à l'Etat leurs consommations d'énergie (sauf électricité) et émissions de polluants (GES et Air), ces informations sont disponibles et complètes depuis 2005. Concernant les années antérieures (dans la perspective de la production d'un bilan consolidé 1990) :
 - Consommations d'énergie : aucune information avant 2003
 - Emissions de GES : aucune information avant 2000, certaines données avant 2005 étant partielles (par exemple CO₂ procédé non renseigné pour certains industriels)
 - Emissions de polluants locaux :
 - NO_x, SO₂ : bien renseigné depuis 1991 ;
 - PM, COVNM : partiellement renseigné depuis 1991 ;
- **RTE** : les consommations réelles d'électricité à l'IRIS, disponibles à l'échelle de l'IRIS en OpenData depuis 2012, sont associées manuellement au client industriel.
- **GRTGAZ** : les consommations réelles de gaz (à usage énergétique, voire en tant que matière première), disponibles à l'échelle de l'IRIS en OpenData depuis 2008, sont associées manuellement au client industriel. Elles viennent en complément des données BDREP.

Les enquêtes régionales EACEI et IAA de l'INSEE permettent d'estimer les consommations et émissions des autres établissements :

- Le solde de consommation régionale est obtenu par déduction entre les consommations régionales par NCE et les consommations régionales provenant de la grosse industrie ;

- Cette consommation est ensuite ventilée au prorata des salariés par regroupement NCE des activités

► Emissions non énergétiques

Les émissions d'origine non énergétique sont estimées à partir des données régionales de productions industrielles ventilées au prorata des emplois associés.

Pour plus d'informations : Se référer aux guides méthodologiques régionaux et PCIT mentionnés dans la section bibliographie.

► Hypothèses d'évolution des émissions 2018-2027

La moyenne des émissions 2014-2018 a généralement été considérée pour caractériser les émissions tendanciellées 2027.

← Carrières

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs aux émissions des carrières :

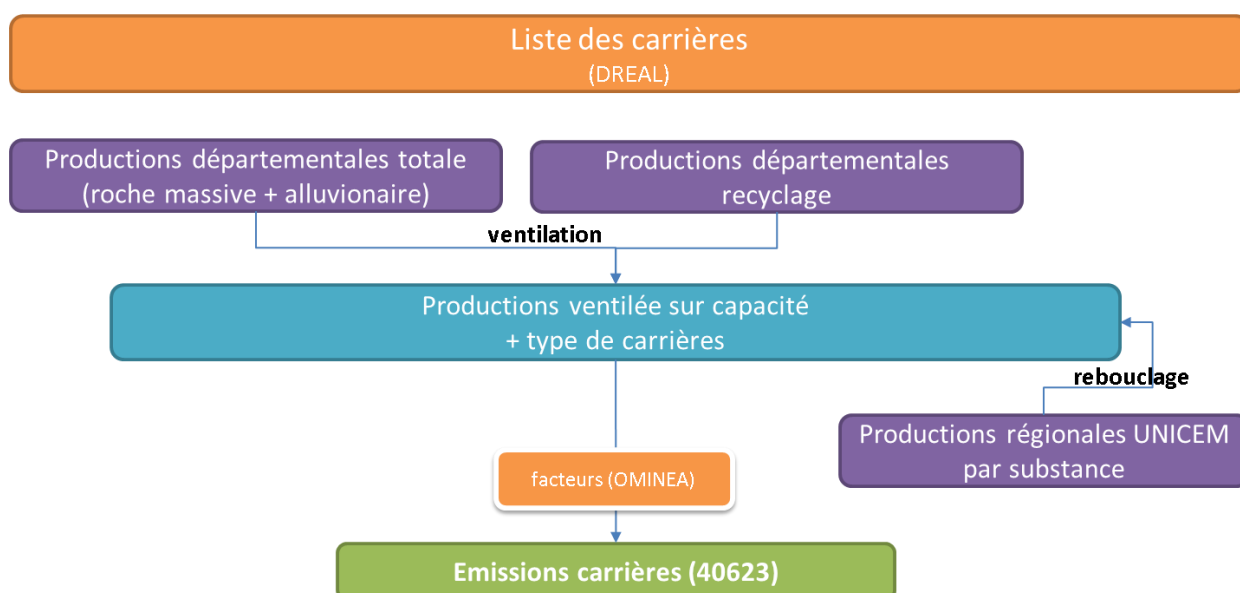


Figure 15 : Logigramme de calcul des émissions des carrières

Données d'entrée et méthodes de calcul

Les émissions des carrières sont calculées de deux manières :

- Pour les plus importantes d'entre elles, les émissions proviennent des déclarations BDREP.
- Pour les autres : on ventile les productions départementales de matériau au prorata des capacités de chacune des carrières (dont la liste a été établie avec la DREAL). Pour chaque carrière, on distingue le traitement de la roche massive de celui des alluvions (une quantité de matériaux recyclés est aussi calculée), les facteurs d'émissions associés à ces types de matériaux étant très différents. Dans le cadre des travaux du PPA, les quantités de matériaux par site ont été collectées pour l'année 2018, ce qui a permis d'ajuster les valeurs estimées antérieurement.

Le facteur d'émission national utilisé ne détaille pas les différentes activités émettrices. Une étude récente menée par Atmo Sud sur une de ses carrières permet de se faire une idée de la répartition des émissions de particules entre les principaux postes émetteurs.

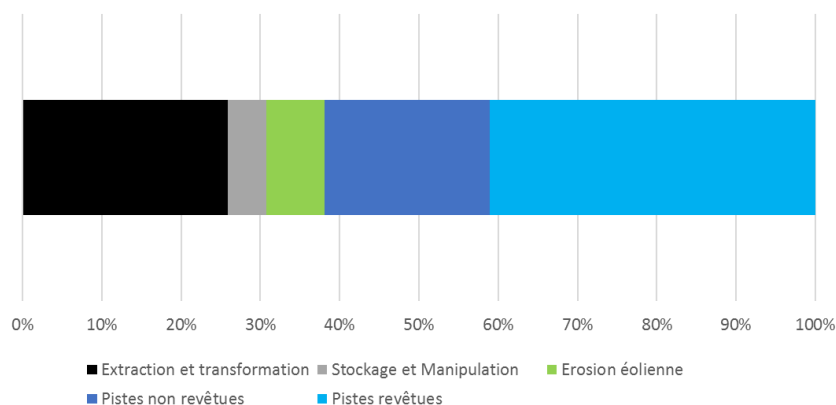


Figure 16 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière

Les émissions des carrières ont été considérées comme stables entre 2018 et 2027.

← Chantiers/BTP

Les émissions des chantiers/BTP proviennent de deux sources :

- Emissions issues des différentes opérations d'un chantier sans détail : démolition éventuelle, terrassement, disqueuse, perçage... Estimation à partir des surfaces de chantier issues des permis de construire SITADEL (habitations et locaux tertiaire/industrie) auxquelles est appliqué un facteur d'émission national exprimée en g/ha.
- Emissions des **engins de chantiers** : une consommation régionale de carburant (GPL et GNR) est estimée à partir des enquêtes régionales EACEI puis ventilée au prorata des surfaces communales de chantiers. Des facteurs d'émissions (annualisés pour tenir compte du renouvellement progressif du parc de véhicules) sont ensuite appliqués à ces consommations.

2.5.5 Agriculture

Les émissions agricoles sont d'origine :

- Énergétique : engins agricoles/sylvicoles et chauffage des bâtiments
- Non énergétique selon trois principales sources :

← Elevage

L'évaluation des émissions issues de l'élevage s'appuie sur :

- Des données communales par catégories de cheptel ;
- La répartition des déjections entre bâtiment et stockage ;
- La répartition des types de déjections animales.

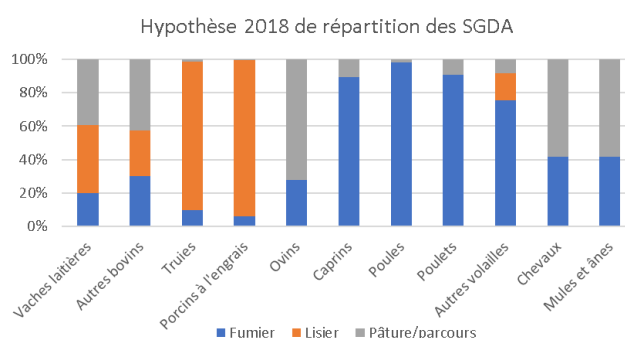


Figure 17 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel

← Epandage

Les épandages d'engrais organiques et minéraux sont réalisés au prorata des surfaces cultivées (terres arables, cultures permanentes et vergers) sans distinction des cultures (par manque d'informations précises).

Epandages minéraux : les quantités épandues s'appuient sur les ventes régionales de la campagne N-1/N réparties selon 8 catégories.

Epandages organiques : les quantités épandues sont calculées selon :

- Les quantités d'azote ammoniacal contenues dans les déjections épandues par catégorie animale et par type de déjection ;
- Les facteurs d'émission à l'épandage par catégorie animale et par type de déjection (EMEP/EEA) ;
- L'hypothèse que l'ensemble des déjections produites à l'échelle régionale sont épandues sur le territoire (ni import, ni export de déjections) ;
- Le type de matériel utilisé à l'échelle nationale pour l'épandage de lisier bovins et porcins et de facteurs d'ajustement (FA) par technique (d'après les enquêtes bâtiment nationales).

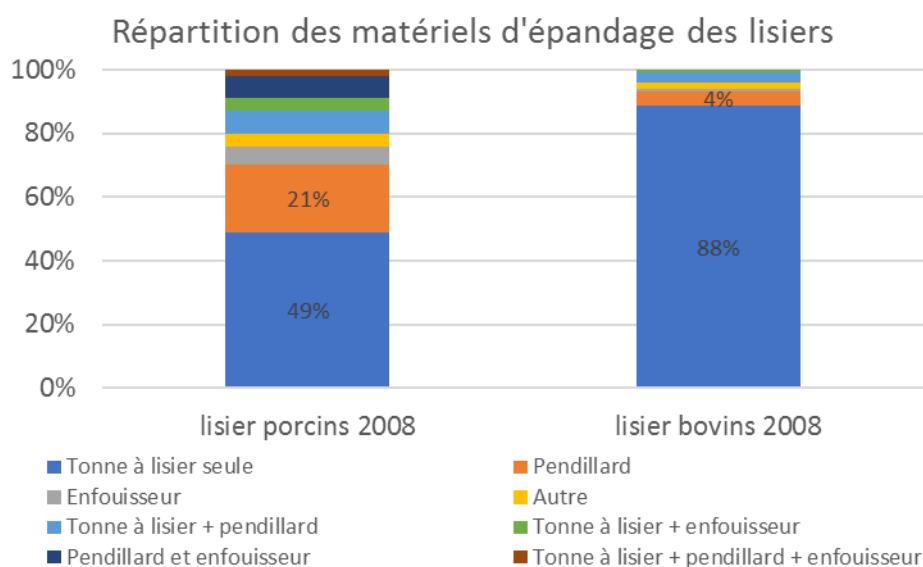


Figure 18 : Répartition des matériels d'épandage

← Brûlage de déchets agricoles

Diverses sources d'émissions sont à considérer pour le brûlage des déchets :

Les émissions liées à l'écobuage (brûlage des résidus de cultures au champ) dans le but de nettoyer une parcelle (débroussaillage par le feu), faciliter la préparation du lit de semence ou encore lutter contre les adventices ou contre la prolifération de certaines maladies, sont estimées à partir des quantités de matière sèche (MS) de résidus brûlés et de FE propres aux résidus de cultures. A noter que le brûlage des résidus est interdit en France, sauf dans le cas de dérogations préfectorales pour des raisons agronomiques ou sanitaires.

Les émissions liées au brûlage des sarments de vignes sont estimées à partir des tonnages régionaux de sarments brûlés (en tonnes ou en tonnes de matière sèche (MS) selon l'unité des FE) et de FE par polluant. Les tonnages régionaux de sarments brûlés sont évalués à partir :

- des surfaces en production de vignes départementales (SAA de l'Agreste),
- d'un ratio représentant la quantité de sarments produits par hectare de vigne,
- éventuellement d'un taux de MS lorsque le FE appliqué impose une conversion des tonnages en MS,
- d'une part brûlée de sarments et d'un facteur de combustion.

Les émissions liées au brûlage des films plastiques agricoles (films de serre, pour le paillage, l'enrubannage et l'ensilage) ne donnent lieu qu'à des émissions de CO₂, le CITEPA considérant comme négligeables les émissions de polluants atmosphériques. A noter que la part nationale de films plastiques brûlés est passée de 4% en 1990 à 0.8% en 2013, la quasi-totalité des plastiques agricoles n'étant plus brûlée conformément à la législation en vigueur.

2.5.6 Les principales sources d'émissions à l'échelle du périmètre d'étude

L'analyse des émissions développée ci-après prend en considération 6 polluants :

- les **NO_x**, les **PM_{2,5}**, les **PM₁₀** qui sont les polluants réglementés dont les concentrations dans l'air soulèvent encore une problématique importante sur l'agglomération grenobloise ;
- les **COVnm** et le **NH₃** qui représentent un enjeu dans le cadre des objectifs de réduction d'émissions fixés par le PREPA et qui constituent en outre des polluants primaires impliqués dans la formation d'autres polluants à enjeux pour le PPA ;
- les **SO_x** : polluant dont la concentration est réglementée, mais sans que ça ne pose de difficulté majeure sur le territoire grenoblois, et qui présente surtout un enjeu dans le cadre des objectifs de réduction d'émissions fixés par le PREPA.

Concernant les autres polluants réglementés :

- l'ozone, polluant secondaire et donc non-émis directement par les activités humaines, est traité dans la partie concernant les concentrations ;
- le monoxyde de carbone (CO), le benzo-(a)-pyrène (B-[a]-P), le benzène C₆H₆ et les métaux lourds (plomb, nickel, arsenic, cadmium, mercure) ne présentent pas ou plus d'enjeux, en ce qu'ils respectent assez largement les valeurs limites réglementaires ou/et les valeurs cibles sur le périmètre d'étude considéré. Les données mesurées pour attester ce constat sont en outre disponibles sur le site internet d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes sur les pages suivantes : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/donnees/acces-par-station> et <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/acces-aux-mesures-differees>

Les polluants émis sur le périmètre d'étude du PPA représentent en 2017 environ 10 100 tonnes pour les NO_x, 2 900 tonnes pour les PM₁₀ et 2 300 tonnes pour les PM_{2.5}.

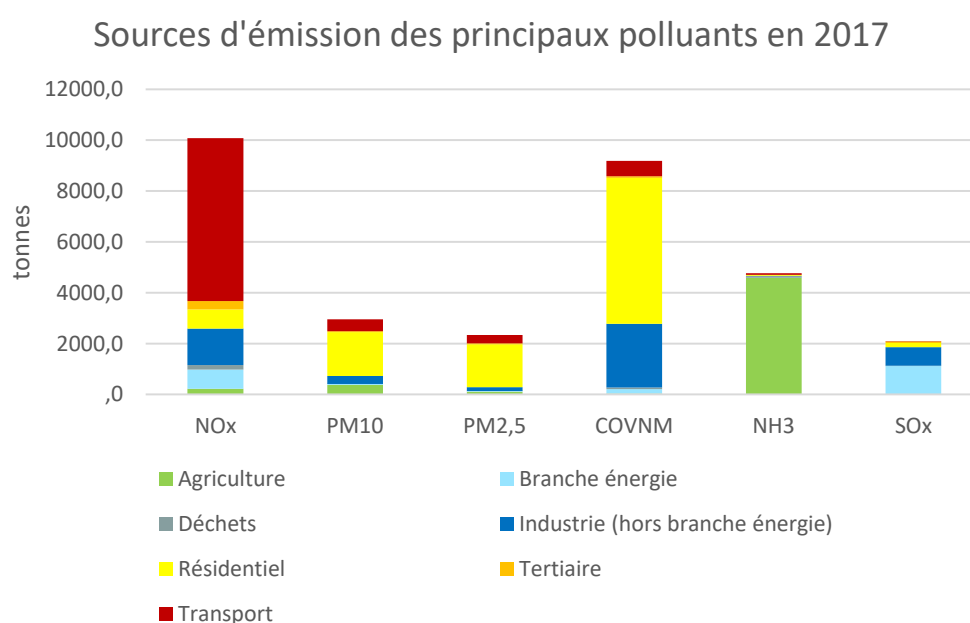


Figure 19 Quantité et origine des émissions des principaux polluants

NB : Le secteur de la production d'énergie regroupe entre autres : le chauffage urbain et les chaufferies associées, les raffineries, les UIOM/ISDND/méthaniseurs (avec valorisation énergétique), les centrales thermiques, les centrales nucléaires. Chacun de ces sites est considéré dans l'inventaire comme une source ponctuelle et est traité individuellement.

Les sources d'émissions varient selon les polluants.

Pour les NOx, environ 60% sont émis par le transport routier ; le deuxième secteur le plus émetteur mais avec une part moindre (15%) est l'industrie.

Pour les PM10, près des deux tiers proviennent du secteur résidentiel. La contribution de ce secteur monte à trois quarts pour les émissions de PM2.5. L'origine des émissions de particules du secteur résidentiel est principalement le chauffage bois des particuliers. Les autres secteurs émetteurs de particules sont le transport (14% des PM10 et 16% des PM2.5) et l'industrie (12% des PM10 et 7% des PM2.5).

Les émissions anthropiques de composés organiques volatils non méthaniques (COVNM précurseurs de l'ozone), sont principalement émis par le secteur résidentiel via le chauffage au bois et l'usage de produits domestiques émetteurs de COV. Ce secteur représente ainsi 63 % des émissions en 2017, le second contributeur majeur en COVNM est l'industrie avec 29% des émissions (dont 2% pour la branche énergie).

Les émissions d'ammoniac (NH3) relèvent pour la quasi-totalité du secteur agricole.

Quant aux émissions d'oxydes de soufre, elles proviennent du secteur énergétique en premier lieu ainsi que du secteur industriel.

← Analyse des émissions par secteur

TRANSPORTS : le secteur des transports est le principal émetteur de NOx sur la zone d'étude, dont environ 90 % sont imputables aux véhicules diesel. Sur l'agglomération grenobloise, les contributions de ce secteur sont plus élevées pour les particules et le monoxyde de carbone.

RESIDENTIEL : le chauffage individuel au bois est l'émetteur majoritaire de particules et de monoxyde de carbone (il représente environ les deux tiers des émissions de PM2,5 sur ces territoires). Les autres polluants sont beaucoup moins importants, mais en raison du chauffage au fioul et au gaz, le secteur résidentiel peut tout de même contribuer aux émissions de dioxyde de soufre.

TERTIAIRE : le secteur tertiaire impacte peu les émissions de polluants dans ces territoires.

INDUSTRIE/ENERGIE/DECHETS : ce secteur impacte surtout les émissions de SO2 dont il est le contributeur majoritaire (environ 90% sur le territoire). Cette contribution est un peu plus faible sur la métropole grenobloise.

AGRICULTURE : les émissions polluantes agricoles sont relativement modérées dans le département de l'Isère, avec une contribution inférieure à 15% pour tous les polluants considérés. La part de ce secteur est plus marginale dans la métropole grenobloise où les activités de culture et d'élevage sont très peu implantées. Mais on peut noter que le secteur agricole est quasiment le seul contributeur pour les émissions d'ammoniac.

2.5.7 Evolution des émissions depuis 2000

Depuis les années 2000, les émissions de polluants sont en diminution sur l'ensemble du périmètre d'étude.

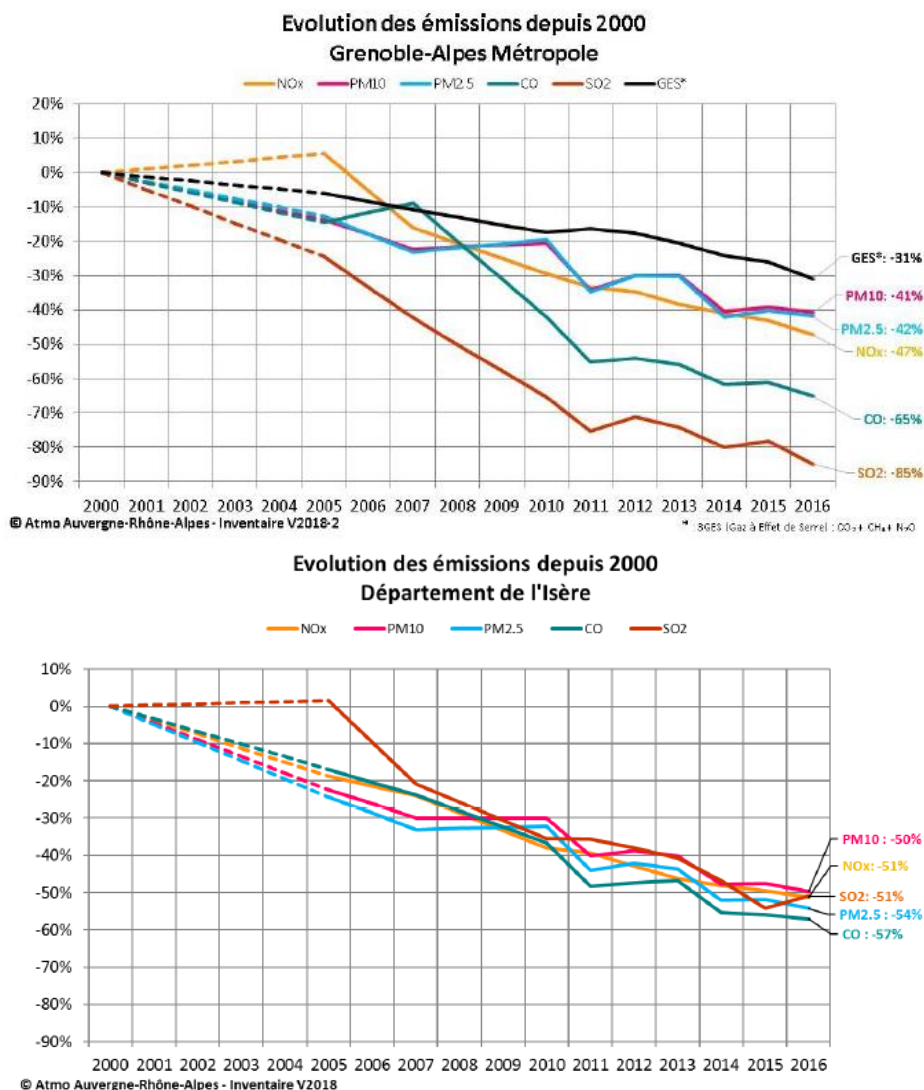


Figure 20 : Evolution des émissions des principaux polluants sur la métropole grenobloise et sur le département de l'Isère

Les principaux facteurs d'évolution sont les mêmes pour la métropole et le reste du département (évolutions réglementaires des émissions industrielles, amélioration de l'efficacité énergétique des logements et des chaudières et renouvellement des parcs de véhicules) mais la contribution aux émissions de chaque secteur (transport, industrie, résidentiel...) peut varier d'une zone à l'autre.

Ainsi, la baisse plus marquée des émissions de SOx sur la métropole de Grenoble peut s'expliquer notamment par les nombreuses améliorations apportées aux installations industrielles sur ce territoire notamment en application de la directive européenne IED.

Evolution des émissions de NOx

La baisse significative observée depuis 2000 est surtout liée aux secteurs de l'industrie et du transport routier. La diminution des émissions industrielles, principalement entre 2005 et 2010, est en grande partie imputable à une efficacité grandissante des technologies de dépollution (en lien avec la réglementation).

La diminution des émissions du transport routier (en raison du renouvellement du parc automobile) est en partie contrebalancée par l'augmentation des distances parcourues.

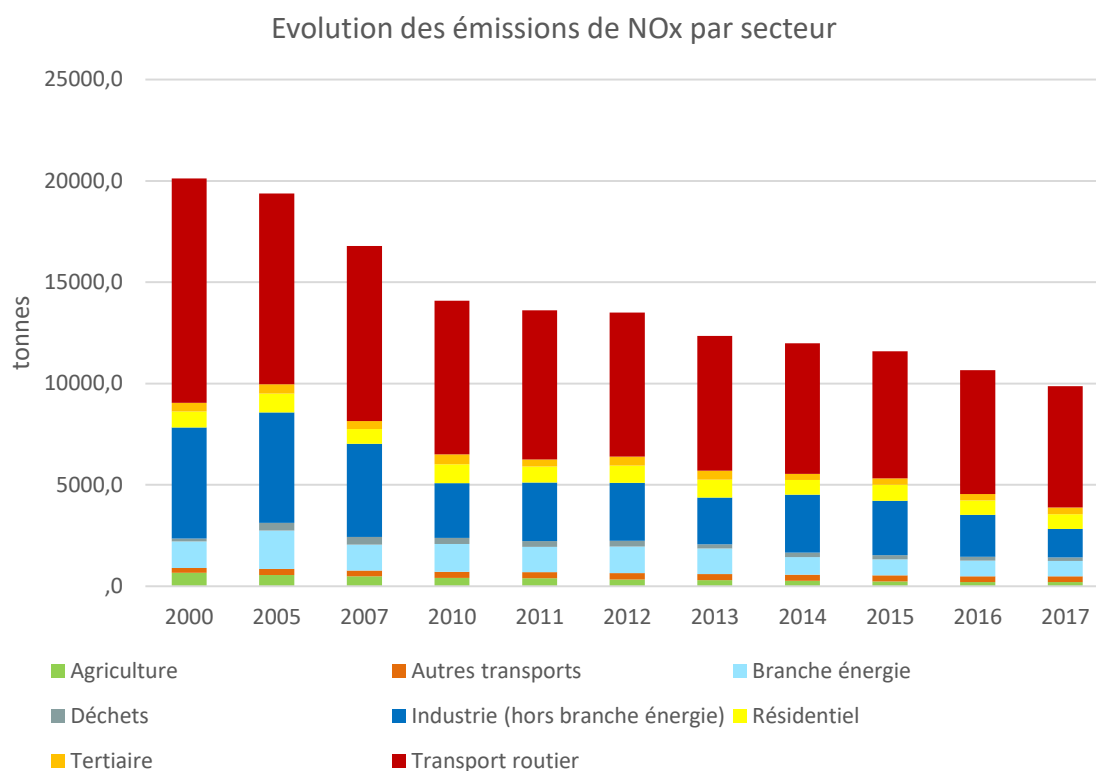


Figure 21 : Evolution des émissions de NOx par secteur sur le périmètre d'étude du PPA

Evolution des émissions de PM10 et PM2.5

La baisse observée sur plusieurs années est imputable au secteur résidentiel (renouvellement progressif des appareils individuels de chauffage au bois, amélioration de l'efficacité énergétique des logements mais augmentation des surfaces), au transport routier (renouvellement du parc automobile, avec la généralisation des filtres à particules à l'ensemble des véhicules diesel neufs à partir de 2011), au secteur industriel (sévérification des normes relatives aux rejets es ICPE, application de la directive IED et mise en œuvre des Meilleures Techniques Disponibles MTD).

A cette tendance à la baisse sur le long terme viennent s'ajouter des fluctuations annuelles en lien direct avec les variations de la rigueur climatique, qui conditionnent les besoins en chauffage et les consommations de combustible associées, en particulier le bois de chauffage. C'est ainsi que les émissions ont été plus fortes en 2010 par exemple, année marquée par un hiver plus froid.

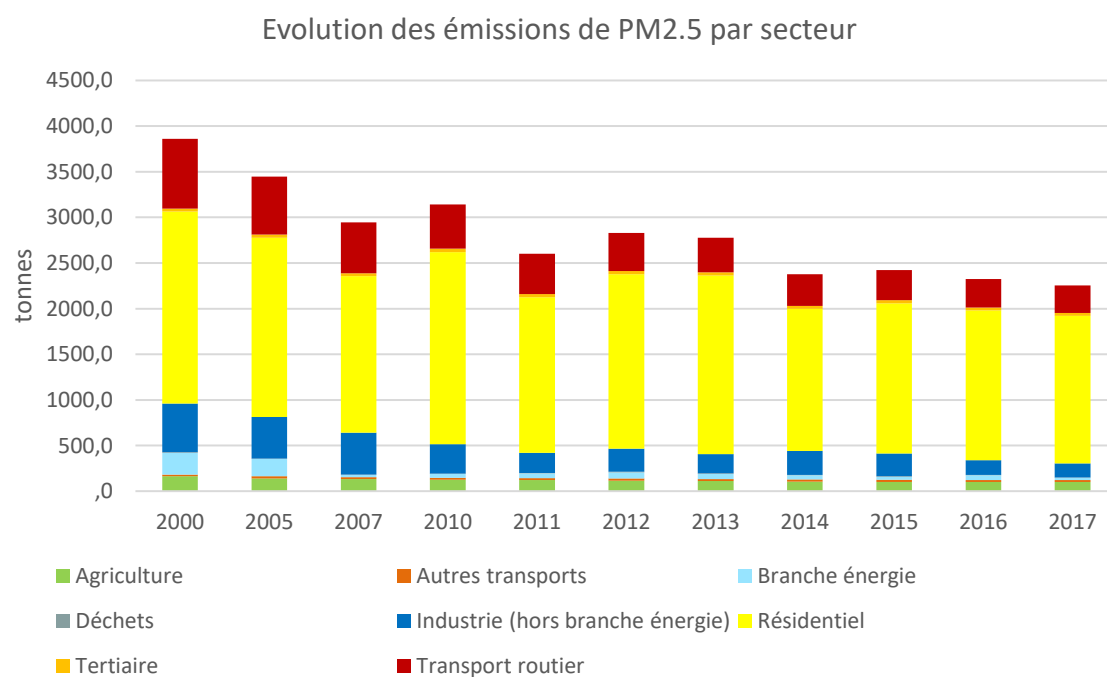
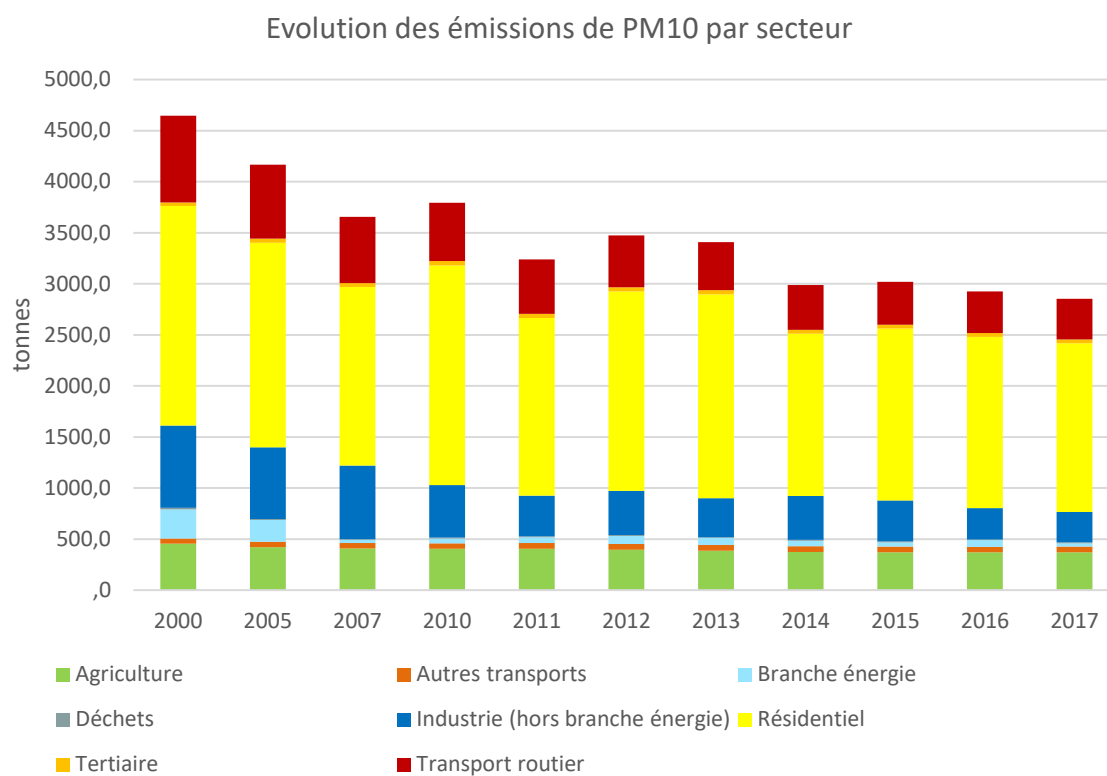


Figure 22 : Evolution des émissions de PM₁₀ et PM_{2.5} par secteur sur le périmètre d'étude du PPA

Evolution des émissions de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM)

Les émissions de COVNM ont connu une forte diminution au cours des années 2000 notamment du fait de la baisse des émissions du secteur des transports et de l'industrie. Cependant, depuis 2014, ces émissions évoluent peu.

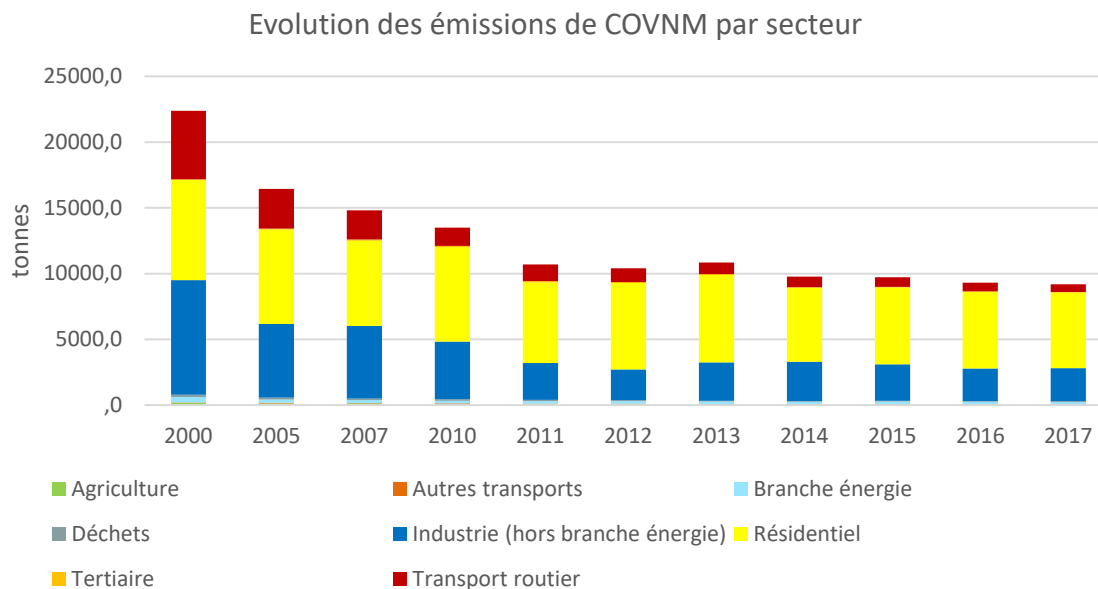


Figure 23 : Evolution des émissions de NH₃ par secteur sur le périmètre d'étude du PPA

Evolution des émissions d'ammoniac NH₃

Les émissions d'ammoniac sur la zone d'étude présentent une variabilité annuelle mais évoluent peu d'une année sur l'autre et restent pour la quasi-totalité en provenance du secteur agricole.

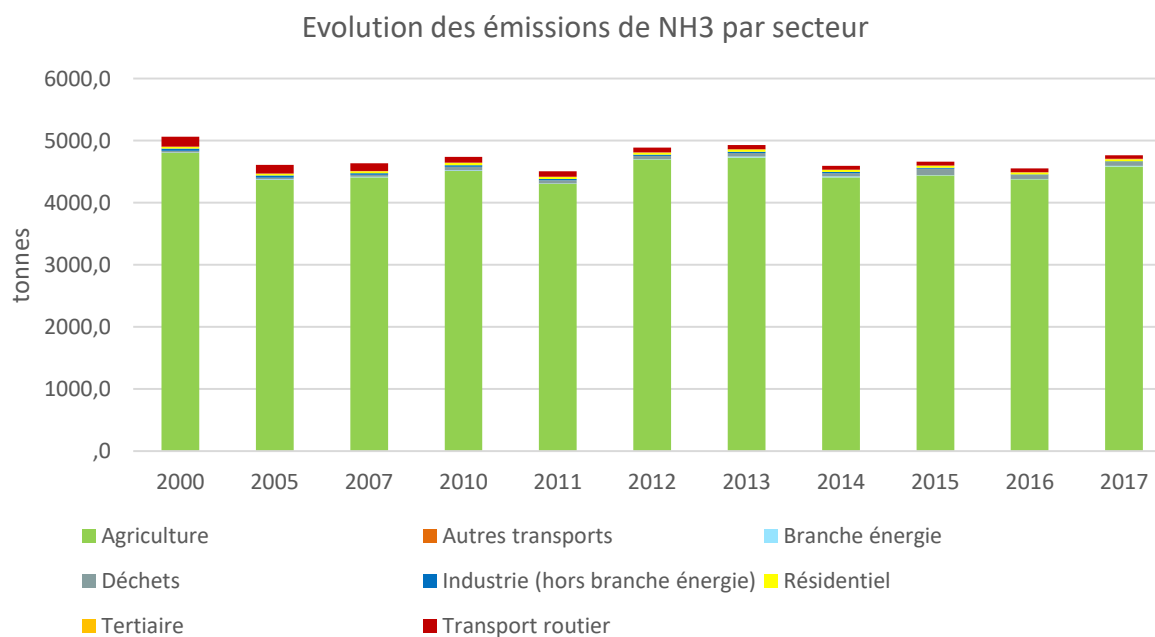


Figure 24 : Evolution des émissions de NH₃ par secteur sur le périmètre d'étude du PPA

Evolution des émissions des autres polluants

- 1 Pour le monoxyde de carbone, la baisse des émissions est consécutive à des gains réalisés sur les secteurs résidentiel et transports routiers, en particulier grâce à l'amélioration technologique des systèmes de chauffage (rendement) et des véhicules routiers.
- 2 Pour le SO₂, la baisse initiée en 2005 est moins marquée depuis 2009, ce qui est majoritairement lié à la diminution des émissions de l'industrie et des transports routiers, en raison du renforcement de nombreuses réglementations (telles que la réduction de la teneur en soufre des combustibles ou à des limitations réglementaires plus sévères). Cette diminution est cependant irrégulière.

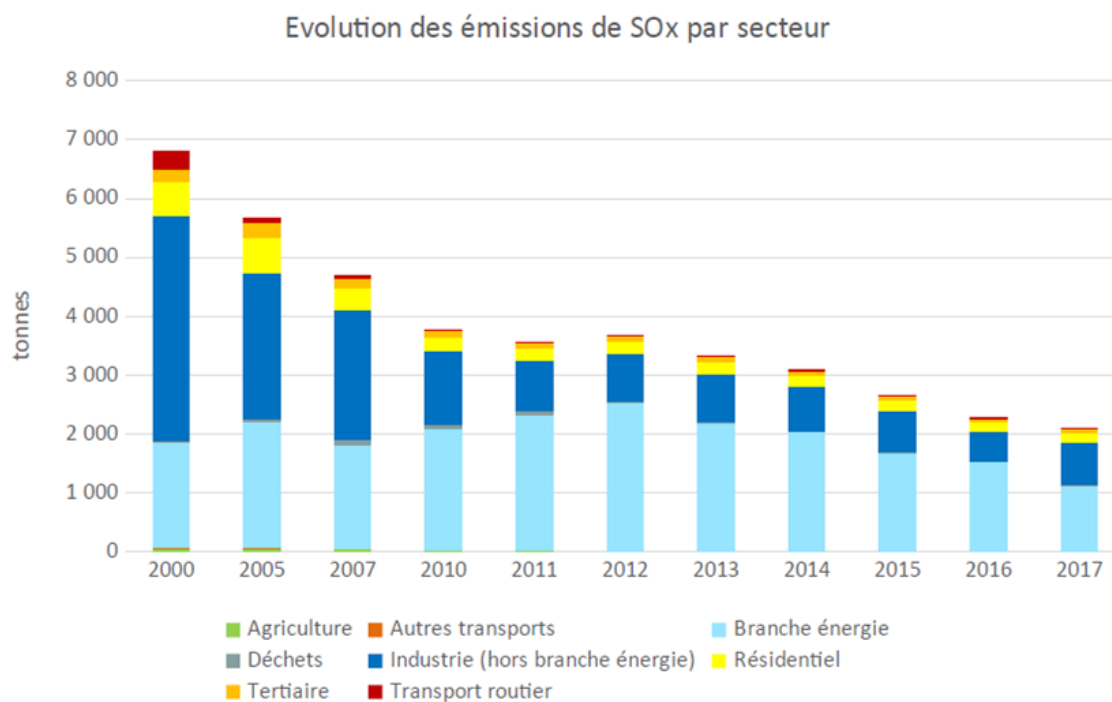


Figure 25 : Evolution des émissions de SOx par secteur sur le périmètre d'étude du PPA

2.5.8 Analyse par EPCI des émissions

La figure ci-dessous présente la contribution des EPCI pour chacun des polluants d'intérêt pour le PPA.

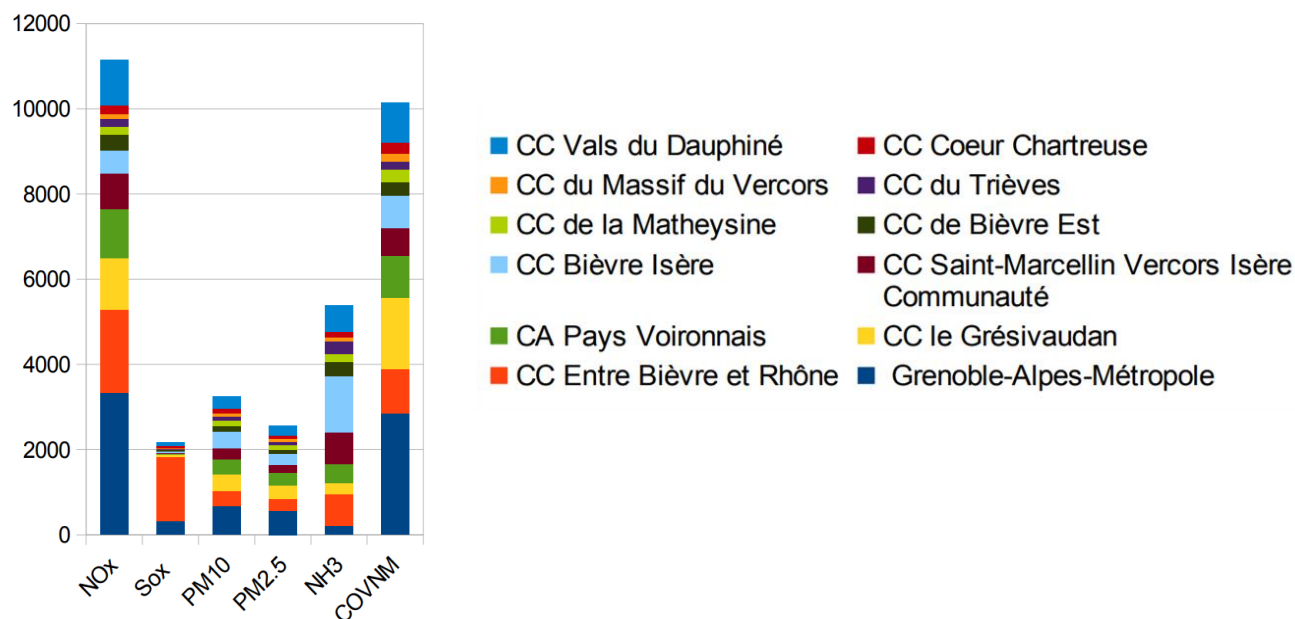


Figure 26 : Répartition des émissions de polluants par EPCI pour l'année 2017

Pour les **NOx**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emissions 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Grenoble-Alpes-Métropole	3731	CA du Pays Voironnais	1188
CC Entre Bièvre et Rhône	2435	CC Vals du Dauphiné	1078
CC le Grésivaudan	1225	CC Saint-Marcellin Vercors Isère Communauté	826

Pour les **SOx**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
CC Entre Bièvre et Rhône	1 496	CC Coeur de Chartreuse	78
Grenoble-Alpes-Métropole	327	CC le Grésivaudan	53
CC Vals du Dauphiné	78	CC Bièvre Isère	38

Pour les **PM₁₀**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emissions 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Grenoble-Alpes-Métropole	678	CC Entre Bièvre et Rhône	360
CC le Grésivaudan	382	CA du Pays Voironnais	358
CC Bièvre Isère	378	CC Vals du Dauphiné	291

Pour les **PM_{2,5}**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Grenoble-Alpes-Métropole	562	CC Entre Bièvre et Rhône	273
CC le Grésivaudan	331	CC Bièvre Isère	250
CA du Pays Voironnais	290	CC Vals du Dauphiné	236

Pour le **NH₃**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emission 2018 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
CC Bièvre Isère	1266	CC Vals du Dauphiné	626
CC Saint-Marcellin Vercors Isère Communauté	704	CA du Pays Voironnais	419
CC Entre Bièvre et Rhône	683	CC de Bièvre Est	306

Pour les **COVNM**, les principaux EPCI contributeurs sont les EPCI suivants :

EPCI	Emission 2018 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Grenoble-Alpes-Métropole	2789	CA du Pays Voironnais	1009
CC le Grésivaudan	1 663	CC Vals du Dauphiné	946
CC Entre Bièvre et Rhône	1055	CC Bièvre Isère	776

Les émissions de polluants proviennent principalement de six EPCI : Grenoble-Alpes Métropole, Entre Bièvre et Rhône, le Grésivaudan, le Pays Voironnais, Vals du Dauphiné et Bièvre Isère.

Grenoble-Alpes Métropole est le principal EPCI émetteur de polluants pour les NO_x, les particules PM₁₀ et PM_{2,5} ainsi que les COVNM. Les SO_x sont principalement émis sur le territoire de la CC entre Bièvre et Rhône du fait du pôle industriel présent sur ce territoire. Enfin le principal EPCI contributeur aux émissions de NH₃ est la CC Bièvre Isère.

Les 3 EPCI Cœur de Chartreuse, Massif du Vercors et la Matheysine sont systématiquement moins contributeurs aux émissions que les autres EPCI du territoire. On peut également noter que l'EPCI du Trièves contribue très modérément aux émissions.

3.6 Evaluation de la qualité de l'air à l'échelle du périmètre d'étude

En complément de ces analyses des niveaux d'émissions des différents polluants atmosphériques, il est utile d'analyser l'évolution des concentrations de ces polluants qui sont plus directement révélatrices de la qualité de l'air sur le territoire. Les analyses présentées ci-après portent sur les différents polluants dont les concentrations représentent un enjeu pour le PPA3 : les NO_x, les PM₁₀ et PM_{2,5} ainsi que l'ozone (O₃).

Dans un souci de cohérence entre les différents travaux portés par Atmo Auvergne Rhône Alpes, l'évaluation est figée à l'année 2017. En effet, 2017 sert d'année météorologique de référence pour l'évaluation *ex ante* du PPA. Il convient de préciser que les années 2018 à 2020 ont été marquées par une amélioration de la qualité de l'air, notamment en lien avec des conditions météorologiques plus favorables (hiver peu prononcé, périodes de chaleur courte, printemps perturbés).

3.6.1 Présentation des outils de modélisation

Méthodologie

La chaîne de modélisation des concentrations utilisée intègre plusieurs échelles spatiales. En effet, la méthode développée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes combine les résultats de modèles à l'échelle de la région et à fine échelle (10 mètres).

Cette méthode a évolué vers une approche permettant d'améliorer significativement l'association des deux échelles et sa comparaison avec les mesures disponibles dans le réseau de l'observatoire régional. Ces améliorations progressives ont été entreprises au cours des dernières années à travers différents axes de travail comme :

- des améliorations du cadastre des émissions (recensement du parc local de chauffage au bois, spatialisation des émissions, mises à jour des facteurs d'émissions, ...),
- des tests de sensibilités de modélisation et de post-traitements de modélisation réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes,
- des mises à jour régulières des modèles utilisés par les équipes de recherche comme l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), le Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), l'Ecole Centrale de Lyon (ECL), le National Center for Atmospheric Research (NCAR) et National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

Les modèles utilisés dans l'approche par modélisation prennent en compte de nombreux paramètres afin de caractériser au mieux la qualité de l'air en tout point du territoire: les conditions météorologiques, les émissions polluantes (dont celles du trafic de proximité), la description des rues et du bâti, les mesures de polluants sur le terrain, les processus chimiques, ...

Réalisation des cartographies

La première étape est un calcul utilisant des modèles régionaux et géostatistiques. Il s'agit d'une spatialisation des polluants à l'échelle régionale dite « de fond », c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre.

Cette approche utilise tout d'abord le modèle météorologique WRF2 (pour calculer les conditions météorologiques), puis le modèle de chimie transport CHIMERE3 (pour modéliser le transport atmosphérique des polluants).

Une étape d'adaptation géostatistique (appelée krigeage) est ensuite effectuée afin de « redresser » la carte de concentration avec les concentrations mesurées à l'emplacement des stations du réseau d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

La seconde étape est réalisée à l'échelle locale et utilise le modèle de transport atmosphérique en milieu urbain SIRANE4, développé par l'Ecole Centrale de Lyon. A ce stade, la dispersion de polluants due aux émissions issues du transport et des plus grandes sources ponctuelles industrielles est modélisée à une échelle fine (10 m).

² WRF : National Center for Atmospheric Research <http://www.wrf-model.org/>

³ CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>

⁴ Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P, Didier D, Rios I. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; PART II, validation of the model on a real case study. *Atmos Environ*. 2012 Mar; 49(0): 320.37.

Les cartographies de pollution atmosphérique à haute résolution (10m) sont alors calculées en combinant la cartographie de l'échelle locale avec la cartographie de fond.

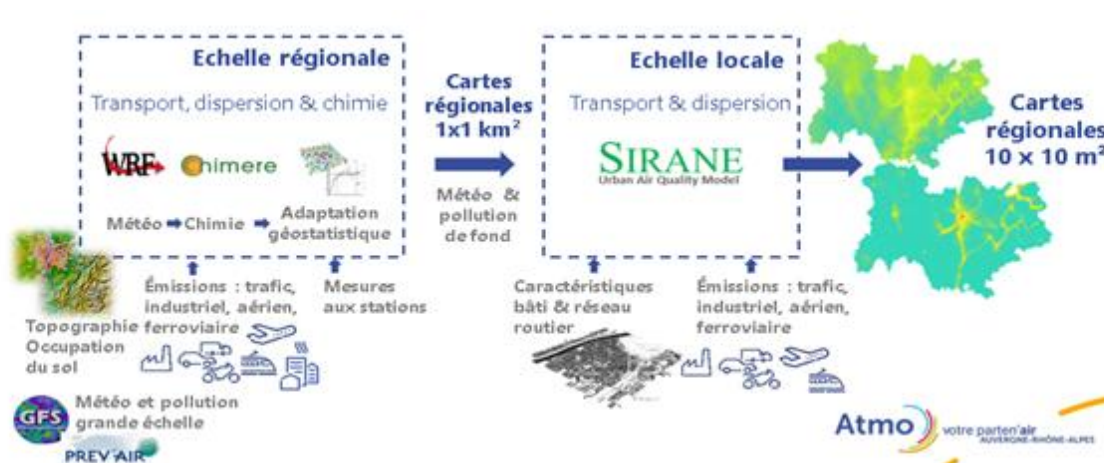


Figure 27 : Chaîne de modélisation régionale

Cet outil de modélisation a été appliqué aux différents scénarii du projet. À chaque scénario correspond un nouveau cadastre des émissions, une mise à jour du réseau routier et une météorologie fixe qui constituent un nouveau jeu de données d'entrées.

Calcul de l'exposition des populations

Le calcul de l'exposition est réalisé en croisant les cartes de concentrations de polluants à une résolution de 10 mètres avec la répartition spatiale des populations résidentes.

Le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air a fourni une couche de bâtiments dans lesquels figurent les populations résidentes pour l'année 2016 selon une méthodologie décrite dans la note « Méthodologie de répartition spatiale de la population »⁵.

La population par bâtiment est ensuite projetée sur la grille de 10 m de résolution servant à la modélisation. Cela permet de croiser, en chaque point du territoire, la population et la concentration de polluants et d'en déduire les niveaux d'exposition de la population, ainsi que le nombre d'habitants exposés au-dessus d'un seuil.

⁵Le détail de la méthodologie est disponible à partir de cette page : https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-152374-01704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf

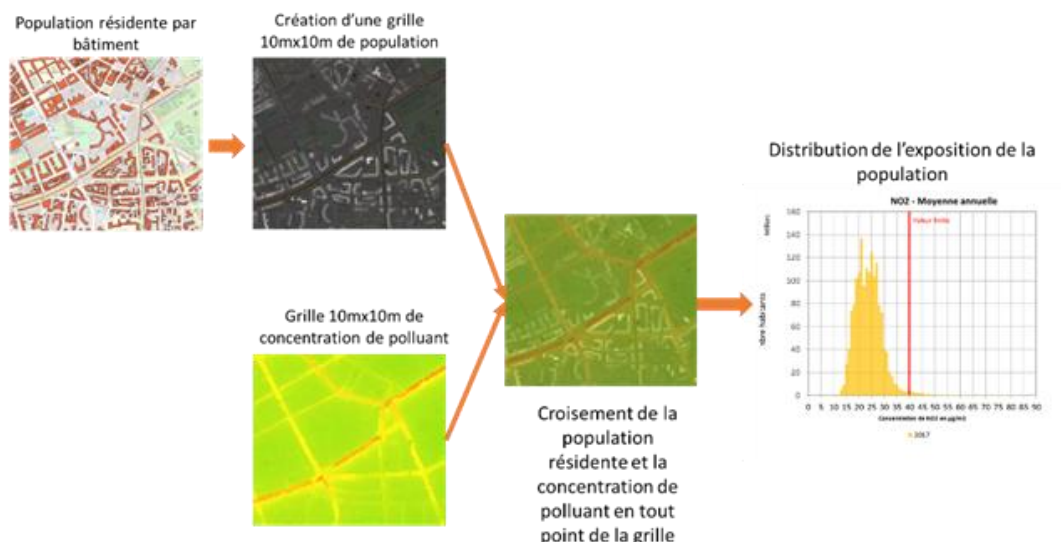


Figure 28 : Schéma de calcul de l'exposition de population

3.6.2 Le dioxyde d'azote

Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour le NO₂

Ce paragraphe présente l'évolution des niveaux de concentration en NO₂ mesurés en proximité trafic et en fond urbain/périurbain sur le périmètre d'étude.

Sur le périmètre de l'aire d'étude, deux stations sont en dépassement : les grands boulevards et le Rondeau à Grenoble.

La valeur limite (40 µg/m³) est dépassée tous les ans sur les sites trafics de la métropole grenobloise. Ces stations présentent une tendance légère (mais relativement continue) à la baisse. Les valeurs atteintes aujourd'hui sont proches des valeurs limites annuelles.

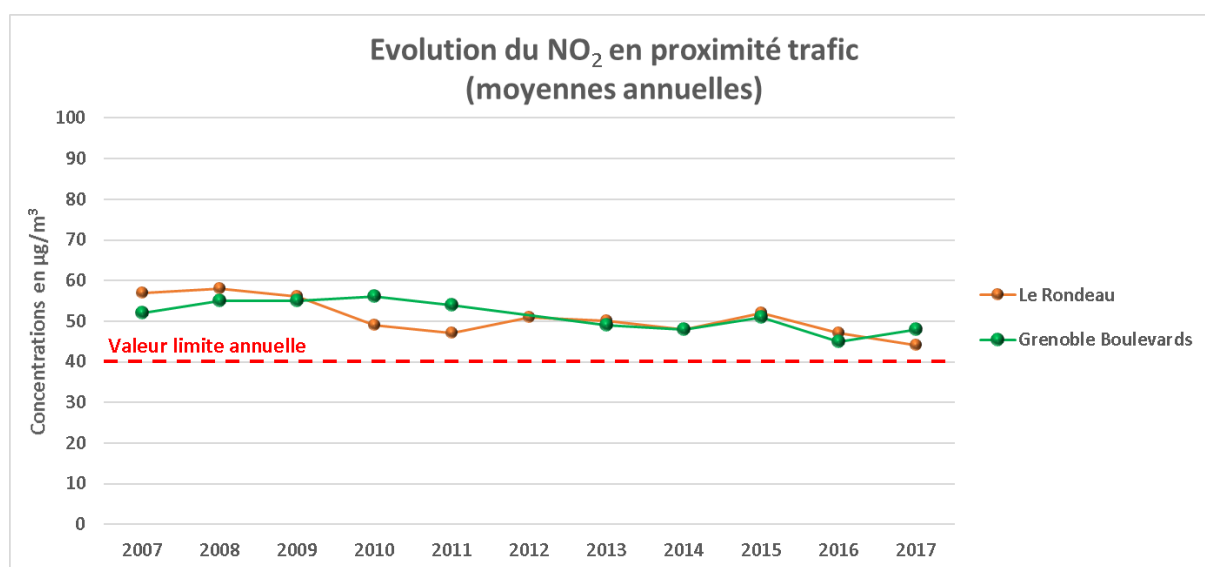


Figure 29 : Historique des moyennes annuelles en NO₂ en proximité de trafic

Concernant les stations implantées en situation de fond urbain/périurbain et renseignant sur le niveau moyen en NO₂ sur l'agglomération grenobloise, les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire. Même si on observe une diminution relativement faible des niveaux de concentrations, elle est régulière sur l'ensemble de la période.

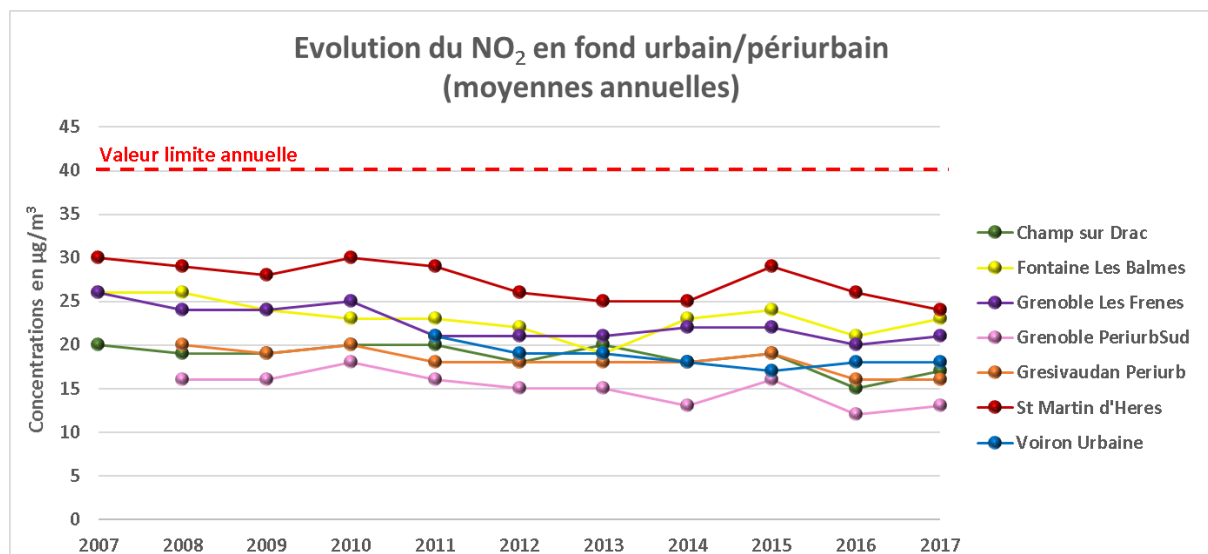


Figure 30 : Historique des moyennes annuelles en NO₂ en situation de fond

Modélisation des concentrations annuelles en NO₂ à l'échelle du territoire pour l'année de référence

Un modèle est un outil complémentaire à la mesure et aux inventaires d'émissions de polluants. Il permet d'estimer les concentrations de divers polluants en tout point d'un domaine géographique donné, pour des périodes passées, présentes ou futures.

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentrations annuelles en NO₂ modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017, avec une valeur limite réglementaire annuelle à 40 µg/m³.

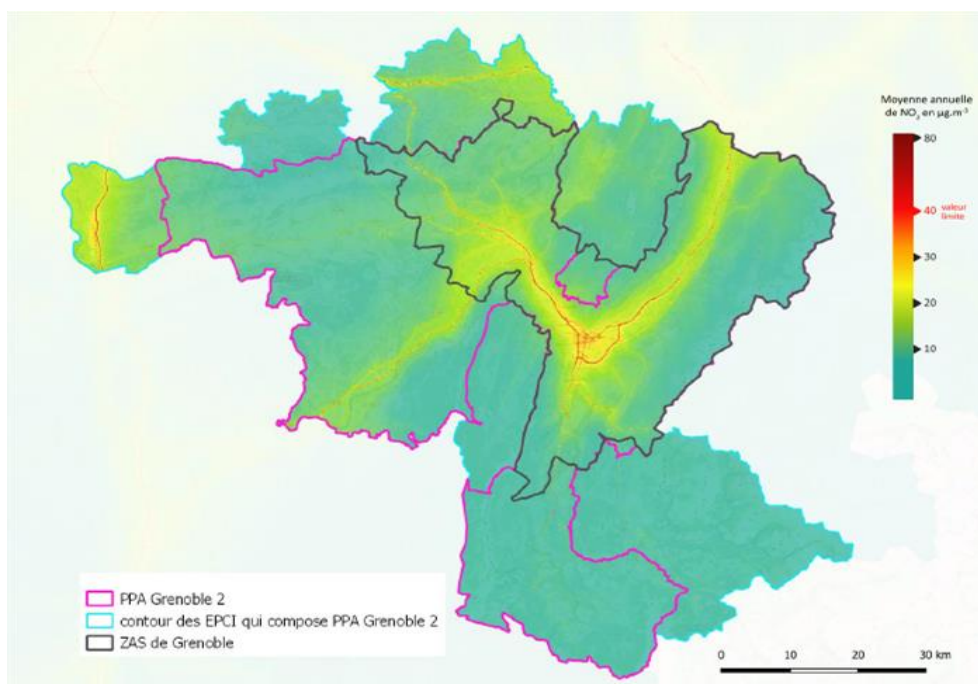


Figure 31 : Concentrations annuelles en NO₂ en 2017

Le NO₂ étant très lié aux émissions routières, ce polluant pose des problèmes réglementaires uniquement en bordure de grandes voiries. Sur le périmètre d'étude du PPA, environ 3 500 personnes sont exposées à des niveaux supérieurs à la valeur limite annuelle; 80% résidant au sein de la métropole grenobloise.

Dépassements des seuils pour le NO₂ et exposition des populations par EPCI

En 2017, l'exposition des populations à des dépassements de la valeur limite annuelle (40 µg/m³) se concentre dans la métropole grenobloise où près de 2 800 habitants sont exposés à ces dépassements. Le deuxième EPCI le plus exposé est celui de la Communauté d'Agglomération du Pays Voironnais avec environ 250 habitants exposés à ces dépassements.

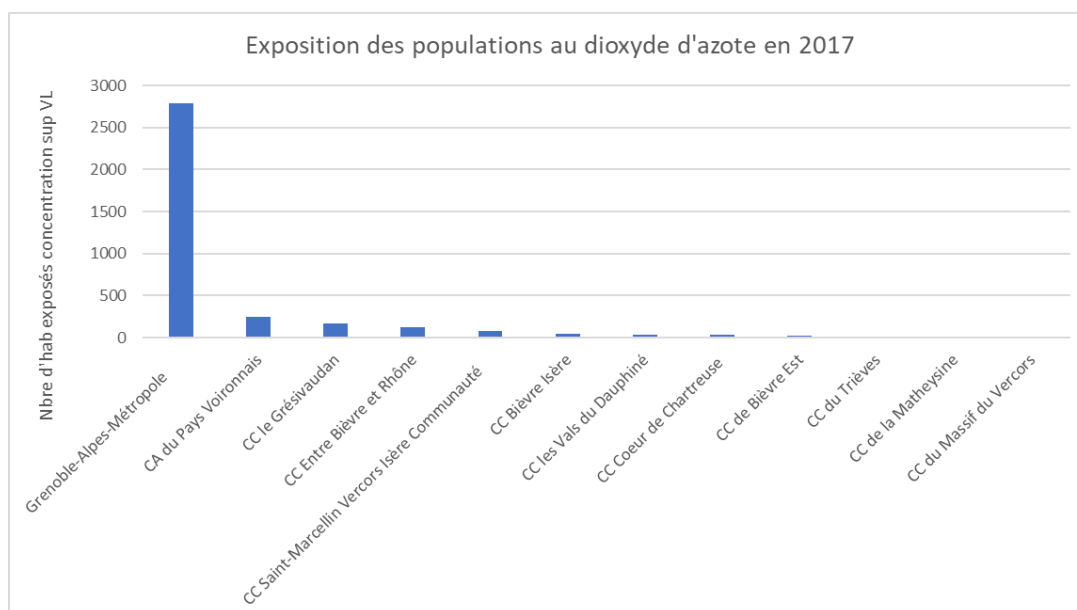


Figure 32 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017

3.6.3 Les particules PM10

Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour les PM10

Ce paragraphe présente l'évolution des niveaux de concentration en PM₁₀ mesurés en proximité trafic et en fond urbain/périurbain sur le périmètre d'étude.

Depuis 2007, les niveaux de particules fines sont en baisse régulière, que ce soit en zone urbaine ou le long des axes de circulation : la valeur limite annuelle est respectée depuis plusieurs années. Mais ce n'est encore pas le cas pour le seuil recommandé par l'OMS 2005, en particulier pour les zones proches des voiries.

Cependant depuis 2014, les concentrations sur tous les sites de fond urbain et périurbain restent au niveau du seuil préconisé par l'OMS en 2005, et sont même égales ou inférieures au seuil pour les années 2016 et 2017.

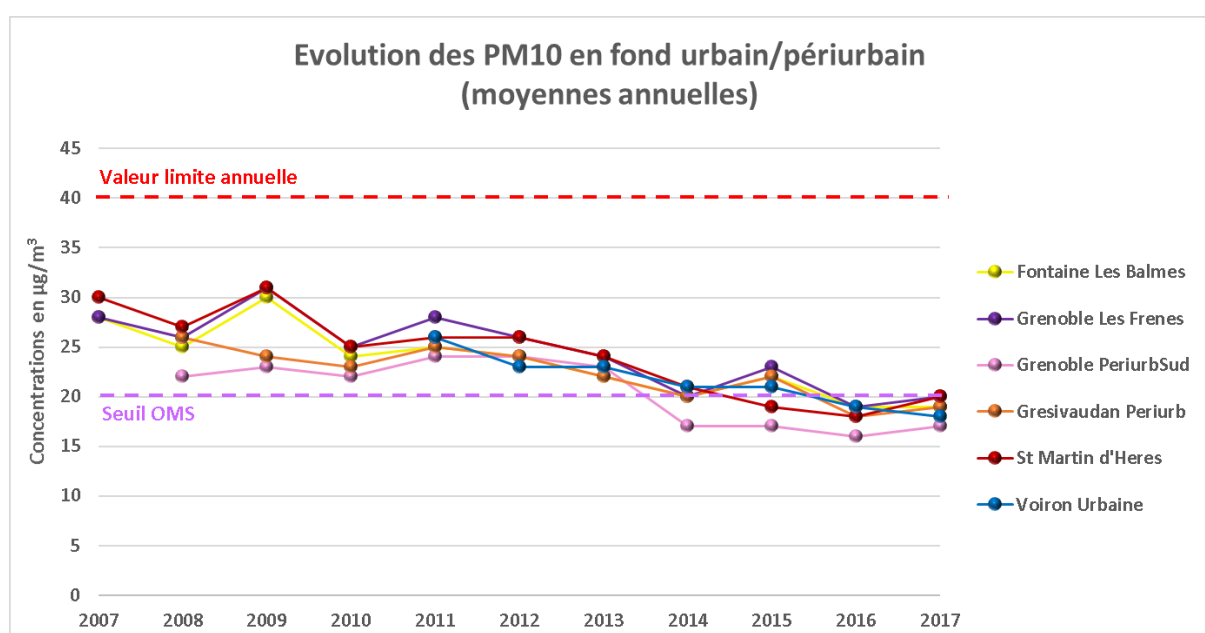
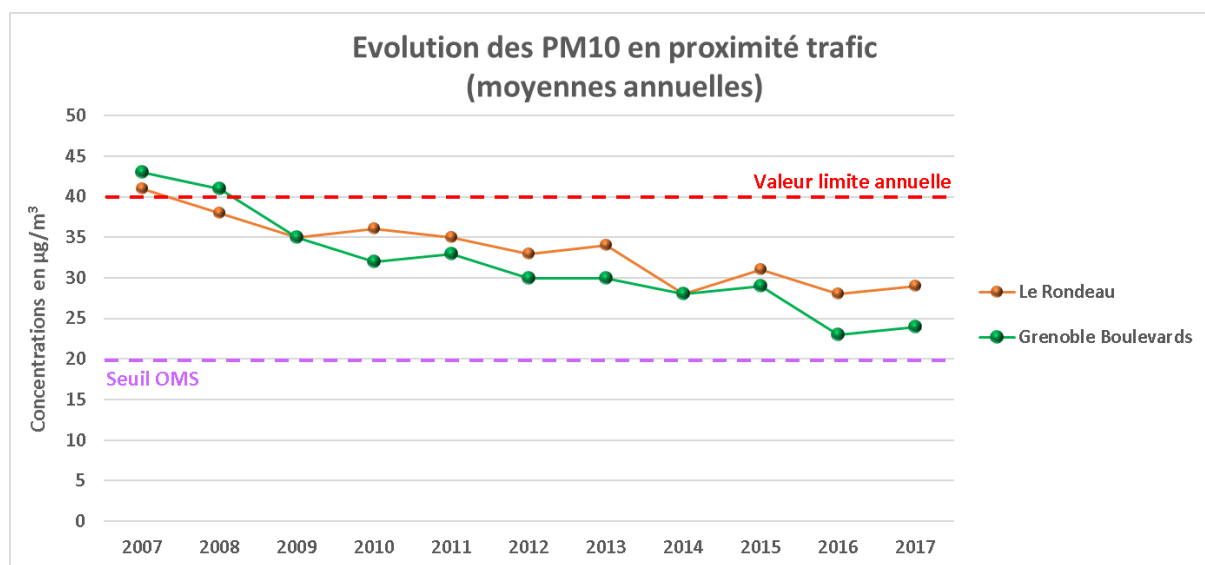


Figure 33 : Historique des moyennes annuelles en PM10 à proximité de trafic (haut) et en situation de fond urbain/périurbain (bas)

Modélisation des concentrations annuelles et journalières en PM10 à l'échelle du territoire pour l'année de référence

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentration annuelle en PM₁₀ modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017, avec une valeur limite réglementaire annuelle à 40 µg/m³.

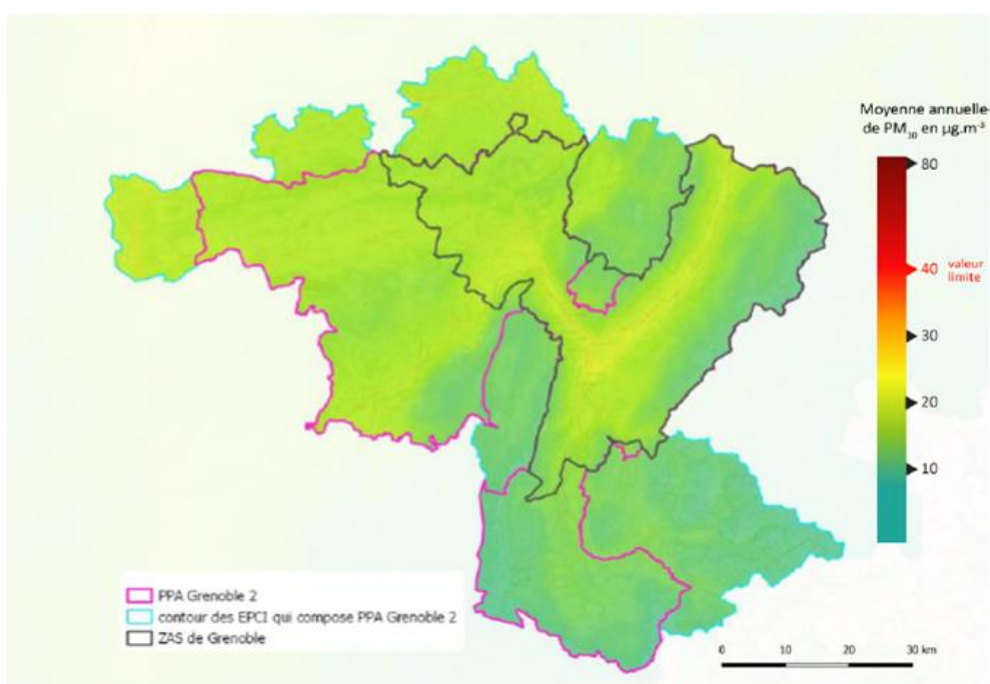


Figure 34 : Concentrations annuelles en PM_{10} en 2017

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du département isérois en 2017. Cependant, le seuil recommandé par l'OMS en 2005 ($20 \mu g/m^3$) est quant à lui encore dépassé. Le bassin grenoblois est particulièrement exposé car il regroupe 2/3 des habitants du département exposés au dépassement du seuil OMS, ce qui représente environ 275 000 personnes soit 62% des grenoblois.

La carte ci-dessous présente le nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM_{10} en 2017, avec une valeur limite réglementaire journalière à $50 \mu g/m^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

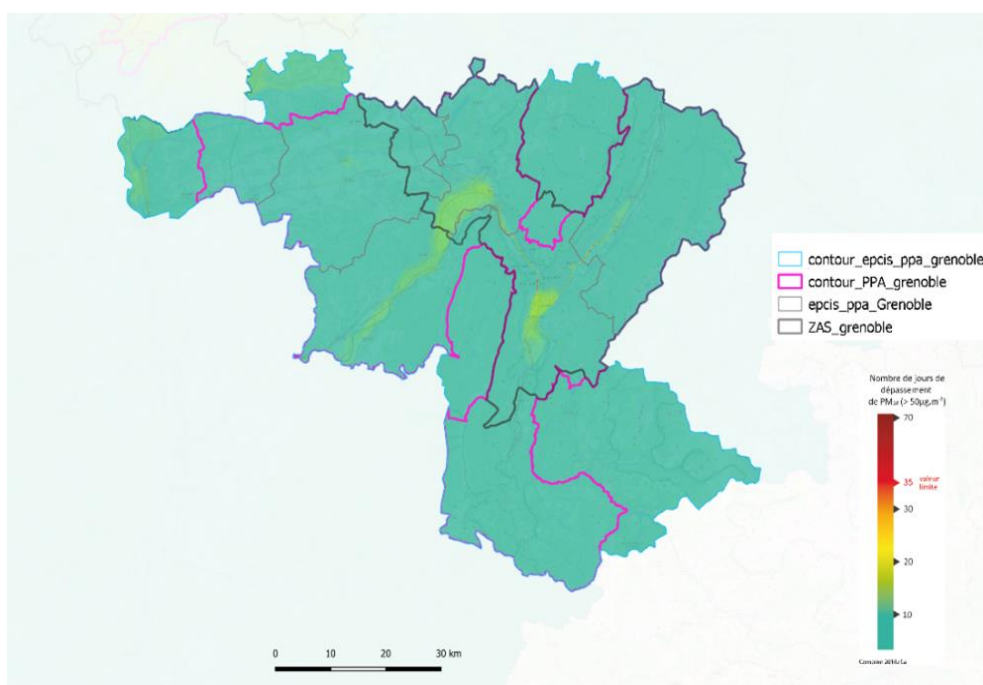


Figure 35 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM_{10} en 2017

Les mesures en station fixe ne montrent pas de dépassement de la valeur réglementaire journalière.

L'évaluation des niveaux par modélisation fait apparaître une sensibilité à cette valeur réglementaire uniquement en bordures des grandes voiries et dans l'agglomération grenobloise.

3.6.4 PM_{2,5}

Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour les PM_{2,5}

A l'instar des PM₁₀, les niveaux de PM_{2,5} sont en diminution régulière depuis une dizaine d'années. Mais cette baisse a tendance à stagner depuis 2014, notamment en situation de fond urbain. Si la valeur limite annuelle (25 µg/m³ en moyenne) est respectée, ce n'est pas le cas du seuil recommandé par l'OMS en 2005 (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

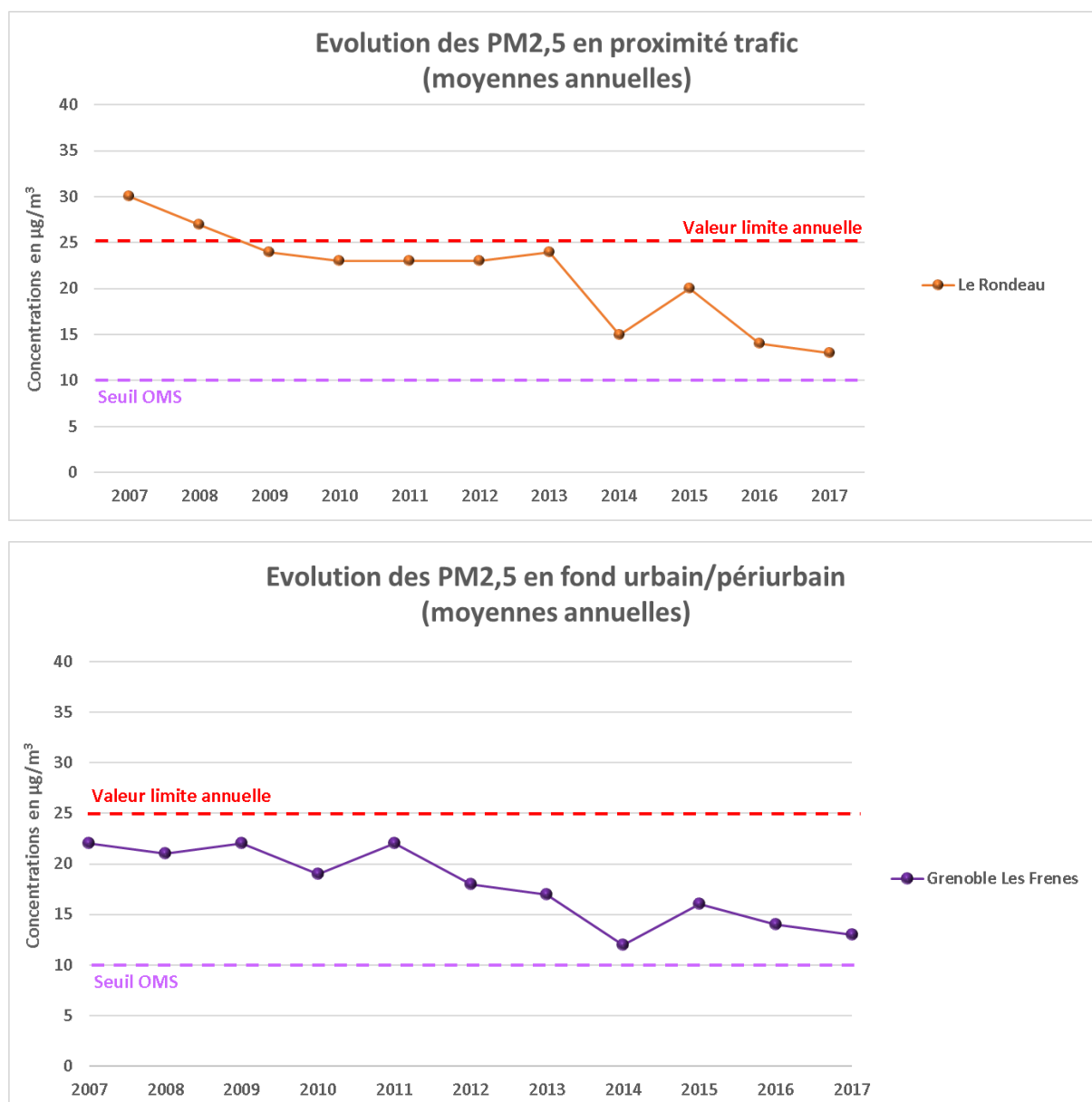


Figure 36 : Historique des moyennes annuelles en PM_{2,5} à proximité de trafic (haut) et en situation de fond urbain/périurbain (bas)

Modélisation des concentrations annuelles en PM_{2,5} à l'échelle du territoire pour l'année de référence

La carte ci-dessous présente les niveaux de concentration annuelle en PM_{2,5} modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017, avec une valeur limite réglementaire annuelle à 25 µg/m³.

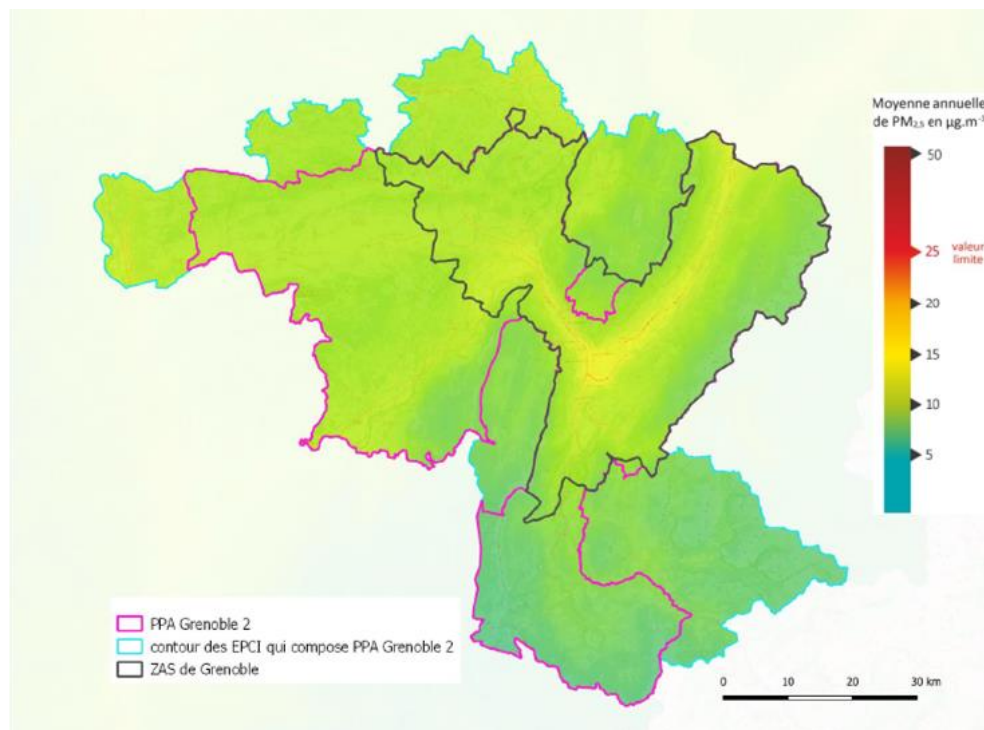


Figure 37 : Concentrations annuelles en PM_{2,5} en 2017

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du périmètre. Cependant le seuil recommandé par l'OMS en 2005 (10 µg/m³) est loin d'être respecté : 95% de la population est exposée à des valeurs supérieures à ce seuil.

Dépassements des seuils pour le PM_{2,5} et exposition des populations par EPCI

Il n'y a aucune exposition à un dépassement de la valeur limite de concentration annuelle de 25 µg /m³ en 2017. L'exposition au seuil de 20 µg /m³ (valeur cible en 2017 et nouvelle valeur limite au 1^{er} janvier 2020) est par ailleurs quasi nulle.

En revanche, la quasi-totalité de la population (95%) du périmètre d'étude est exposée à des dépassements de la concentration annuelle maximum recommandée par l'OMS (10 µg /m³).

Les particules fines étant un polluant sans effet de seuil, c'est-à-dire ayant des effets sanitaires également à faible concentration, il est intéressant de considérer l'exposition à la concentration moyenne annuelle. Cette donnée est présentée dans le graphique ci-dessous

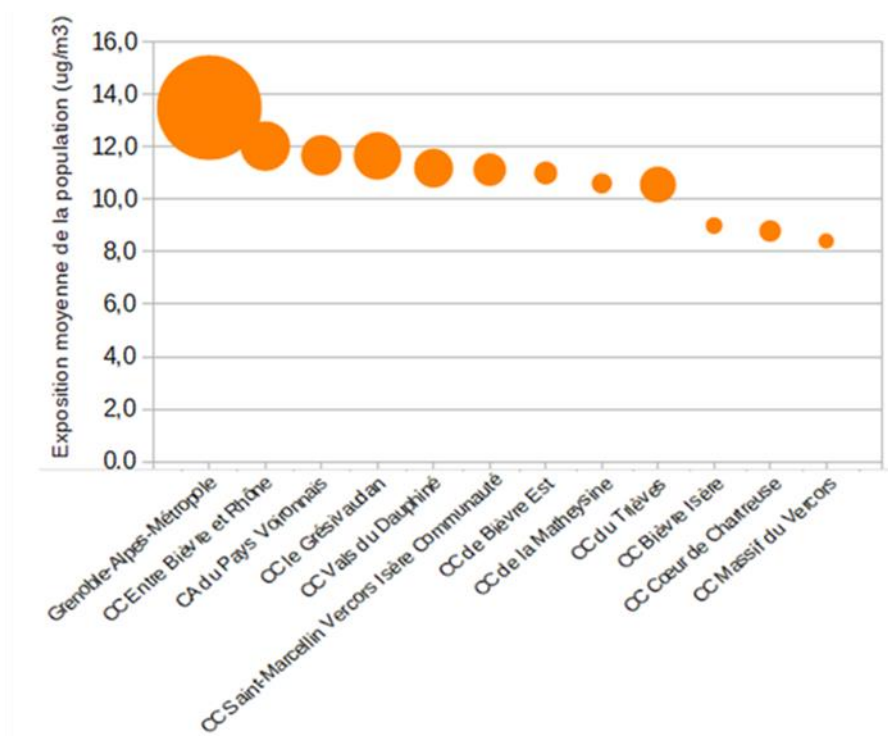


Figure 38 : Exposition moyenne de la population des 12 EPCI en 2017 (la taille des ronds est proportionnel aux nombre d'habitants)

Il apparaît que les EPCI du Trièves, de la Matheysine et du Vercors présentent des concentrations annuelles inférieures à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. D'autre part la métropole grenobloise présente une concentration annuelle en $\text{PM}_{2.5}$ ($13,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sensiblement supérieure aux autres EPCI.

3.6.5 Ozone

Informations relatives à l'évolution de la qualité de l'air pour l'ozone

Depuis 2013, les concentrations moyennes d'ozone ont tendance à augmenter sur la plupart des stations de mesure de la région. Il convient de noter que les niveaux d'ozone sont fortement dépendants des conditions de dispersion (vent, stabilité de l'atmosphère) et des imports de masses d'air polluées en provenance de régions voisines. Aussi les niveaux d'ozone observés sont assez variables d'une année sur l'autre, avec néanmoins une tendance de fond orientée à la hausse. . Les périodes estivales ont notamment été plutôt favorables à des épisodes de plusieurs jours de concentrations élevées d'ozone. Les zones les plus touchées par ce polluant sont le sud-grenoblois, les zones d'altitude mais aussi le Nord-Isère.

Sur le périmètre de l'aire d'étude, quatre stations sont en dépassement : Grenoble sud périurbain, Champ sur Drac, Saint-Martin-d'Hères et Voiron.

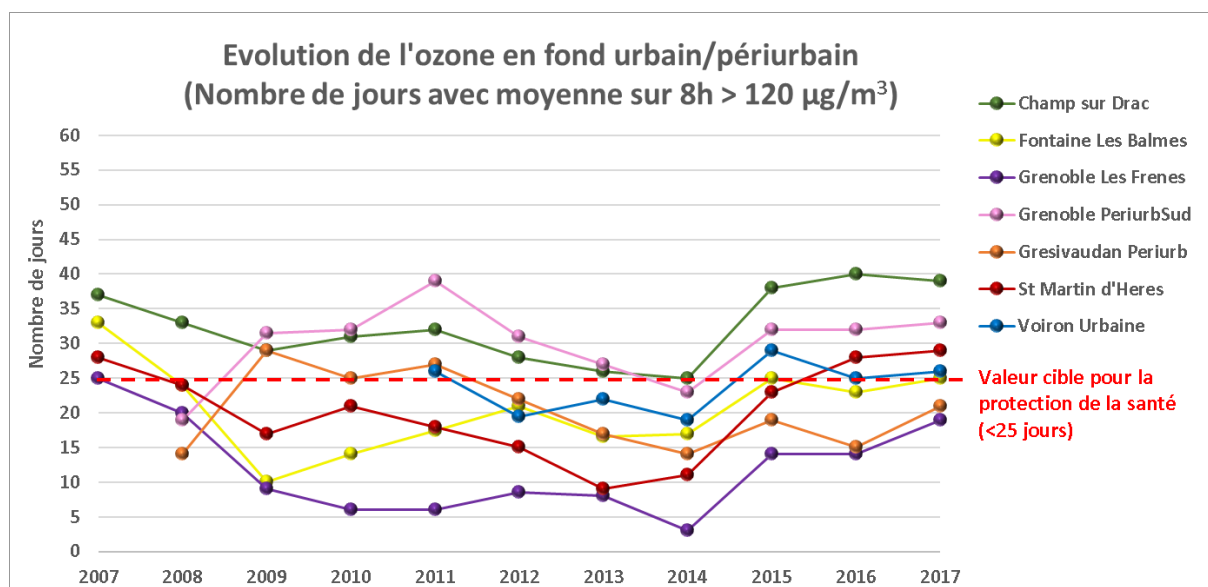


Figure 39 : Historique des moyennes annuelles en ozone à situation de fond urbain et périurbain

Modélisation des concentrations annuelles en ozone à l'échelle du territoire pour l'année de référence

La carte ci-dessous présente le nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur cible journalière en ozone en 2017.

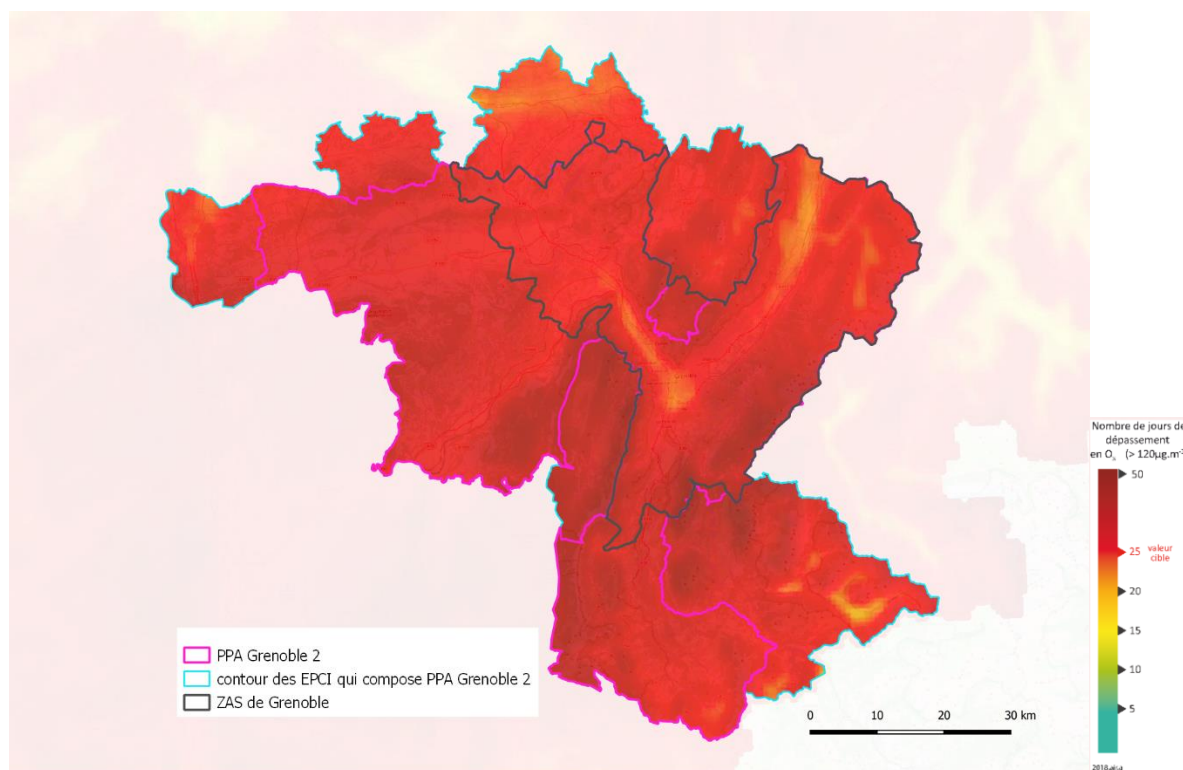


Figure 40 : Nombre de jours de dépassement en O_3 en 2017

Le territoire du périmètre d'étude connaît des problèmes d'ozone avec un dépassement de la valeur cible pour la protection de la santé qui affecte une large partie de la population. Sur la métropole, cela concerne environ 191 000 habitants en 2017 soit 43 % de la population.

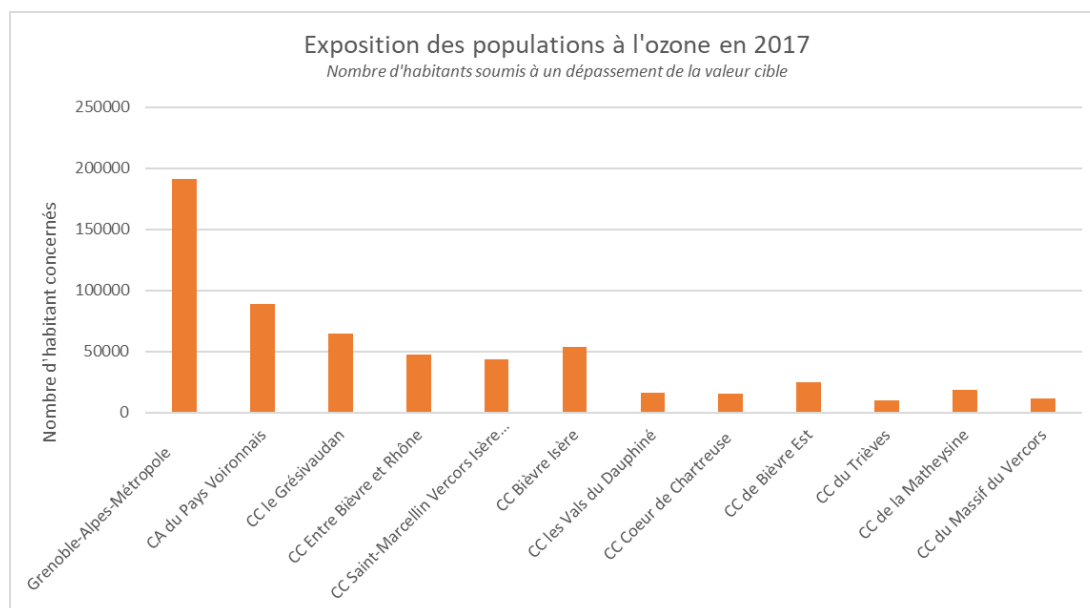


Figure 41 : Exposition de la population des EPCI à l'ozone en 2017

3.6.6 Polluants émergents

On appelle polluants émergents des polluants de l'air non réglementés à ce jour, mais dont les effets sanitaires sont connus ou pressentis. Certains font l'objet d'un suivi au niveau de quelques stations de mesures des réseaux des AASQA à titre expérimental, afin de réunir de premières données sur leur concentration observée dans l'air.

Les pesticides

La contamination de l'air par les pesticides est une composante de la pollution atmosphérique qui demeure moins documentée que d'autres milieux. Ainsi, il n'existe pas à ce jour de plan de surveillance national, ni de valeur réglementaire sur la contamination en pesticides dans les différents milieux aériens (air ambiant et air intérieur). C'est en 2000 que les premières mesures de pesticides dans l'air ont été réalisées par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) afin d'établir un premier état des lieux de la présence de ces substances dans l'atmosphère sur le territoire national.

Malgré la grande richesse de ces données, l'exposition aux pesticides présents dans l'air ambiant des populations agricoles, riverains de zones agricoles ou de la population générale, reste difficile à estimer. En effet, en l'absence de réglementation spécifique, la connaissance des niveaux de contamination en pesticides dans l'air ambiant demeure partielle et hétérogène.

L'Anses a ainsi été saisie par les ministères en charge de l'agriculture, de l'écologie, de la santé et du travail afin d'apporter son expertise scientifique à la définition de modalités de mise en œuvre d'une surveillance

nationale des pesticides dans l'air ambiant en France métropolitaine et dans les départements et régions d'outre-mer (DROM).

Dans ce contexte, un partenariat a été mis en place entre l'Anses, l'Ineris, en tant que membre du Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air (LCSQA) et la Fédération ATMO France pour la définition et la réalisation de l'une campagne nationale exploratoire (CNEP). Les mesures se sont déroulées entre juin 2018 et juin 2019, selon le protocole harmonisé.

En Auvergne-Rhône-Alpes, quatre sites ont été sélectionnés pour faire partie de la campagne :

- 1 site urbain, de typologie « Grandes cultures » dans le Puy-de-Dôme ;
- 1 site urbain, de typologie « Viticulture » dans le Rhône ;
- 1 site urbain, de typologie « Arboriculture » dans la Drôme ;
- 1 site rural, de typologie « Elevage » dans le Cantal.

Les résultats obtenus pour 75 substances sur 50 sites, couvrant des situations variées et réparties sur l'ensemble du territoire national (métropole et DROM), ont été publiés en juillet 2020⁶.

Leur exploitation a permis d'établir une première photographie annuelle nationale des niveaux de concentration en résidus de pesticides dans l'air ambiant au regard de critères quantitatifs comme leur fréquence de quantification, les ordres de grandeurs des concentrations rencontrées et leurs distributions statistiques. En s'appuyant sur ce socle robuste de données, l'Anses a été en mesure d'établir une première interprétation sanitaire des résultats de cette campagne⁷.

Courant 2020, sur la base du retour d'expérience de cette campagne et dans l'optique de mettre en place un suivi pérenne du niveau d'imprégnation de fond, et de son évolution, des pesticides dans l'air ambiant, un groupe de travail a été mis en place au sein du dispositif de surveillance de la qualité de l'air pour définir les modalités de ce suivi. Ce dernier a démarré en juillet 2021, en 18 sites du territoire (1 par région), représentatifs de bassins de vie urbain/péri-urbain, répartis selon différents profils agricoles (grandes cultures, viticulture, arboriculture, maraîchage). 75 substances sont recherchées, identiques à celles de la CNEP, selon les méthodes de mesure déployées pendant la CNEP. L'ensemble de ces substances ayant été déclaré comme polluant d'intérêt national par le LCSQA (<https://www.lcsqa.org/fr/rapport/liste-des-polluants-dinteret-national>), les résultats de ce suivi pérenne seront intégrés dans la base de données nationale de la qualité de l'air, GEOD'AIR, qui sera ouverte au public à partir de l'automne 2021. Les données seront également accessibles sur la base de données PhytAtmo et sur les portails régionaux open data des AASQA (<https://atmo-france.org/lesdonnees>) dès l'été 2022.

Particules ultrafines

Les particules ultrafines (PUF) se caractérisent par leur taille infiniment petite : moins de 0,1 micromètre, on les retrouve également sous le nom de nanoparticules ou de PM0,1.

⁶ <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans>

⁷ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf>

Comme toutes les particules, en revanche, elles restent suspendues dans l'air pendant un certain temps, et sont ainsi susceptibles d'être inhalées. Leur composition ainsi que leur origine varient fortement : des sources naturelles - comme les particules issues des poussières sahariennes, des sels marins, des éruptions volcaniques, des feux de forêts... – ou résultantes des activités humaines, dites de sources anthropiques, comme l'industrie, les transports, le chauffage, l'agriculture...

Elles ne sont à l'heure actuelle pas réglementées, à savoir que leur mesure n'est pas obligatoire et qu'aucun seuil quotidien ou annuel de dépassement n'est imposé, ni même recommandé.

L'Anses a publié un rapport en juillet 2019 qui évalue les effets sur la santé des particules selon leurs composition, leurs sources et leur taille. L'organisme confirme « l'effet sanitaire de ces fractions » appuyant la préconisation déjà exprimée de l'organisme de tendre vers une surveillance nationale des PUF dans l'air ambiant.

Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes des particules ultrafines

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a lancé, en 2011, l'Observatoire régional des Particules Ultra Fines grâce au soutien de la Région. Deux appareils pour la mesure automatique en nombre (comptage) et en taille (granulométrie) des PUF ont été acquis permettant la réalisation de campagnes de surveillance spécifiques à Lyon et à Grenoble.

Il ressort de ces études que les concentrations en PUF aux abords des voiries sont deux fois plus élevées qu'en situation de fond urbain. Ces premiers résultats viennent corroborer le fait que les PUF sont des polluants fortement émis par le trafic routier et constitueraient donc un indicateur plus pertinent que les PM10 pour évaluer l'impact sanitaire lié à cette source.

Les graphiques ci-dessous illustrent ces phénomènes. Ils sont issus d'une présentation réalisée par les AASQA et le LCSQA dans le cadre du congrès Français sur les Aérosols de 2018⁸. Ils illustrent bien le phénomène décrit ci-avant : le graphe de droite montre en effet qu'en proximité routière on retrouve un nombre plus élevé de particules très fines et un peu moins de particules légèrement plus grossières, alors qu'en fond urbain la distribution est plus homogène.

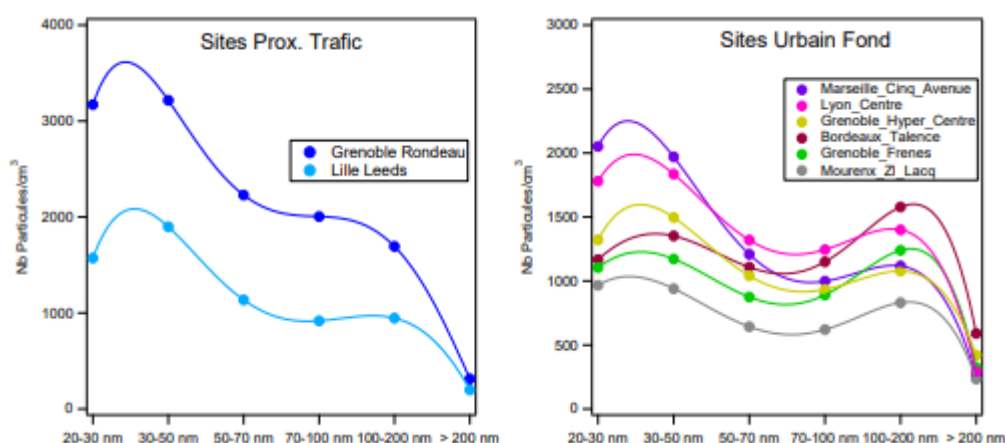


Figure 42 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site

⁸ <https://www.asfera.org/medias/files/articles/2018/12554.pdf>

Le carbone suie

Le carbone suie mesurée est un type de particules, produit par les combustions incomplètes de combustibles d'origine fossile et biomassique, débarrassé de sa fraction organique. Ses principales sources sont les moteurs à combustion (diesel essentiellement), la combustion résidentielle de bois et de charbon, les centrales électriques, l'utilisation de fioul lourd ou du charbon, la combustion de déchets agricoles, ainsi que les incendies de forêt et de végétation. Il appartient aux particules fines PM_{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm), mais se retrouve principalement dans la partie la plus petite de celles-ci, les PM₁, dont le diamètre est égal ou inférieur à 1 µm (plus petite qu'une bactérie)

Le rapport de l'Anses de 2019 sur les effets des particules sur la santé traite de l'impact de certaines sources de pollution en particule et pointe pour le carbone suie en particulier les émissions en provenance des gaz d'échappement des véhicules Diesel et leur impact à court et long terme sur la santé.

Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes du carbone suie

L'éthéromètre est un appareil d'analyse de mesure en continu du Carbone Suie (ou Black Carbon).

Celui-ci permet de différencier les poussières ayant pour origine la combustion de biomasse (dont la combustion du bois) de celles émises par la combustion de combustibles pétroliers (issus en partie du trafic routier). Atmo Auvergne-Rhône-Alpes dispose de 7 appareils de mesure de ce type dans la région. Le premier a été installé en 2012. Ces appareils effectuent des mesures à Lyon, Grenoble, Clermont-Ferrand, Chamonix et dans la Vallée de l'Arve.

Le 1,3 butadiène

Le 1,3-butadiène est un polluant émis notamment par des activités industrielles traitant du plastique et du caoutchouc mais aussi par l'échappement des moteurs automobiles et la fumée de cigarette.

Le 1,3-butadiène est classé cancérigène avéré pour l'homme. Le 1,3-butadiène ne fait l'objet d'aucune valeur réglementaire en France. En revanche, le Royaume-Uni a adopté en 2007 un objectif de qualité de 2,25 µg.m³ à respecter en moyenne annuelle

Ce polluant fait l'objet de différentes campagnes de mesures ponctuelles en France, conduisant fréquemment à des dépassements de VTR (Valeur Toxicologique de Référence) quelle que soit la typologie des sites de mesures.

Dans le cadre d'un avis sur la surveillance des nouveaux polluants publiés en 2018, l'Anses souligne la nécessité d'une surveillance nationale du 1,3-butadiène dans l'air ambiant.

Surveillance par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes du 1-3 butadiène

En plus des campagnes ponctuelles, un suivi permanent des concentrations est effectué sur 3 sites de la région Auvergne Rhône Alpes à Grenoble et à proximité de la raffinerie de Feyzin.

3.6.7 Contribution des régions voisines

Dans le cadre des travaux d'accompagnement de la stratégie Eau-Air-Sol de l'Etat en Auvergne-Rhône-Alpes lancée le 28 mai 2021 et plus particulièrement de l'action 19 relative au Plan Ozone, Atmo Auvergne Rhône Alpes a été amené à produire une expertise sur la contribution des sources extérieures à la région en faisant une par modélisation.

Les cartographies ci-dessous représentent la contribution relative des polluants intrants sur la région Auvergne Rhône Alpes à la pollution moyenne modélisée sur la zone PPA en pourcentage de la concentration moyenne annuelle.

Elles ont été obtenues via le modèle CHIMERE sur l'année météorologique 2018 en éliminant du modèle toutes les émissions anthropiques régionales.

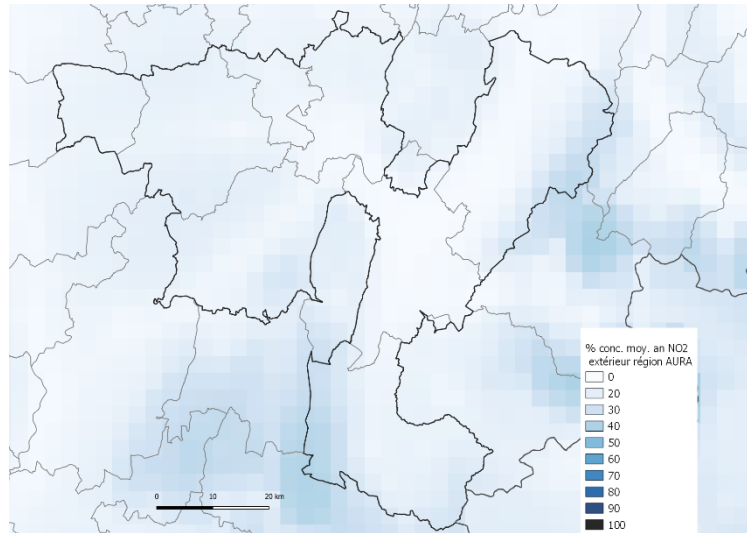


Figure 43 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO₂

Pour le NO₂, la pollution locale est la principale source de pollution quel que soit le territoire considéré avec des contributions relatives de l'ordre de 87% aux concentrations annuelles de NO₂ sur la zone du PPA de Grenoble. Ce résultat est cependant variable selon les mailles, allant de 63% en milieu rural à 99% dans les zones urbaines fortement circulées.

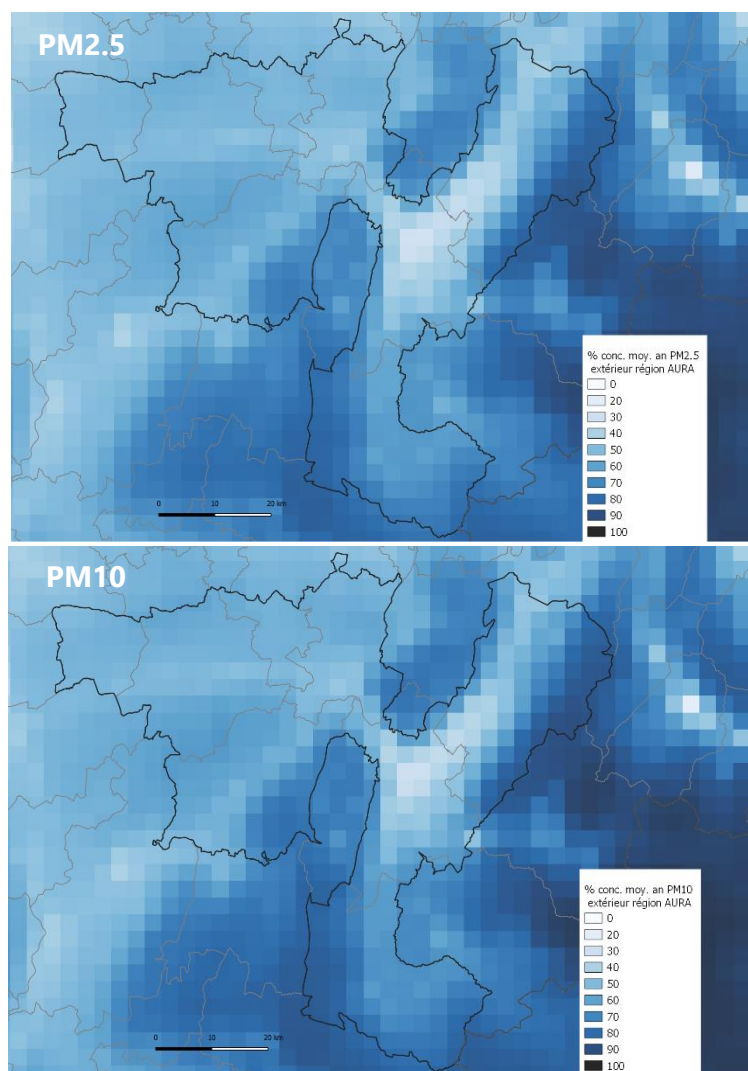


Figure 44 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM2,5 et en PM10

Pour les PM2,5 comme pour les PM10, la pollution locale reste la principale source de pollution dans les zones urbaines denses (70 % de la concentration moyenne en PM10 à Grenoble est liée à des phénomènes intra régionaux). Néanmoins les contributions relatives hors région Auvergne-Rhône-Alpes peuvent devenir majoritaire en milieu rural à l'échelle annuelle.

Ces cartes doivent être interprétées avec précautions car il s'agit de simulations réalisées avec des hypothèses de travail irréalistes comme la suppression de toutes les émissions anthropiques à l'échelle régionale. Par ailleurs il existe de très fortes variabilités saisonnières. Ainsi en cas d'épisode de pollution aux particules fines l'hiver par exemple les contributions locales augmentent fortement. L'étude DECOMBIO⁹ conduite dans la vallée de l'Arve montre que la source de combustion de la biomasse contribue en moyenne hivernale entre 60% et 70% des PM10

3.6.8 Les épisodes de pollution

⁹ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/deconvolution-combustion-biomasse-particules-vallee-arve_2018.pdf

Le dispositif préfectoral de pic de pollution est déclenché en cas de concentration importante de particules, de dioxydes d'azote et/ou d'ozone.

En 2017, 38 journées ont connu une activation de dispositif préfectoral en Auvergne Rhône- Alpes. Près de la moitié de ces activations ont été observées en tout début d'année, entre début janvier et mi-février. Le reste de l'année 2017 s'est révélé nettement plus épargné, ne subissant aucun épisode d'une durée supérieure à quatre jours consécutifs.

Le bassin lyonnais Nord-Isère, le bassin grenoblois, la vallée de l'Arve et la vallée du Rhône ont été les bassins d'air les plus touchés par des épisodes pollués, alors qu'aucun dispositif préfectoral n'a été déclenché sur le Cantal et sur la zone Est Drôme cette année.

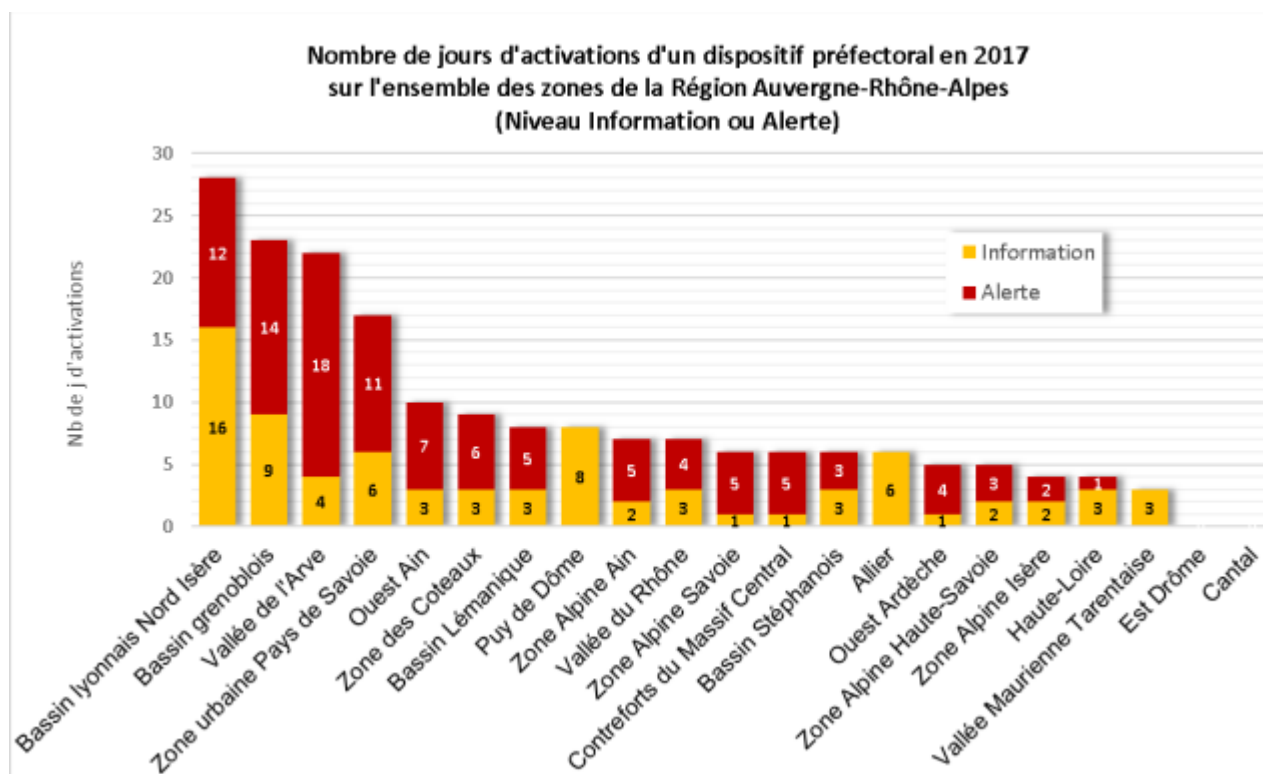


Figure 45 : Activation du dispositif préfectoral en 2017 sur l'ensemble de la région AURA

Comparativement aux années antérieures, le bassin grenoblois a connu une augmentation des situations de vigilance (15 vigilance en 2015 et 17 en 2016).

A l'échelon régional, les particules PM10 restent responsables d'une large majorité des activations (85%). A noter cependant que, durant la période estivale, les concentrations d'ozone ont également été à l'origine de 14% des activations de dispositif

Les facteurs responsables des dépassements

Les principaux facteurs favorisant des dépassements des valeurs réglementaires peuvent être résumés comme suit :

- Les dépassements des valeurs annuelles de concentration observés pour le NO₂ se situent autour des axes les plus circulants et sont liés à un trafic routier (VL, VUL et PL) important tout au long de l'année.

- Pour l’ozone en période estivale, l’ensoleillement excédentaire favorise les réactions photochimiques et la formation d’ozone troposphérique à partir des précurseurs que sont les oxydes d’azote et les composés organiques volatils, ce qui entraîne un dépassement de la valeur cible.
- Pour les particules en période hivernale, un cumul des émissions trafic concentrées dans la métropole grenobloise et des émissions issues du chauffage résidentiel associé à une masse d’air très stable en hiver va favoriser l’accumulation des polluants dans les basses couches.

Les dépassements ne sont pas uniquement liés aux émissions mais également aux conditions de dispersion, aux imports d’autres territoires (pour l’ozone), aux mécanismes de destruction... comme cela a été décrit précédemment.

3.6.9 Conclusions sur la qualité de l’air

L’aire d’étude du PPA Grenoblois constitue un territoire sensible vis-à-vis de plusieurs polluants réglementés : le dioxyde d’azote, les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}) et l’ozone.

Ce bilan réglementaire montre qu’une nette amélioration se dessine ces dernières années pour les particules et le dioxyde d’azote. Globalement, les moyennes annuelles relevées sur les stations fixes pour ces polluants baissent d’année en année et suivent la tendance régionale d’amélioration de la qualité de l’air. En revanche, les concentrations en ozone sont orientées à la hausse.

Malgré ces améliorations, plusieurs problématiques subsistent :

- Les concentrations en dioxyde d’azote dans le cœur de la métropole grenobloise avec des dépassements pour les stations en situation trafic ;
- La progression des niveaux d’ozone qui a conduit récemment à une augmentation du déclenchement des dispositifs préfectoraux pour ce polluant et à un dépassement de la valeur cible au niveau de plusieurs stations de l’ensemble du territoire ;
- Les dépassements journaliers en particules qui restent réguliers en hiver, lorsque les conditions météorologiques sont favorables à l’accumulation des polluants ;
- Les concentrations en particules PM₁₀ et PM_{2,5} bien qu’inférieures aux valeurs limites qui sont encore supérieures aux valeurs recommandées par l’OMS₂₀₀₅.

Concernant les polluants émergents, on peut retenir qu’ils ne sont bien sûr pas exclus des réflexions, qu’un travail d’amélioration des connaissances est en cours, que les actions menées sur les polluants réglementés permettent d’agir également sur les particules ultra fines et le carbone suie car les sources d’émissions sont parfois les mêmes, et que certaines problématiques sont traitées par ailleurs (par exemple les pesticides dans le PRSE 3).

Au regard de ces problématiques et des différents éléments apporté par Atmo Aura dans cette phase de diagnostic, le comité de pilotage du PPA du 24 novembre 2020 a décidé de retenir le périmètre suivant :

- Grenoble-Alpes-Métropole
- CC Le Grésivaudan
- CA Pays Voironnais
- CC de Bièvre Isère
- CC Saint-Marcellin Vercors Isère
- CC Vals du Dauphiné
- CC Bièvre Est
- CC du Trièves

soit au total 300 communes (27 communes de plus que dans le PPA 2). • CC des Monts du lyonnais de la Vallée du Garon ;

- CC Entre Bièvre et Rhône.

Les 8 EPCI du périmètre étendu, non intégrés au périmètre final du PPA3, restent quant à eux associés à la démarche.

4. Evaluation prospective

4.6 Méthodologie déployée

La modélisation de la qualité de l'air concerne plusieurs paramètres que sont les émissions de polluants atmosphériques, leurs concentrations dans l'air ambiant ou encore le niveau d'exposition des populations à ces polluants.

Ce nouveau PPA de l'agglomération grenobloise sera approuvé en 2022 et déclinera la stratégie de l'État et ses partenaires pour lutter contre la pollution de l'air pour les 5 années suivantes au moins.

L'horizon d'évaluation à prendre en compte est donc l'année 2027. Au-delà de l'état des lieux de la qualité de l'air en 2017 - année de référence présenté en partie 2, Atmo Auvergne Rhône Alpes a donc été amené à modéliser deux scénarios permettant d'apprécier l'impact du plan d'action sur ces différents paramètres à horizon 2027 :

- **Un scénario « 2027 Dynamique territoriale » ou « 2027 sans PPA »** qui reflète l'évolution attendue de la qualité de l'air du territoire en l'absence de déploiement d'actions spécifiques. Cette évolution « naturelle » est favorable par rapport à la situation de référence 2017, car indépendamment du PPA il existe une tendance de fond et des réglementations nationales qui conduisent à des baisses des émissions des différents secteurs (renouvellement des véhicules routiers, performances énergétiques des constructions neuves, etc.) Concrètement, ce scénario est basé sur l'inventaire des émissions d'Atmo auquel sont appliquées les hypothèses d'évolution des différents types d'émissions.
- **Un scénario « 2027 actions PPA » ou « 2027 avec PPA »** avec la mise en œuvre des actions intégrées au PPA3. Il est basé sur un inventaire des émissions calculées à partir du scénario 2027 «Dynamique territoriale» auquel seront retranchés les effets associés à la mise en œuvre des actions validées du PPA3 qui pourront être quantifiées.

Les données et hypothèses sur les actions du PPA3 ont été validées en groupe de travail par les services de l'Etat.

Les scénarios seront comparés entre eux afin de déterminer les gains associés à la mise en place des actions du PPA3 ainsi qu'à ceux de l'année 2017, année de référence mais également année météorologique utilisée pour les travaux prospectifs (année météorologique représentative d'une qualité de l'air annuelle moyenne).

Il doit être souligné que ces modélisations concernent la seule année 2027, et que les années intermédiaires ne sont pas modélisées en tant que telles.

La comparaison de ces deux scénarios à l'horizon 2027 permet in fine d'obtenir une évaluation des gains en émissions et en concentrations spécifiquement apportés par les actions du PPA.

4.7 Polluants étudiés

Les travaux de révision portent sur les polluants suivants :

- Polluants faisant l'objet de dépassements réglementaires et qui ont été visés par les précédents PPA : NO_x/ NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5},
- Polluant présentant des augmentations de concentrations au cours des dernières années : l'ozone (ce polluant secondaire présente des dépassements de l'objectif long terme : 120 µg.m⁻³ sur 8 heures sur une partie importante de la région),
- Polluants faisant l'objet d'objectif de réduction dans le cadre du PREPA (Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques) : COVNM, NH₃ et SO₂.

4.8 Outils et hypothèses déployées

Les émissions à horizon 2027 sont calculées selon un principe commun : pour chaque activité, les émissions d'un polluant donné sur l'année de référence sont multipliées par des coefficients qui intègrent les différentes hypothèses d'évolution. Ces dernières portent aussi bien sur la consommation d'énergie (ou l'activité pour les émissions non énergétiques) que sur les facteurs d'émission. Le calcul suivant est ainsi obtenu :

$$emissions_{2027} = emissions_{2017} * evolution_{conso/activite} * evolution_{FE}$$

avec $evolution_{conso/activite} = \frac{conso / activite_{2027}}{conso / activite_{2017}}$ le coefficient d'évolution de la consommation d'énergie ou activité

et $evolution_{FE} = \frac{FE_{2027}}{FE_{2017}}$ le coefficient d'évolution du facteur d'émission.

Les hypothèses locales sont priorisées dans ce calcul. En leur absence, des hypothèses régionales ou nationales sont utilisées. Si aucun élément sur l'activité n'est disponible, les émissions sont considérées comme constantes.

4.8.1 Les hypothèses associées au scénario « Dynamique territoriale »

Les hypothèses d'évolution prises en compte et détaillées ci-dessous sont présentées parfois sur le périmètre élargi du PPA de Grenoble. Néanmoins seuls les éléments relatifs aux EPCI retenues dans le périmètre validé du PPA3 sont pris en compte dans les simulations.

Les données générales (population, emplois, trafics routiers) sont issues du modèle trafic local de l'AURG, excepté pour tout ou partie des communes de l'EPCI Bièvre-Isère et Vals du Dauphiné qui s'appuient sur le modèle trafic régional MMR.

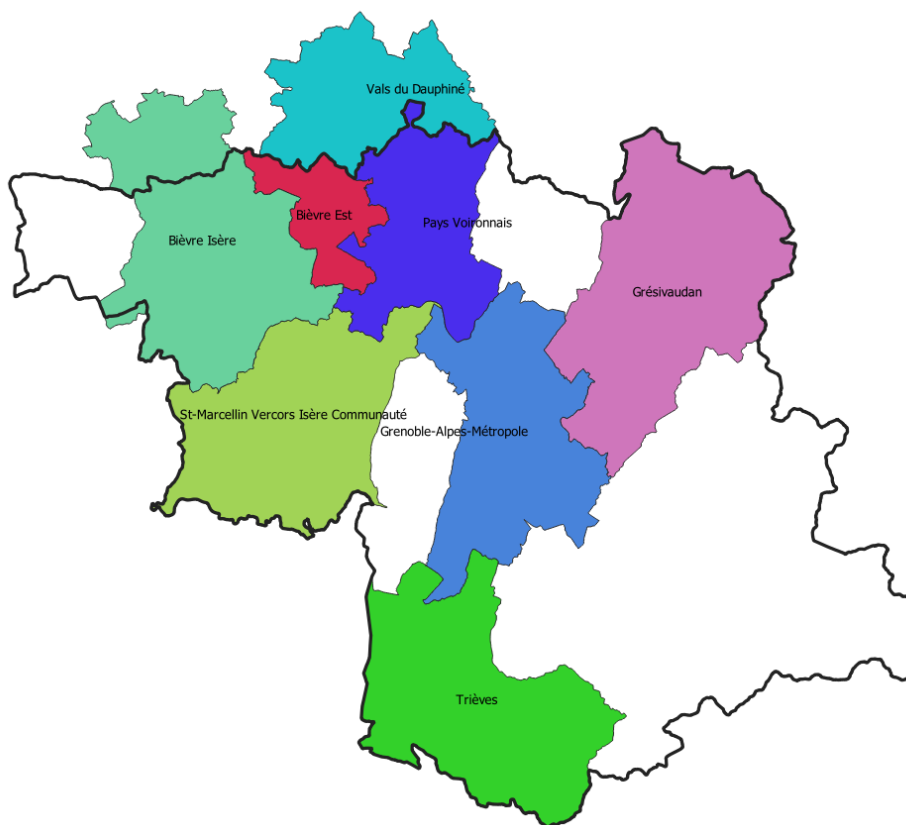


Figure 46 : EPCI du PPA3 et périmètre valide du modèle trafic AURG

4.8.1.1 Données générales

Deux modèles d'évolution sont disponibles sur le périmètre du PPA grenoblois : les modèles de l'AURG et le modèle régional MMR.

Sur les territoires couverts par le modèle AURG ses hypothèses sont retenues. Sur les autres zones du territoire, ce sont les données du modèle régional (MMR) qui sont utilisées.

Les données d'évolution démographiques et des emplois prises en compte sont présentées ci-dessous.

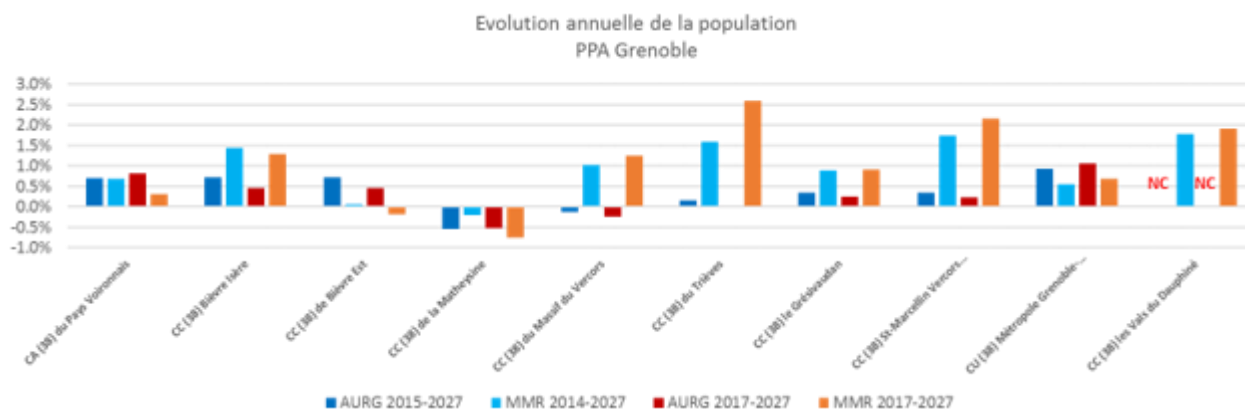


Figure 47 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles AURG et MMR

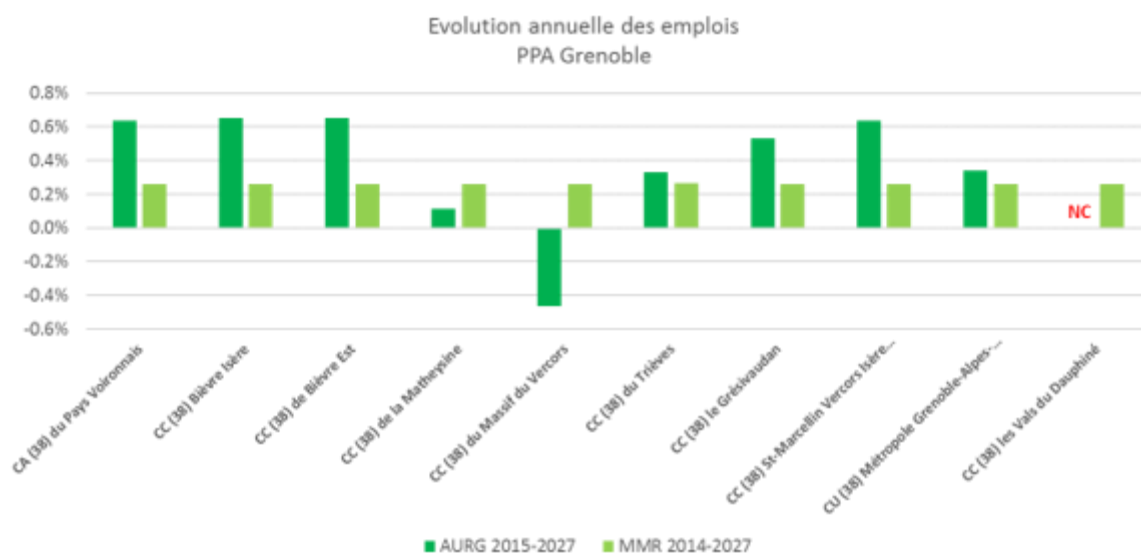


Figure 48 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles AURG et MMR

4.8.1.2 Données par secteur d'activité

► Résidentiel et tertiaire

← Résidentiel

Pour le secteur résidentiel, le scénario «Dynamique territoriale» 2027 intègre des évolutions sur plusieurs axes

L'évolution des consommations d'énergie par type d'énergie

La tendance d'évolution des consommations d'énergie est conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE) de Grenoble Alpes Métropole, sur son territoire. Pour les autres EPCI, la prolongation de la tendance sur la période 2013-2017 est appliquée.

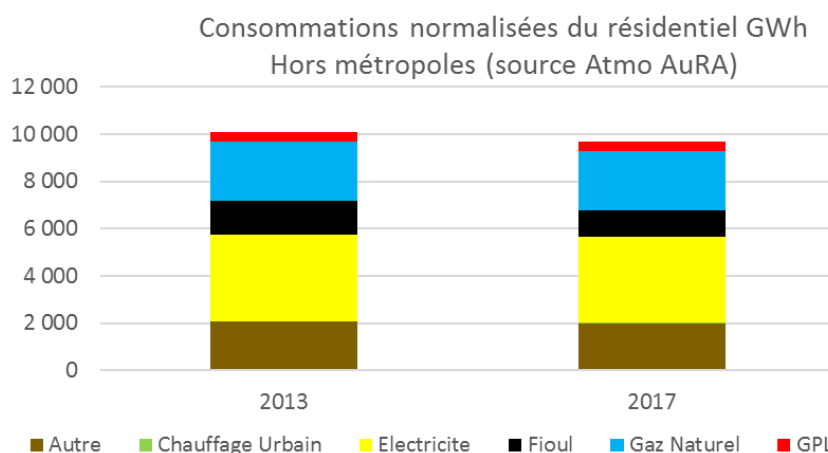


Figure 49 - Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

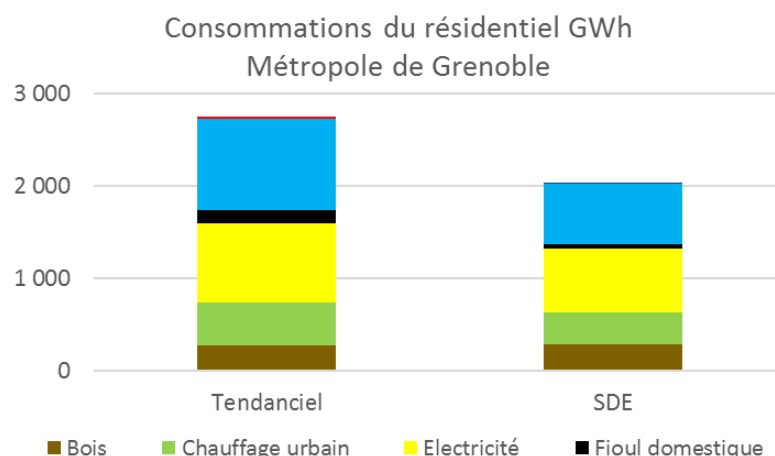


Figure 50 - Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie

Evolution du parc d'appareil individuels de chauffage au bois

Les émissions ont été calculées en tenant compte de l'évolution du parc d'appareils de chauffage au bois par rapport à 2018. Cela comprend :

- le nombre de logements par EPCI chauffés au bois ;
- le facteur d'émission moyen par polluant, traduisant le renouvellement tendanciel du parc ;
- la réduction supplémentaire du facteur d'émission moyen sur les territoires étant actuellement dotés d'un Fonds Air Bois : le Pays voironnais, Grenoble Alpes Métropole, le Grésivaudan. Il a été considéré que le FAB était prolongé jusqu'en 2022 sur la base de :
 - Métropole grenobloise : 414 dossiers/an,
 - Grésivaudan : 324 dossiers/an,
 - Voironnais : 124 dossiers/an.

Evolution de la part de bois labélisé

La part de bois labellisé a été considérée constante entre 2018 et 2027 (5%).

Evolution du parc d'installations de chauffage biomasse collectif et industriel

Les projections à 2027 ont été réalisées comme suit :

- Ajout de la chaufferie Biomax ;
- L'évolution du nombre de petites chaufferies biomasse existant en 2020 (compilation des recensements FIBOIS, ALEC et appels à projet Région) a été réalisée en cohérence avec l'atteinte des objectifs régionaux de consommations de biomasse du SRB. Cela correspond ainsi à 81 nouvelles installations ;
- Les facteurs d'émissions appliqués sont ceux de 2018, en particulier pour les PM :
 - Puissance < 1 MW : FE CITEPA d'une chaudière individuelle performante ;
 - Puissance ≥ 1 MW :
 - Mise en service avant 2013 : 50 mg/Nm³ à 6% d'O₂ ;
 - Mise en service après 2013 :
 - En zone PPA2 :
 - < 20 MW : 30 mg/Nm³ à 6% d'O₂ ;
 - ≥ 20 MW : 10 mg/Nm³ à 6% d'O₂ ;
 - Hors zone PPA2 : 50 mg/Nm³ à 6% d'O₂.

Evolution du brûlage de déchets verts

Les émissions 2027 ont été considérées comme étant égales à celles de la situation 2018.

Evolution de l'utilisation de solvants, peintures et autres produits d'entretien

Les émissions évoluent selon la progression de la population (hypothèses socio-économiques issues des projections SCoT intégrées dans le modèle trafic local AURG).

← Tertiaire

Dans le secteur du bâtiment tertiaire, l'évolution des surfaces considérées repose sur l'évolution des surfaces par employé et du nombre d'employés observé depuis 2000 (croisement entre enquêtes régionales CEREN qui donnent des surfaces chauffées par branche d'activité) et emplois communaux (source INSEE : base CLAP Connaissance Locale de l'Appareil Productif).

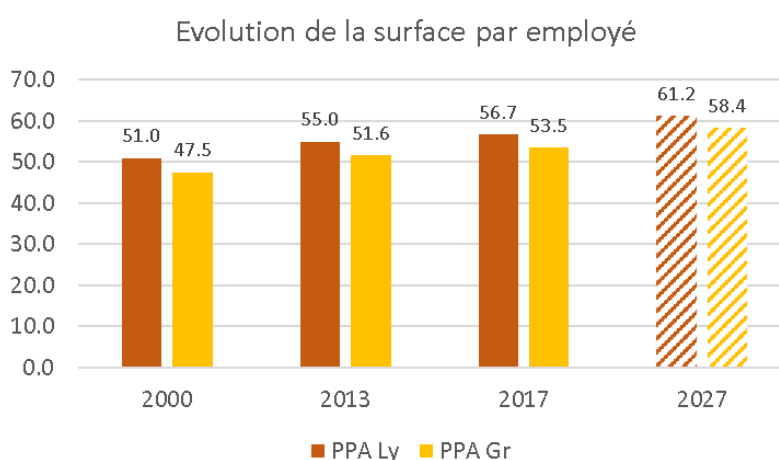


Figure 51 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPAs de Lyon et Grenoble

La tendance d'évolution des consommations d'énergie est conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE) de Grenoble Alpes Métropole, sur son territoire. Et pour les autres EPCI, la prolongation de la tendance 2013-2017 présentée ci-dessous est utilisée.

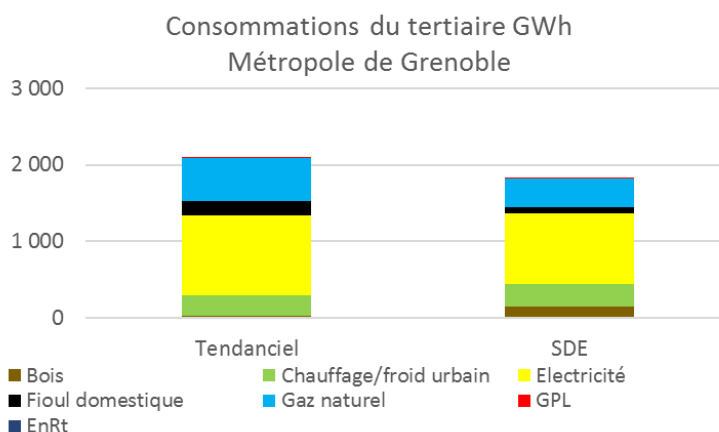


Figure 52 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Grenoble en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

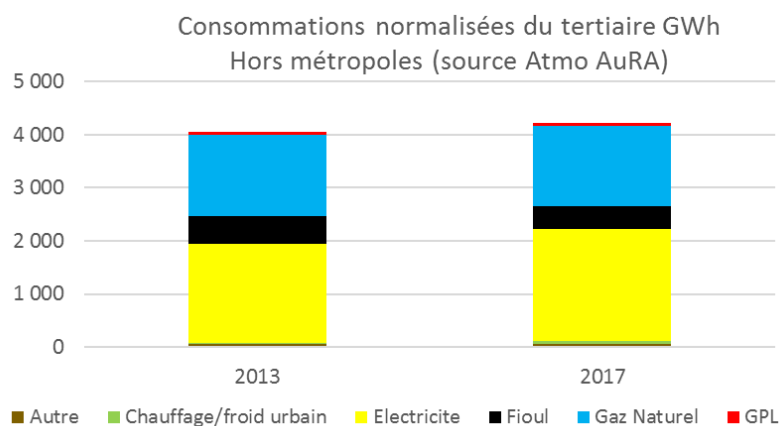


Figure 53 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Grenoble 2013 et 2017 par type d'énergie

► Transports

← Transport routier

Dans le scénario PPA «Dynamique territoriale», les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte.

L'évolution des veh.km via les modèles trafic :

- Modèle local AURG : évolution 2015-2030 du scénario «Dynamique territoriale» ramenée à la période 2015-2027 ;
- Modèle Multimodal Régional MMR (tronçons hors périmètre modèle local) : évolution 2014-2027 des trafics VL et PL avec distinction autoroutes et autres axes.

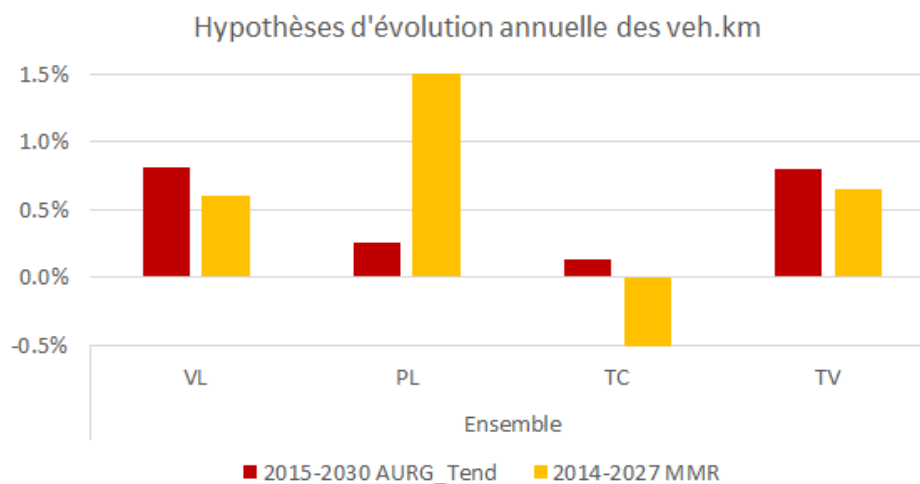


Figure 54 : Evolution annuelle moyenne des distances parcourues

L'évolution du parc dynamique :

- **Transports en Commun Urbains :**
 - Parc local 2018 (SMMAG) auquel on applique des hypothèses nationales de renouvellement (scénario AME¹⁰ « Avec mesures existantes ») ;
 - Autres territoires : parc nationale CITEPA AME.
- **Autres véhicules :** projections nationales CITEPA/METS scénario prospectif AME :
 - Déclinaison en 6 grandes catégories (VP, VUL, PL, bus, car, 2RM) ;
 - Détail selon 450 classes de véhicules ;
 - Sous-catégorie : cylindrée/PTAC/Nb d'essieux ;
 - Energie ;
 - Norme Euro.

Le choix a été fait de ne pas prendre en compte le parc local SDES 2019 décliné en 3 grandes catégories (VP, VUL, PL+BUS+CAR) détaillées par CQA projeté selon le parc national AME, car :

- Périmètre PPA définitif non validé ;
- Risque d'incohérence avec les travaux ZFE en cours sur l'agglomération ;
- Emissions non cohérentes avec l'évaluation 2013-2018 du PPA2.

L'évolution des facteurs unitaires (consommation et émissions) :

Prise en compte des facteurs d'émissions COPERT 5.0.

La prise en compte de la ZFE actuelle :

- Périmètre géographique : 27 communes hors VRU ;

10

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Projection%20Polluants%20atmosph%C3%A9riques%20-%20Sc%C3%A9narios%20prospectifs%20d'E2%80%99%C3%A9missions%20-%20Octobre%202019.pdf>

<https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Synth%C3%A8se%20provisoire%20des%20hypoth%C3%A8ses%20et%20r%C3%A9sultats%20pour%20les%20exercices%202018-2019.pdf>

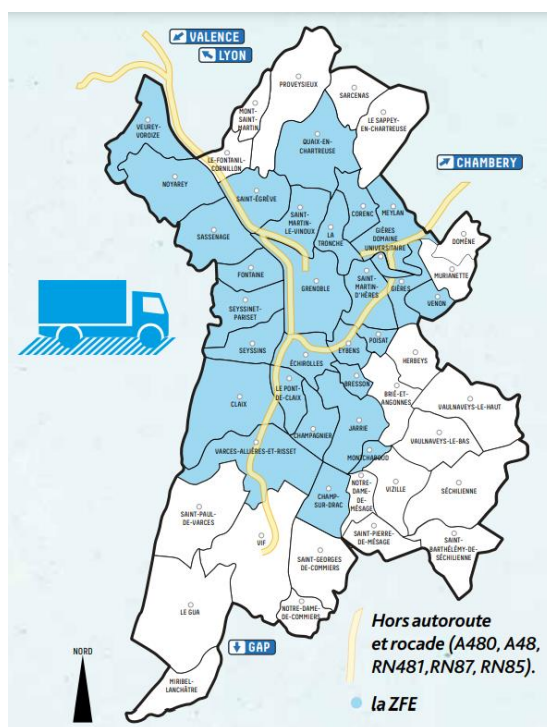


Figure 55 : Périmètre ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole

- Véhicules concernés : les véhicules utilitaires légers et les poids lourds (catégorie N sur la carte grise) sont concernés par la ZFE, que leur usage soit professionnel ou personnel ;
- Crit'Air autorisés selon le calendrier d'interdiction détaillé dans l'arrêté d'application ;

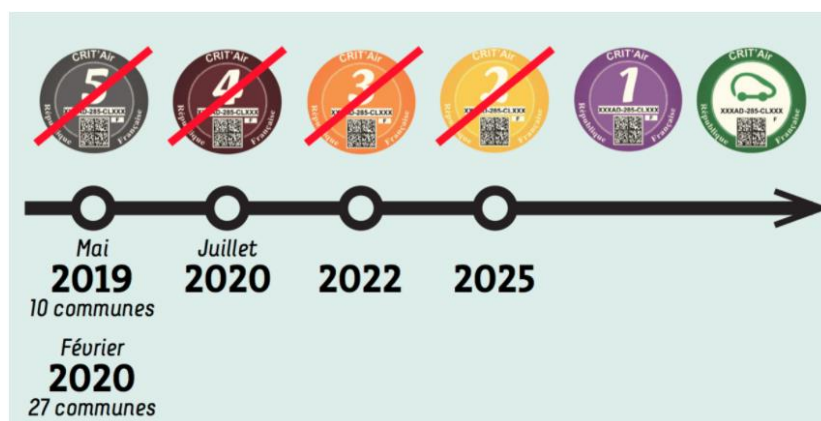


Figure 56 : Calendrier d'application de la ZFE VUL/PL de Grenoble Alpes Métropole

- Dérogations inscrites dans l'arrêté d'application.

← Transport ferroviaire

Les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte

- Marchandises : prolongation de la tendance observée sur les années précédentes, soit -7% entre 2018 et 2027 ;

- Grandes lignes : prolongation de la tendance observée sur les années précédentes, soit +13% entre 2018 et 2027 ;
- TER : hypothèse du MMR +0.1%/an
- Stabilisation de la part des trains.km à motorisation thermique ;
- Réseaux de transport urbain (Tram) : hypothèses du modèle trafic AURG.

← Transport aérien

Les hypothèses d'évolution tendancielle suivantes ont été prises en compte

Transport aérien de passagers

- Stabilité entre 2019 et 2024 puis hausse du nombre de passagers de 4%/an entre 2024 et 2027,
- Evolution du nombre de mouvements tenant compte de l'évolution observée du ratio nb passagers/aéronef.

► Industries

← ICPE et industries importantes

La moyenne des émissions 2014-2018 a généralement été considérée pour caractériser les émissions tendancielles 2027.

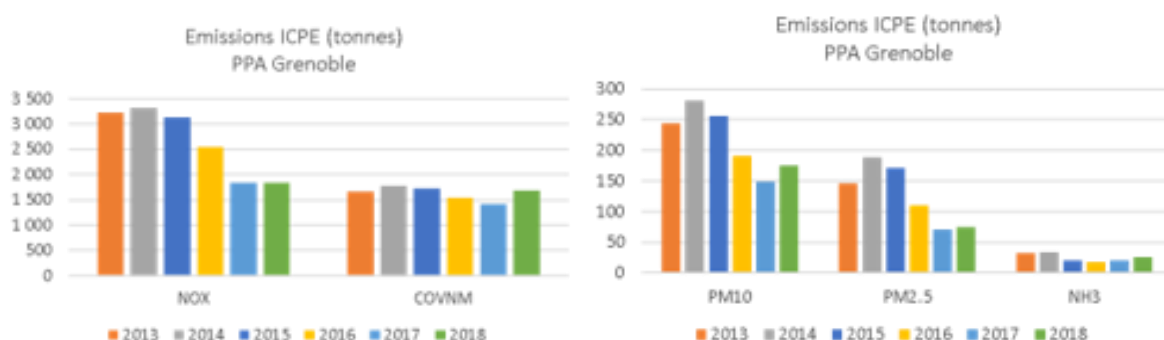


Figure 57 : Evolution des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions

← Production d'énergie

Dans les hypothèses du scénario « Dynamique territoriale » du PPA, a été pris en compte le raccordement de la plateforme de Pont de Claix à la CCIAG +14 GWh gaz Vs – 14 GWh fioul, ainsi que les projections du SDE de Grenoble Alpes Métropole sur le mix énergétique des réseaux de chaleur sur le territoire à horizon 2027.

Nouveaux Réseaux de chaleur	Petites chaufferies (données FIBOIS et ALEC 38)
-----------------------------	---

Intégration des nouveaux réseaux : Biomax (en service depuis février 2020) Raccordement plateforme Pont de Claix à la CCIAG +14 GWh gaz Vs – 14 GWh fioul	Installations référencées dans les recensements de : - l'ALEC Grenoble - FIBOIS AuRA V2020 - Appels à projets Région Ajout de projets <1MW selon objectifs du Schéma Régional Biomasse
---	--

Le logigramme suivant synthétise les calculs relatifs aux industries de production d'énergie et aux installations prises en compte sur le territoire.

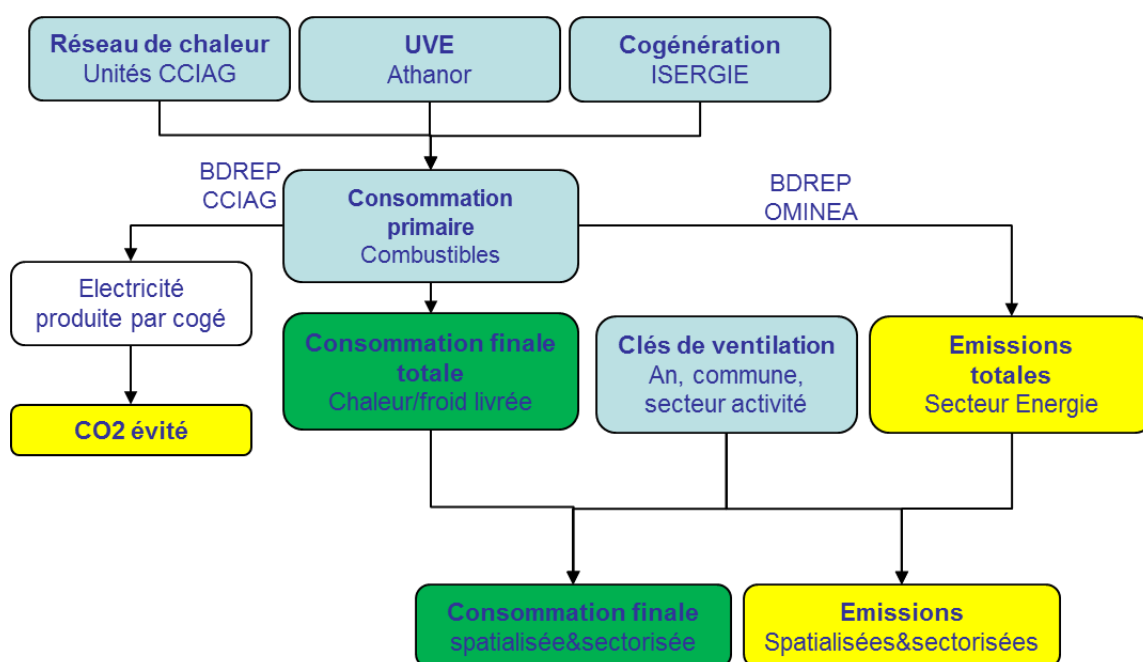


Figure 58 : Logigramme de calcul des consommations et émissions de la production d'énergie

← Carrières

Les émissions des carrières sont considérées constantes entre 2018 et 2027

← Chantiers/BTP

Les émissions :

- **des différentes opérations d'un chantier** ont été considérées comme étant constantes entre 2018 et 2027 (mises en chantier équivalentes sans amélioration des pratiques) ;
- **des engins de chantier** tiennent compte de l'amélioration technologique du parc à horizon 2027 sur la base des hypothèses PREPA.

► Agriculture

Les émissions énergétiques liées au secteur agricole sont considérées stables entre 2018 et 2027, sans actions PPA.

Les émissions non énergétiques sont prises en compte ainsi :

- Ajustement des données en situation actuelle (DRAAF)

PPA Grenoble	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Vaches laitières	0.724	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres bovins	0.567	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Porcins à l'engrais	1.598	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Truies	2.035	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Caprins	0.666	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Ovins	0.711	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Chevaux	1.338	correction avec donnée draaf périmètre région
Mules et ânes	1.455	correction avec donnée draaf périmètre région
Poules	1.001	correction avec donnée draaf périmètre région
Poulets	1.000	correction avec donnée draaf périmètre région
Autres volailles	1.000	constant car données DRAAF incohérente

Figure 59 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018

PPA Grenoble	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Blé tendre d'hiver	0.810	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé tendre de printemps	0.857	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur d'hiver	1.130	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur de printemps	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Seigle et méteil	1.943	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon d'hiver	0.761	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon de printemps	1.091	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine d'hiver	0.597	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine de printemps	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs (grain et semence)	1.186	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Sorgho	1.165	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Triticale	0.715	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres céréales non mélangées	1.000	constant car écart non déterminé ou trop élevé
Mélanges de céréales (hors méteil)	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza d'hiver (et navette)	1.162	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Colza de printemps (et navette)	1.000	constant car pas de données Atmo
Tournesol	1.015	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Soja	0.571	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lin oléagineux	1.000	constant car donnée DRAAF nulle
Autres oléagineux	0.573	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Féveroles et fèves	0.199	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Pois protéagineux	0.759	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lupin doux	0.402	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Tournesol non alimentaire	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves non alimentaires	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Autres cultures non alimentaires	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Choux, racines et tubercules fourragers	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Maïs fourrage et ensilage (plante entière)	1.186	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves industrielles	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Pommes de terre	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Lin textile	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Vignes	0.795	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa

Figure 60 : Détail par type de culture des ajustements 2018

- Evolution des données d'activité 2018-2027 selon projections nationales

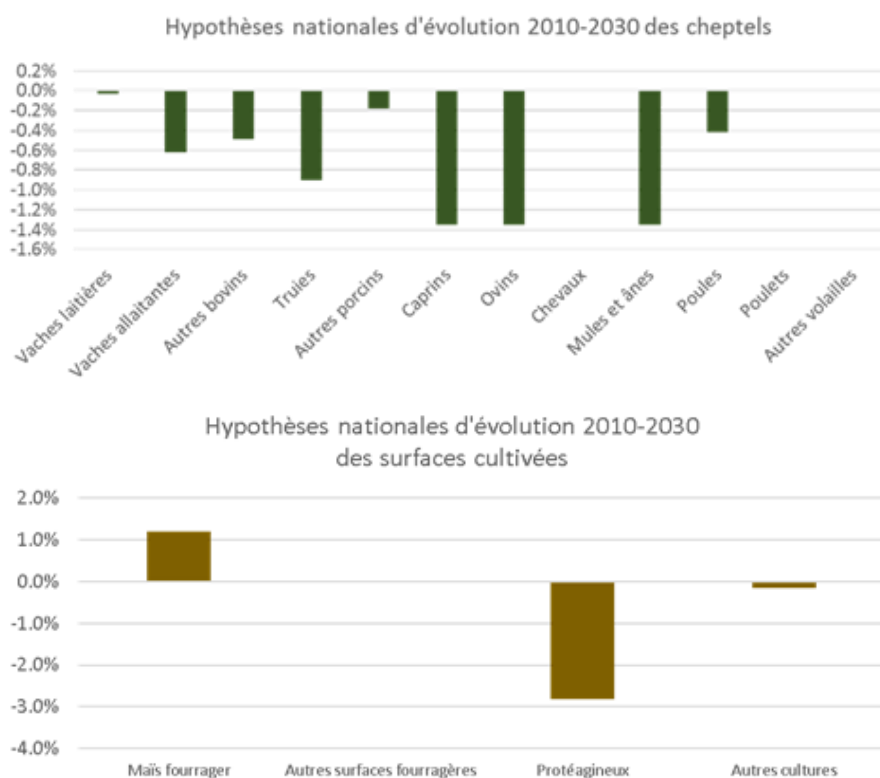


Figure 61 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures

- Les hypothèses relatives au temps passé en bâtiment/pâture, ainsi que la répartition fumier/lisier ont été considérées comme étant stables entre 2018 et 2027.
- Pas d'évolution des facteurs d'émissions entre 2018 et 2027.

Les émissions liées aux épandages organiques sont prises en compte ainsi :

- Les techniques d'épandage considérées sont stables par rapport à 2018 ;
- Les quantités épandues évoluent selon l'évolution considérées des cheptels.

Les émissions liées aux épandages d'engrais minéraux sont prises en compte ainsi :

- Evolution des quantités d'engrais épandues selon projections PREPA (-0.14%/an) ;
- Evolution de la décomposition par type d'engrais (source PREPA).

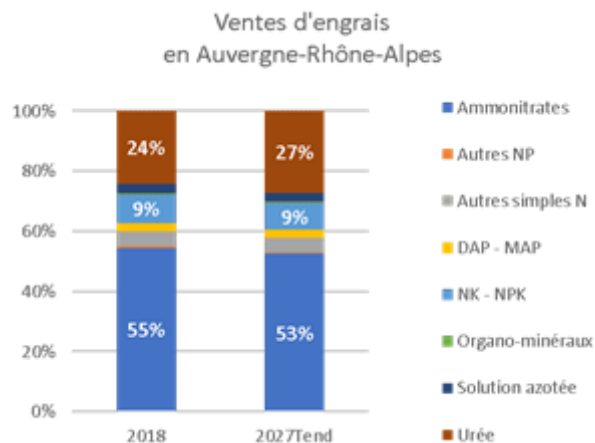


Figure 62 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais

4.8.2 Les hypothèses associées au scénario actions PPA

4.8.2.1 Principe général

Cette évaluation détaillée vise à analyser chaque action quantifiable – après évaluation en amont – prévue pour le PPA3 de Grenoble, de façon à produire un bilan détaillé des gains d'émission par rapport au scénario «Dynamique territoriale». Ce travail, réalisé à l'échelle communale, permet d'améliorer la précision des estimations en exploitant des données additionnelles et est nécessaire pour produire un cadastre¹¹ des émissions et ainsi alimenter les modèles de qualité de l'air.

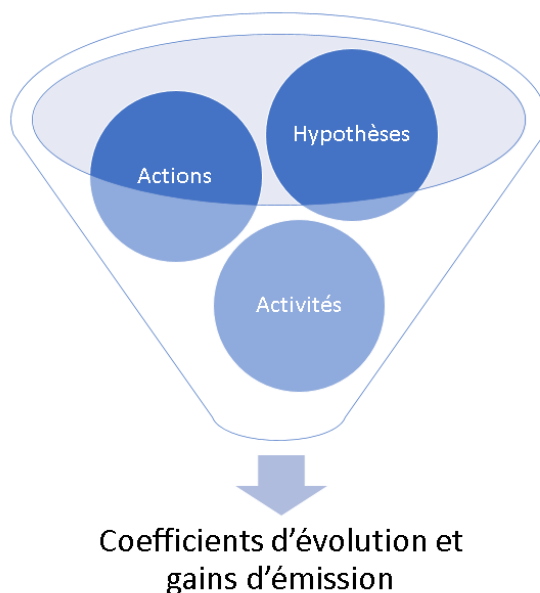


Figure 63 - Principe de calcul pour les gains d'émission

Des méthodes différentes sont utilisées selon l'action à évaluer. Pour la majorité, elles consistent à appliquer un abattement¹² aux émissions du scénario «Dynamique territoriale» 2027 et de calculer la différence entre les deux scénarios. Pour d'autres, des projections plus complexes sont réalisées en amont (parc d'appareils de chauffage au bois, trafic routier) et sont directement exploitées pour le calcul des gains.

Les actions pour la zone PPA de Grenoble sont évaluées par « bouquet » et la somme des gains permet à la fin d'obtenir les projections pour 2027. Chaque bouquet est donc estimé indépendamment des autres.

¹¹ Spatialisation des émissions atmosphériques sur le territoire à la maille 1kmx1km

¹² Abattement = baisse des émissions

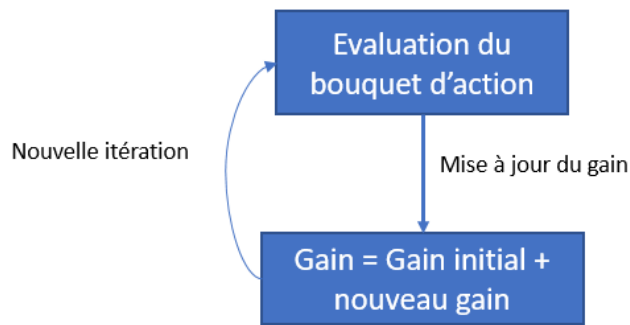


Figure 64 - Principe général d'évaluation

Les actions sont évaluées selon trois niveaux d'ambition (bas, intermédiaire, haut) afin d'observer les retombées pour plusieurs hypothèses. Lorsqu'une action ne présente qu'une seule hypothèse, les gains sont identiques pour les trois niveaux. Lorsqu'une action ne présente que deux hypothèses, la première est appliquée aux niveaux bas et intermédiaire et la seconde au niveau haut.

4.8.2.2 Méthode par secteur d'activité

► Hypothèses générales d'évolution du territoire

Aucune hypothèse spécifique n'est prise en compte concernant l'évolution de la population, des emplois et du nombre de logements. Il n'y a en effet a priori pas lieu de considérer que les évolutions de ces paramètres généraux devraient être différents du fait de la mise en œuvre des actions du PPA.

► Résidentiel et tertiaire

- *Renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois domestique*

Ce bouquet regroupe les actions RT.1.1 et RT.1.2

Des actions du PPA de Grenoble ont pour objectif de diminuer les émissions issues du chauffage au bois domestique. Deux principaux leviers sont identifiés pour appuyer ce renouvellement :

- Les interdictions d'usage ;
- Les aides financières.

Niveau d'ambition	Zone PPA Grenoble
Bas	- Interdiction des foyers ouverts sur l'ensemble de la zone PPA
Intermédiaire	- 7150 dossiers FAB entre 2022 et 2027 :
Haut	○ 30/an St-Marcellin VIC ○ 280/an Voironnais ○ 600/an GAM ○ 400/an Grésivaudan ○ 40/an Trièves ○ 30/an Vals du Dauphiné ○ 30/an Bièvre Isère ○ 20/an Bièvre Est

Tableau 4 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique

Pour ces 3 niveaux d'ambition, le nombre de dossiers est considéré comme un complément du renouvellement naturel des appareils. Par ailleurs, 100% des remplacements sont effectués par des appareils performants (norme ECODESIGN).

On estime le gain d'émission pour chaque commune, polluant et combustible en comparant les émissions du scénario PPA avec celui du tendanciel comprenant les FAB jusqu'en 2022.

- *Augmentation de la part de bois labellisé*

Ce bouquet correspond à l'action RT.1.3

La consommation de bois bûche domestique passe souvent hors des circuits de distribution. Or, la qualité du combustible joue un rôle important dans les émissions de polluants. Le PPA3 Grenoble prévoit ainsi une augmentation de la part de bois labellisé pour le chauffage domestique. Cette proportion passe de 5% dans le scénario « dynamique territoriale » à 15%. Le coefficient d'évolution à partir des émissions tendanciels est calculé comme suit :

$$EMI_{ppa} = 0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} * (1 - 0,2)$$

Avec $\frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel}$ les émissions si 0% du bois était labellisé et $(1 - 0,2)$ l'abattement de 20% pour la part de bois labellisé. En poursuivant le calcul, on obtient :

$$EMI_{ppa} = EMI_{tendanciel} * [0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8]$$

$$coeff_{evol} = 0,85 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,15 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8 = 0,97979798$$

Ce coefficient est ensuite appliqué aux émissions tendanciels de façon à obtenir le gain apporté par le scénario PPA :

$$gain = gain_{initial} + emission_{tendanciel} - coeff_{evol} * emission_{tendanciel}$$

- *Rénovation thermique des logements*

Ce bouquet correspond à l'action RT.2.1

Cette évaluation porte sur l'amélioration de l'isolation thermique des logements et bâtiments tertiaire et ainsi la réduction des consommations d'énergie et émissions associées.

Les UD38 et UD69 de la DREAL fournissent les données de travaux de rénovation pour les bâtiments publics (plan de relance). À partir des gains de consommation d'énergie disponibles, un abattement est déduit sur les émissions des bâtiments publics pour le chauffage. Le principe est d'appliquer, par EPCL, un abattement sur la part des émissions correspondant aux bâtiments publics, en supposant que consommation d'énergie et émissions sont parfaitement corrélées. L'abattement correspond au rapport entre la consommation d'énergie à l'issue des travaux et celle avant les travaux.

Ces données étant à l'horizon 2022 seulement, une hypothèse de réduction supplémentaire est également appliquée sur l'ensemble des émissions des bâtiments publics de 2023 à 2027 (taux de rénovation de 2% des bâtiments par an).

$$coeff_{evol_{2022}} = \frac{\sum conso_{cible}}{\sum conso_{ref}}$$

$$coeff_{evol_{2027}} = coeff_{evol_{2022}} * (0,02 * (2027 - 2023) * (1 - 0,40) + 1 - 0,02 * (2027 - 2023))$$

$$coeff_{evol_{2027}} \simeq coeff_{evol_{2022}} * 0,968$$

$$EMI_{ppa} = coeff_{evol_{2027}} * EMI_{tendanciel}$$

avec $conso_{ref}$ la consommation d'énergie annuelle des bâtiments publics avant travaux et $conso_{cible}$ la consommation d'énergie annuelle des bâtiments publics après travaux.

Remarque : Cette hypothèse présente des imperfections. Elle suppose en effet que la liste des établissements fournie est représentative de l'ensemble des bâtiments publics de chaque commune. Il s'agit toutefois de la meilleure solution compte tenu des difficultés à reboucler les données de consommation fournies avec celles disponibles dans l'inventaire tendanciel d'Atmo AuRA.

Pour les logements, un abattement de 40% des émissions est appliqué à 2% des logements par an. Dans le scénario tendanciel, l'hypothèse était un abattement de 1% de la consommation unitaire chaque année par rapport à la précédente. Sur cette baisse, seule 25% provenait de la rénovation des logements contre 75% pour le renouvellement tendanciel du parc. Pour le calcul, on considère que le tendanciel fait l'hypothèse d'une rénovation de 0,25% des logements par an par rapport à l'année précédente avec un abattement de 100% des émissions.

$$coeff_{evol} = 0,02 * 5 * \frac{1}{(0,9975)^{2027-2022}} * (1 - 0,4) + (1 - 0,02 * (2027 - 2022) * \frac{1}{(0,9975)^{2027-2022}})$$

$$coeff_{evol} = 0,97209053$$

- *Sensibilisation sur les émissions de solvants*

Ce bouquet correspond à l'action RT.3.1 en zone PPA Grenoble.

Une diminution de 10% est appliquée sur l'ensemble des émissions concernées par l'utilisation de solvants.

- *Brûlage de déchets verts*

Ce bouquet correspond à une partie de l'action T.2.2.

Une diminution de 50% des brûlages de déchets verts est envisagé tout scénario confondu.

► Transports

- *Poursuite et amplification de la ZFE*

Actions	Hypothèses
ZFE VP	CQA3+ sur 100% de GAM hors VRU 8% de fraude/dérogation
ZFE VUL/PL	Périmètre : 27 communes hors VRU Hypothèse haute = CQA2+ 8% de fraude/dérogation
<i>Effet ZFE hors périmètre (% de véhicules affectés hors ZFE)</i>	<i>52% sur VRU GAM 67% hors VRU GAM 0% hors GAM</i>

Tableau 5 - Hypothèses par type de ZFE

Le trafic routier et les émissions à l'année sont obtenus via un travail de modélisation (AURG pour Grenoble-Alpes Métropole et alentours) :

- Hypothèse pour le scénario dynamique territoriale : modélisation fil de l'eau PDU à l'horizon 2030 (modèle 2015, hypothèses 2017) ;
- Hypothèse pour le scénario PPA 2027 : modélisation du projet de PDU 2030 (modèle 2015/hypothèses 2017), dont -6% des véh.km parcourus sur GAM).

À ces modèles sont ajoutés la projection du parc de véhicules et son impact pour le renforcement des ZFE, les abaissements de vitesse et les reports modaux hors métropole. Le tableau ci-dessus synthétise les hypothèses.

Remarque : la modélisation PPA 2017 sur le volet des projets mobilités GAM repose sur le modèle PDU 2030 dont la mise en œuvre n'est pas prévue pour 2027 et qui va par ailleurs être impactée par la crise sanitaire. Les résultats de modélisation pour le PPA sont donc à prendre avec prudence pour le calage des objectifs NO2 du PPA.

- *Limitation des vitesses routières sur certains tronçons*

L'hypothèse basse est une réduction de 20km/h (passage de 130 à 110km/h) sur 8km sur l'A49/A4. L'hypothèse haute (retenue pour le cadastre) porte le linéaire à 15km sur A49/A41 et inclut également le passage à 70km/h sur la Rocade Sud.

- *Renouvellement de la flotte de véhicules*

La conversion énergétique des flottes de véhicules sur la zone PPA Grenoble correspond à :

- 51 bus diesel;
- 15 bus urbains;
- 75 % bus propres TOUGO;
- Objectifs renouvellement loi LOM en fourchette basse ;
- Fourchette haute : 45 % pour la part des véhicules à faibles et très faibles émissions en 2027 pour tous les services.

- *Développement en faveur du report modal*

Le développement en faveur du covoiturage ou du passage de la voiture particulière à d'autres modes de transport doit permettre de réduire les distances totales parcourues par l'ensemble des véhicules (mesurées en veh.km). L'effet de cette action sur les émissions atmosphériques est obtenu en faisant la différence des veh.km pour le scénario tendanciel et le scénario PPA.

Pour la zone PPA Grenoble, la baisse est de 1% pour l'ensemble des EPCI. On considère les émissions atmosphériques parfaitement corrélées aux veh.km des véhicules particuliers.

► Industrie

- *Réduire les émissions des installations industrielles*

Ce bouquet d'action regroupe :

- L'action I.1.1 ;
- L'action I.2.1

La liste des établissements concernés pour chaque action est directement fournie par la DREAL. Pour l'action I1-I2 / I.1.1, il s'agit des installations de combustion de puissance supérieure ou égale à 50MW et donc classé IED. Pour l'action I6 / I.2.1, il s'agit cette fois des établissements de puissance comprise entre 1 et 50 MW.

À partir des codes d'établissement fournis, les données nécessaires sont récupérées via BDREP. Plusieurs établissements listés ne sont pas présents dans l'inventaire tendanciel 2027 et l'annexe 2 permet de connaître l'origine de ces différences.

Le principe de calcul est le suivant :

$$gain = gain_initial + emission - coeff_evol * emission$$

Avec gain_initial, le gain déjà calculé par d'éventuelles précédentes actions ; emission, les émissions tendanciennes 2027 et coeff_evol, le coefficient d'évolution appliqué pour obtenir les émissions du scénario PPA à partir du tendanciel.

Action	Niveau d'ambition	Polluant	Puissance	Coefficient d'évolution
I1-I2 / I.1.1	Bas	Tous	> 50 MW	0,983
I1-I2 / I.1.1	Intermédiaire	Tous	> 50 MW	0,967
I1-I2 / I.1.1	Haut	Tous	> 50 MW	0,95
I6 / I.2.1	Bas	NOx	1 – 50 MW	0,6
I6 / I.2.1	Intermédiaire	NOx	1 – 50 MW	0,6
I6 / I.2.1	Haut	NOx	1 – 50 MW	0,6
I6 / I.2.1	Bas	PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I6 / I.2.1	Intermédiaire	PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I6 / I.2.1	Haut	PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I6 / I.2.1	Bas	PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67
I6 / I.2.1	Intermédiaire	PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67
I6 / I.2.1	Haut	PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67

Tableau 6 - Coefficients d'évolution appliqués aux actions I.1.1 et I.2.1

Plusieurs cas sont possibles :

- Si l'établissement est concerné par la mesure I1-I2 ou I.1.1, alors on applique une diminution de 5% pour le niveau bas, 10% pour le niveau intermédiaire et 15% pour le niveau haut sur un tiers des émissions.
- Si l'établissement est concerné par la mesure I6 ou I.2.1, alors on applique une diminution sur les émissions de NOx et de poussières :
 - o -40% sur les émissions de NOx ;
 - o -40% sur les émissions de poussières pour les puissances comprises entre 1 et 5 MW et -33% si la puissance est comprise entre 5 et 50MW.

À défaut de disposer du détail des émissions tendanciellles par installation de combustion, l'évaluation se base ici sur l'établissement complet. Cela entraine des incertitudes dans l'évaluation des actions.

- *Renforcer les VLE pour les nouvelles installations de combustion biomasse de puissance comprise entre 400kW et 1MW*

Ce bouquet correspond à l'action I.2.2

L'évaluation de cette action se base sur la compilation des données FIBOIS, ALEC, AGEDEN et Région pour les chaufferies de petite puissance (inférieure à 20MW), c'est-à-dire les ICPE soumises à déclaration ou les installations non classées.

Le calcul des émissions est réalisé comme suit :

$$emissions = FE_{g/MWh} * conso_{MWh}$$

Avec $FE_{g/MWh}$ le facteur d'émission de l'installation exprimé en g/MWh et $conso_{MWh}$ la consommation annuelle de l'installation en MWh. Les facteurs d'émission sont déduits de la Valeur Limite d'Emissions appliquée (voir Annexe 3).

La différence entre l'estimation des émissions du tendanciel et du scénario PPA permet d'obtenir le gain d'émissions de poussières. On suppose ici que les poussières comprennent 95% de PM10 et 93% de PM2,5.

Polluant	Formule de calcul du gain
Poussières totales (TSP)	Emissions tendanciellles 2027 – Emissions PPA 2027
PM10	(Emissions tendanciellles 2027 – Emissions PPA 2027) * 0,95
PM2,5	(Emissions tendanciellles 2027 – Emissions PPA 2027) * 0,93

Tableau 7 - Calcul des gains d'émission par polluant pour les actions I.2.2

- *Limiter les émissions des carrières et des installations de premier traitement*

Ce bouquet correspond à l'action I.3.1

Pour la zone grenobloise, elle renforce des restrictions d'émission initialement fixées à 0,5g/m²/j. Le passage à 0,35g/m²/j suppose ainsi un abattement des émissions correspondantes de 30%. Toutefois, il est supposé que seul 50% des exploitants respecteront la limite soit un abattement de 15%.

La liste des établissements concernés par cette action est fournie par la DREAL. L'évaluation consiste ensuite à appliquer un coefficient d'évolution aux émissions tendanciellles 2027 des établissements ciblés :

$$gain = gain_{initial} + emission - coef_{evol} * emission$$

- *Bonnes pratiques des chantiers*

Ce bouquet correspond à l'action I.3.2

La mise en place d'une charte de bonnes pratiques sur les chantiers fait partie des mesures préconisées par le PPA3 de Grenoble. Il est supposé que le respect de cette charte permettrait d'abaisser de 25% les émissions des chantiers. L'évaluation est ici effectuée en supposant également que seuls 30% des chantiers l'adopteront à Grenoble. Il est possible que cette part représente les chantiers les plus émetteurs. Toutefois, on suppose ici que ces chantiers représentent 15% des émissions totales ce qui donne un coefficient d'évolution de 0,925.

Le calcul est ensuite réalisé comme suit :

$$gain = gain_{initial} + emission - coeff_{evol} * emission$$

► Agriculture

- *Utilisation de fertilisants artificiels*

Ce bouquet correspond à l'action A2.1 de la zone PPA Grenoble

Le PPA3 prévoit une augmentation de la part de surface agricole convertie à l'agriculture biologique. Cela réduit de fait l'utilisation de fertilisants artificiels et les émissions associées. Il est supposé que le volume des fertilisants organiques des surfaces converties demeure inchangé du fait d'une meilleure répartition.

Le scénario « Dynamique territoriale » donne une part de surface d'agriculture biologique constante par rapport à 2018 (9%). Cette part passe à 15% sur la zone PPA de Grenoble.

Un coefficient d'évolution est appliqué aux émissions tendanciennes de 2018 associées à l'utilisation de fertilisants artificiels pour tenir compte de cette évolution. Cela donne :

$$EMI_{ppa} = 0,85 * \frac{1}{0,91} * EMI_{tendanciel}$$

$$coeff_{evol} = \frac{0,85}{0,91} = 0,93406593$$

avec $\frac{1}{0,91} * EMI_{tendanciel}$ les émissions tendanciennes si 0% des surfaces agricoles était convertie à l'agriculture biologique.

Le gain est enfin calculé comme suit :

$$gain = gain_{initial} + emission - coeff_{evol} * emission$$

- *Epandage*

Ce bouquet correspond à l'action A.2.2 volet épandage.

Tendanciel 2027		Taux d'application		Taux d'ajustement déduit	
Type d'épandage	FA NH3	lisier porcins	lisier bovins	lisier porcins	lisier bovins
Tonne à lisier seule	100%	49%	88%	49%	88%
Pendillard	70%	21%	4%	15%	3%
Enfouisseur	30%	6%	1%	2%	0%
Autre	100%	4%	2%	4%	2%
Tonne à lisier + pendillard	85%	7%	3%	6%	3%
Tonne à lisier + enfouisseur	65%	4%	1%	3%	1%
Pendillard et enfouisseur	50%	7%	0%	4%	0%
Tonne à lisier + pendillard + enfouisseur	67%	2%	0%	1%	0%
TOTAL		100%	99,0%	83%	96%

Tableau 8 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario «Dynamique territoriale»

Les émissions liées aux épandages organiques sont déduites des données d'activité associé à un facteur d'émission global couvrant l'ensemble des techniques d'épandage. Le tableau ci-dessus liste les différents systèmes d'épandage et les informations associées :

- FA NH₃ : coefficient d'évolution du facteur d'émission si l'intégralité de l'épandage était effectuée avec ce système plutôt qu'avec de la tonne à lisier seule (exemple : si on n'avait que des pendillards, le FE diminuerait de 100-30 = 70% par rapport au scénario où seule la tonne à lisier est utilisée) ;
- Taux d'application : part d'utilisation de ce système d'épandage (hypothèse nationale) ;
- Taux d'ajustement : produit de FA NH₃ et du taux d'application, c'est-à-dire une pondération du taux d'application par le niveau d'émission du système. Les taux d'ajustement du tendanciel servent alors de référence pour évaluer l'abattement à appliquer pour les scénarios PPA.

2027 PPA Bas		Taux d'application		Taux d'ajustement déduit	
Type d'épandage	FA NH3	lisier porcins	lisier bovins	lisier porcins	lisier bovins
Tonne à lisier seule	100%	41%	73%	41%	73%
Pendillard	70%	26%	12%	18%	8%
Enfouisseur	30%	8%	3%	2%	1%
Autre	100%	0%	0%	0%	0%
Tonne à lisier + pendillard	85%	9%	9%	7%	8%
Tonne à lisier + enfouisseur	65%	5%	3%	3%	2%
Pendillard et enfouisseur	50%	9%	0%	4%	0%
Tonne à lisier + pendillard + enfouisseur	67%	3%	0%	2%	0%
TOTAL		100%	100,0%	79%	92%
Tx progression		1,25	3	0,948	0,954

Tableau 9 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA Grenoble bas et intermédiaire

2027 PPA haut		Taux d'application		Taux d'ajustement déduit	
Type d'épandage	FA NH3	lisier porcins	lisier bovins	lisier porcins	lisier bovins
Tonne à lisier seule	100%	30%	55%	30%	55%
Pendillard	70%	32%	20%	22%	14%
Enfouisseur	30%	9%	5%	3%	2%
Autre	100%	0%	0%	0%	0%
Tonne à lisier + pendillard	85%	11%	15%	9%	13%
Tonne à lisier + enfouisseur	65%	6%	5%	4%	3%
Pendillard et enfouisseur	50%	11%	0%	5%	0%
Tonne à lisier + pendillard + enfouisseur	67%	3%	0%	2%	0%
TOTAL		100%	100,0%	74%	87%
Tx progression		1,5	5	0,897	0,898

Tableau 10 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA haut

Le scénario PPA vise une réduction de la part d'utilisation de la tonne à lisier seule (système le plus émissif). Un taux de progression de 1,25 pour les porcins et 3 pour les bovins est appliqué en niveau bas pour l'ensemble des systèmes au détriment de la tonne à lisier seule. Pour le niveau haut, ces taux de progression

passent respectivement à 1,5 et 5 pour les porcins et bovins. Ces hypothèses sont reprises pour les deux zones PPA.

Niveau d'ambition	Cheptel	Coefficient d'évolution
Bas	Porcins	0,948
Bas	Bovins	0,954
Haut	Porcins	0,897
Haut	Bovins	0,898

Tableau 11 - Coefficients d'évolution utilisés pour l'action A3 / A.2.2

- *Pratiques d'élevage*

Ce bouquet correspond à l'action A.2.2 volet élevages.

Taux d'application	Cheptel	2008	2020	2030	2020-2030 (% sup / an)	2027
Couverture basse technologie	Porcin	17%	40%	80%	4%	68%
	Bovins	31%	35%	55%	2%	49%
	Avicole	39%	40%	80%	4%	68%
Couverture haute technologie	Porcin	17%	40%	80%	4%	68%
	Bovins	31%	5%	10%	1%	9%
	Avicole	39%	40%	80%	4%	68%

Tableau 12 - Taux d'application de la couverture de fosse à lisier (source : PREPA).

Taux d'application	Cheptel	Part des efforts	Projection 2020	Projection 2030	Projection 2027
Couverture basse technologie	Porcin	40%	16%	32%	27%
	Bovins	70%	25%	39%	34%
	Avicole	40%	16%	32%	27%
Couverture haute technologie	Porcin	60%	24%	48%	41%
	Bovins	30%	2%	3%	3%
	Avicole	60%	24%	48%	41%

Tableau 13 - Taux d'application utilisés

Le PREPA évalue différentes actions visant à améliorer les pratiques d'élevage. La couverture des fosses à lisier fait partie des solutions retenues dans le cadre du PPA avec des abattements allant de 50 à 80% selon le niveau de technologie (voir Annexe 4). Le premier des deux tableaux ci-dessus donnent les taux d'application théoriquement faisables par cheptel et type de couverture (source : PREPA). 10% ont été ôtés pour les taux d'application de 2020 et 2030 afin de tenir compte des freins économiques liés à la taille modeste des exploitations dans la zone PPA de Grenoble. La projection du taux d'application en 2027 est ensuite extrapolée en supposant une progression linéaire entre 2020 et 2030.

On suppose que les deux technologies ont évolué et évoluent de façon concomitante entre 2008 et 2027. Des hypothèses de répartition entre basse et haute technologie sont formulées par cheptel en tenant compte des taux d'applications théoriquement faisables – en accord avec la DREAL. Pour les porcins et avicoles, on considère que 60% des efforts entre 2008 et 2027 se concentrent sur les hautes technologies. Pour les bovins où la diffusion des couvertures hautes technologies présentent des freins importants, on considère cette fois que 70% des efforts se concentrent sur les basses technologies.

Concrètement, cela signifie par exemple que 60% du taux d'application en 2027 concerne les hautes technologies pour les porcins et volailles (cf. tableau ci-dessus). Ainsi, 41% des fosses à lisier sont couvertes par des hautes technologies, 27% par des basses technologies, tandis que 32% des fosses ne sont pas couvertes. Pour les bovins, 70% du taux d'application théorique des basses technologies est effectivement

réalisé ce qui représente 34% des fosses à lisier. En suivant ce principe, on obtient 3% des fosses à lisier couvertes en haute technologie (30% de 9%) et 73% des fosses à lisier ne sont alors pas couvertes pour les bovins.

Coefficients d'évolution

- Bovins
 - Scénario bas/intermédiaire

Emissions des déjections au stockage

On calcule les émissions si aucune couverture de fosse à lisier n'était présente en 2018 (sur la base des données PREPA 2020 auxquels on soustrait 10%) :

$$EMI_{0\%} = EMI * \left(0,3 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,8)} + 0,7 * \frac{1}{0,65 + 0,35 * (1 - 0,5)} \right) \approx EMI * 1,1609$$

$$coeff_0 = 1,1609$$

$$coeff_{evol} = 0,3 * 0,09 * coeff_0 * (1 - 0,8) + 0,7 * 0,49 * coeff_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,3 * 0,09 + 0,7 * 0,49) = 0,83537822$$

- Scénario haut

Emissions des déjections au stockage

On calcule les émissions si aucune couverture de fosse à lisier n'était présente en 2018 (sur la base des données PREPA 2020 auxquels on soustrait 10%) :

$$EMI_{0\%} = EMI * \left(0,3 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,8)} + 0,7 * \frac{1}{0,65 + 0,35 * (1 - 0,5)} \right) \approx EMI * 1,1609$$

$$coeff_0 = 1,1609$$

$$coeff_{evol} = 0,3 * 0,09 * coeff_0 * (1 - 0,8) + 0,7 * 0,49 * coeff_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,3 * 0,09 + 0,7 * 0,49) = 0,83537822$$

- Porcins
 - Scénario bas/intermédiaire

Emissions des déjections au bâtiment

$$coeff_{evol} = 0,75 * (1 - 0,26) + 0,25 = 0,805$$

Emissions des déjections au stockage

On calcule les émissions si aucune couverture de fosse à lisier n'était présente en 2018 (sur la base des données PREPA 2020 auxquels on soustrait 10%) :

$$EMI_{0\%} = EMI * \left(0,6 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,8)} + 0,4 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,5)} \right) \approx EMI * 1,3824$$

$$coeff_0 = 1,3824$$

$$coeff_{evol} = 0,6 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,8) + 0,4 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,6 * 0,68 + 0,4 * 0,68) = 0,6208$$

- Scénario haut

Emissions des déjections au bâtiment

$$coeff_{evol} = 1 - 0,26 = 0,74$$

Emissions des déjections au stockage

On calcule les émissions si aucune couverture de fosse à lisier n'était présente en 2018 (sur la base des données PREPA 2020 auxquels on soustrait 10%) :

$$EMI_{0\%} = EMI * \left(0,6 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,8)} + 0,4 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,5)} \right) \approx EMI * 1,3824$$
$$coeff_0 = 1,3824$$

$$coeff_{evol} = 0,6 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,8) + 0,4 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,6 * 0,68 + 0,4 * 0,68) = 0,6208$$

- Volailles

Emissions des déjections au stockage

On calcule les émissions si aucune couverture de fosse à lisier n'était présente en 2018 (sur la base des données PREPA 2020 auxquels on soustrait 10%) :

$$EMI_{0\%} = EMI * \left(0,6 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,8)} + 0,4 * \frac{1}{0,6 + 0,4 * (1 - 0,5)} \right) \approx EMI * 1,3824$$
$$coeff_0 = 1,3824$$

$$coeff_{evol} = 0,6 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,8) + 0,4 * 0,68 * coeff_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,6 * 0,68 + 0,4 * 0,68) = 0,6208$$

Cheptel	Coefficient d'évolution des émissions du stockage de lisier
Bovins	0,83537822
Porcins	0,6208
Volailles	0,6208

Tableau 14 - Synthèse des coefficients d'évolution pour la couverture de fosse à lisier

L'abattement est ensuite appliqué aux cheptels et activités correspondants.

En plus de ces deux actions, un abattement forfaitaire de 10% est appliqué aux autres émissions liées à l'élevage. Cela regroupe :

- Les émissions des déjections au bâtiment hors porcins ;
- Les émissions des déjections hors lisier au bâtiment et au stockage ;
- Les émissions liées à la pâture/parcours.

- Brûlages agricoles

Ce bouquet correspond à une partie de l'action T.2.2.

L'écobuage est une technique ancienne de préparation de terrains pour une mise en culture. Elle implique le brûlage de mottes de terre et de végétation qui émettent des polluants atmosphériques.

L'abattement est de 50% pour les scénarios 1 et 2 (bas et intermédiaire) et de 75% pour le scénario 3 (haut).

4.9 Scénario retenu

Par suite de l'évaluation des actions, un niveau d'ambition supplémentaire est finalement retenu pour modéliser les polluants atmosphériques. Il reprend pour l'essentiel les hypothèses du niveau d'ambition intermédiaire avec quelques ajustements :

- l'hypothèse basse de 5% est retenue pour l'action I.1.1 ;
- l'hypothèse haute est retenue pour l'action A.2.2 ;
- le taux d'application de la brumisation dans les bâtiments porcins est de 75% pour l'action A.2.2 élevage.

Ces hypothèses sont donc celles prises en compte dans le scénario « 2027 actions PPA » également appelé « 2027 avec PPA ».

4.10 Cadastrage des émissions

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes produit une modélisation des concentrations à l'horizon 2027 selon le scénario PPA. Ce modèle, produit par maille de taille 10mx10m, est notamment alimenté par l'évolution des émissions atmosphériques sur le territoire en prenant en compte les actions du PPA3. L'évaluation détaillée des actions à l'échelle communale doit donc être adaptée sous forme d'un cadastre des émissions.

Pour la plupart des secteurs, le cadastrage est directement réalisé à partir du bilan communal des émissions. Pour d'autres comme le transport, les actions sont évaluées en parallèle par maille géographique.

4.11 Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air

4.11.1 Rappel du périmètre

Le périmètre retenu pour le PPA de Grenoble inclut :

- Grenoble-Alpes-Métropole (49 communes toutes dans le PPA 2) ;
- CC Le Grésivaudan (43 communes toutes dans le PPA 2) ;
- CA Pays Voironnais (31 communes toutes dans le PPA 2) ;
- Communauté de Communes de Bièvre Isère (50 communes dont 41 dans le PPA 2) ;
- Communauté de Communes Saint-Marcellin Vercors Isère (47 communes toutes dans le PPA 2) ;
- Communauté de Communes de Vals du Dauphiné (36 communes, une seule appartenant au PPA 2) ;
- Communauté de Communes Bièvre Est (14 communes toutes dans le PPA 2) ;
- Communauté de Communes du Trièves (27 communes toutes dans le PPA 2) ;

soit au total 297 communes (24 communes de plus que dans le PPA 2).

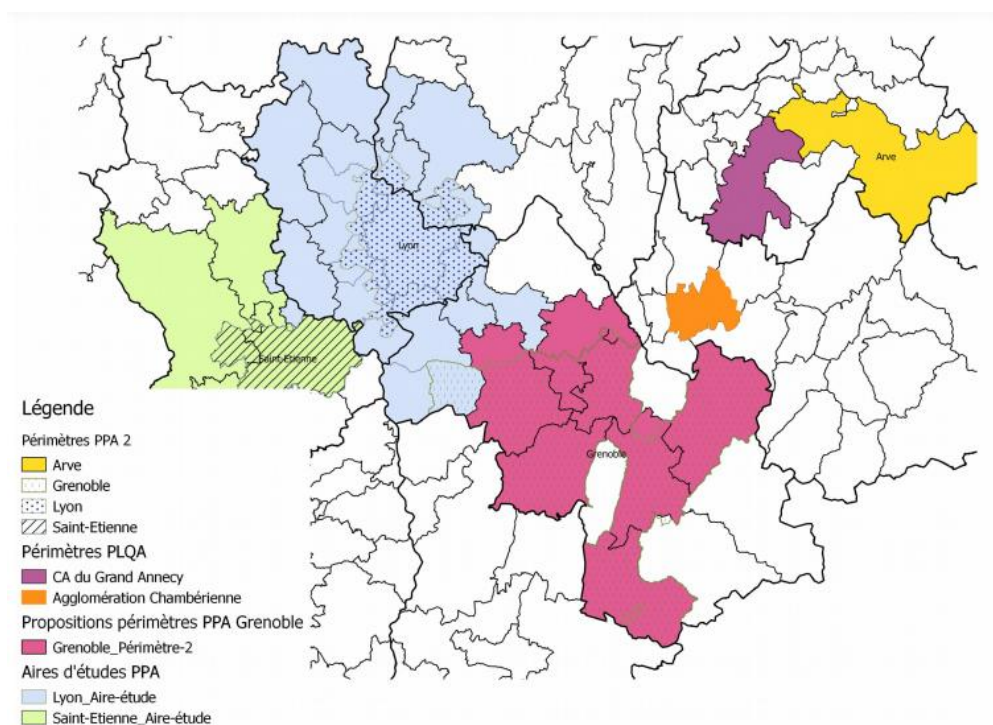


Figure 65 : périmètre du PPA3 de Grenoble

4.11.2 Bilan global de l'évolution des émissions

PREPA : objectifs nationaux de réduction des émissions atmosphériques					
Polluants	Emissions 2005	Emission tendancielle 2027	Évolution 2005-2027 tendanciel	Objectif	Réduction en 2027
NH3	3470	3402	-2%	-11%	313
COVM	14049	7572	-46%	-52%	829
NOx	16319	5785	-65%	-67%	400
SOx	2756	560	-80%	-77%	0
PM2,5	2918	1431	-51%	-57%	176
Plan national biomasse : -50% d'émissions du chauffage domestique au bois entre 2020 et 2030					
Polluants	Emissions 2018	Projection émissions 2020	Emissions tendancielle 2027	Projection émissions 2030	Réduction en 2027
PM2,5	1375	1275	925	775	138
PM10	1404	1302	946	793	142

Tableau 15 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Grenoble

Deux plans d'action actent des réductions d'émissions pour les principaux polluants atmosphériques. Le tableau ci-dessus synthétise les objectifs à atteindre pour 2027 sur la zone PPA de Grenoble. La colonne « Réduction en 2027 » représente la réduction d'émission en tonnes que doit apporter le scénario PPA pour respecter les objectifs vis-à-vis du PREPA et de la loi Climat et Résilience. En effet, si les émissions diminuent déjà d'après l'évolution tendancielle modélisée, ces réductions restent néanmoins insuffisantes au regard des objectifs à atteindre pour certains polluants.

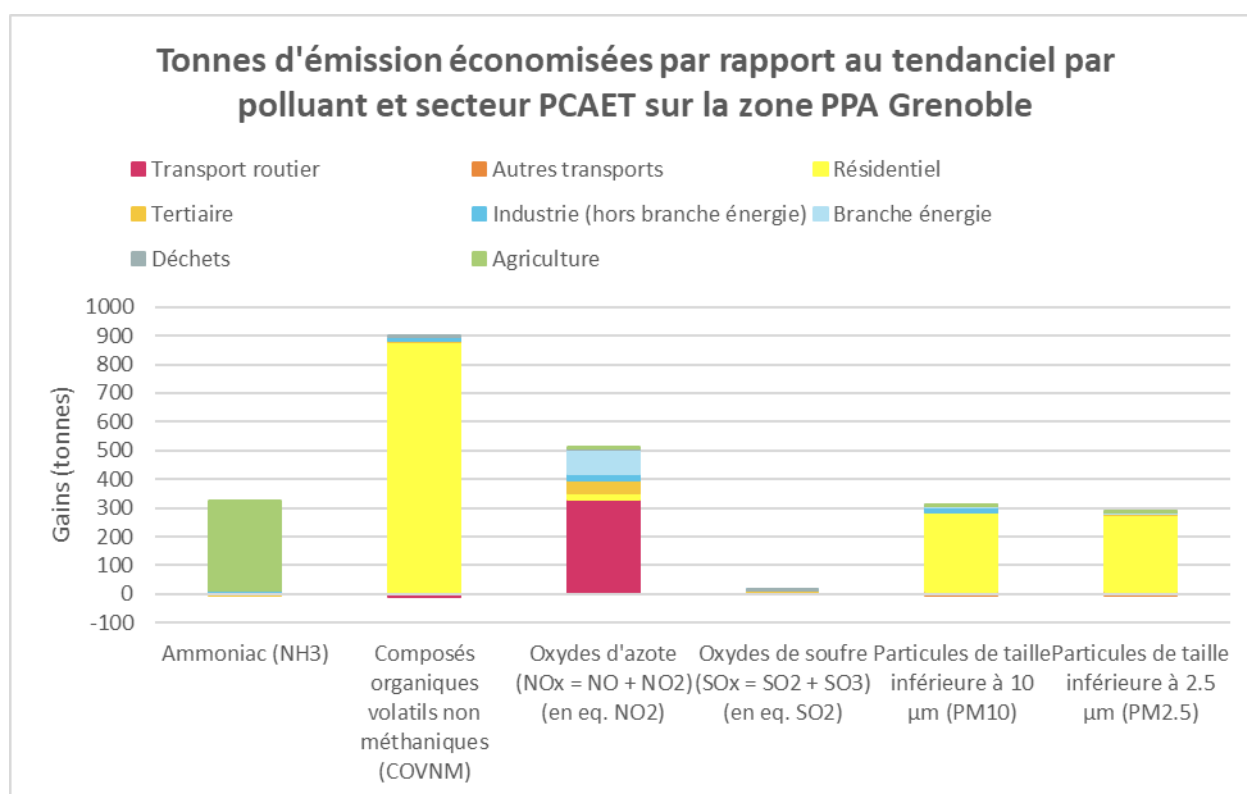


Figure 66 – Réductions d'émission par rapport au tendanciel par polluant et secteur PCAET sur la zone PPA Grenoble

Les actions mises en place dans le cadre de la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère entraînent des réductions d'émission sur l'ensemble des polluants ciblés par le PREPA et le plan national chauffage au bois. Pour chaque polluant, un secteur contribue particulièrement à cette baisse : résidentiel pour les COVNM et particules, agriculture pour l'ammoniac, transport routier pour les oxydes d'azote, secteur de l'énergie pour les oxydes de soufre (cf. Figure ci-dessus).

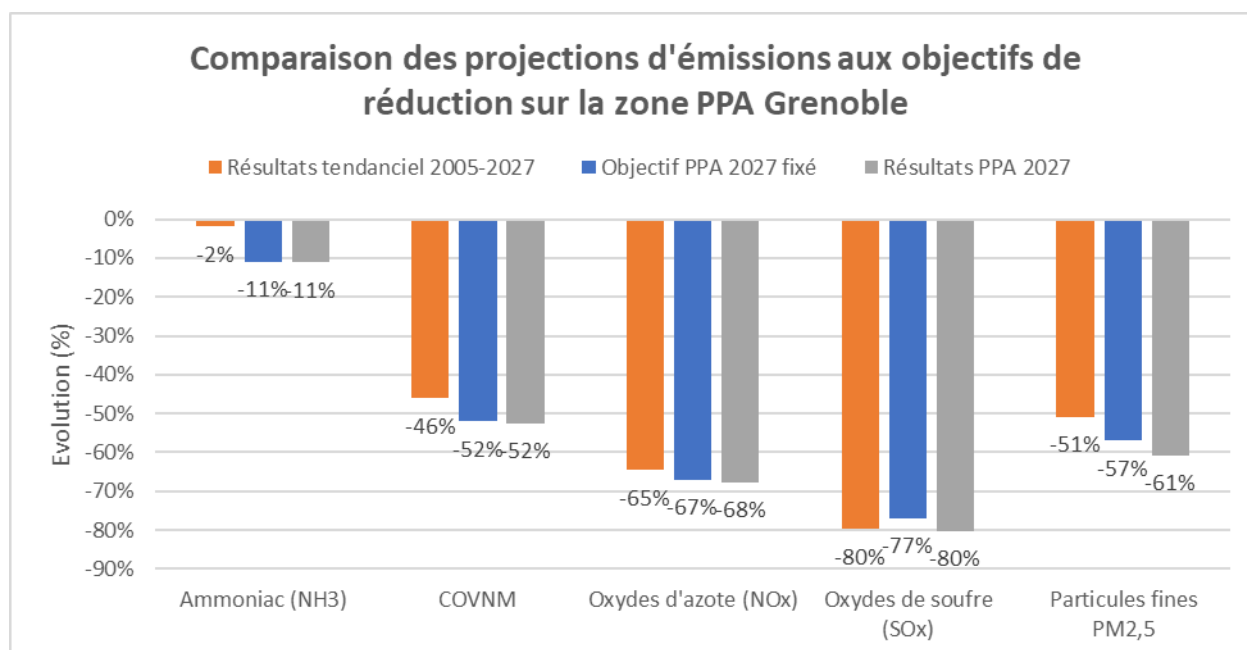


Figure 67 - Comparaison des projections d'émissions aux objectifs de réduction sur la zone PPA Grenoble

Ces réductions permettent d'être en phase avec l'atteinte des objectifs du PREPA et du plan national chauffage au bois en 2030 sur la zone (cf. Figure ci-dessus). Les objectifs 2030 sont même d'ores et déjà

atteints en 2027 pour les oxydes de soufre, les COVNM et les particules fines. Pour l’ammoniac, les ambitions sont déjà fortes et permettent de respecter l’objectif minimum de peu.

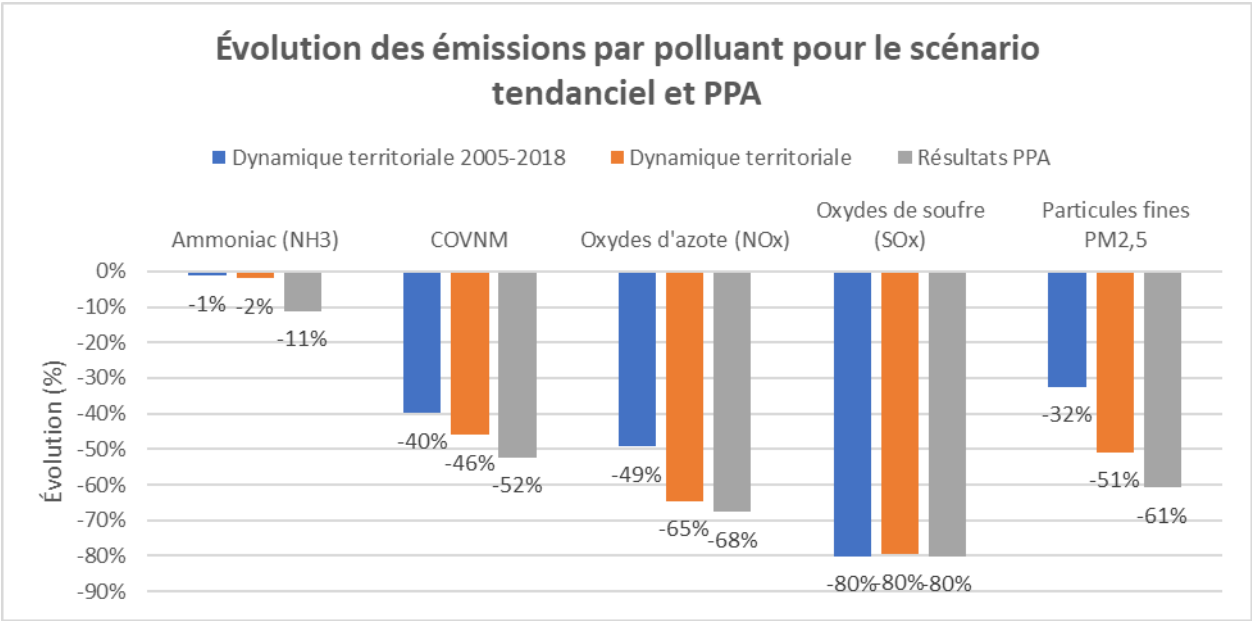


Figure 68 - Évolution des émissions par polluant pour le scénario tendanciel et PPA sur la zone PPA Grenoble

L’évolution tendancielle a déjà permis d’atteindre des réductions significatives en 2018. Toutefois, la mise en place des actions du PPA3 contribue de façon visible à l’évolution des émissions entre 2018 et 2027 (cf. Figure ci-dessus). Pour l’ammoniac par exemple, environ 90% des tonnes économisées proviennent du scénario PPA. Cette part descend jusqu’à 15% dans le cas des oxydes d’azote où le scénario tendanciel prévoit déjà des efforts importants – bien qu’insuffisants à eux seuls.

Secteur	Identifiant de l'action	NOx	SOx	PM10	PM2,5	NH3	COVNM
Résidentiel / Tertiaire	R1.1 et R1.2	1%	16%	73%	77%	3%	72%
	R2.1	11%	48%	7%	7%	0%	6%
	R1.3	1%	5%	6%	6%	0%	5%
	R3.1	0%	0%	0%	0%	0%	16%
	T2.2	0%	0%	1%	1%	0%	0%
Transports	MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2 GAM	61%	5%	2%	2%	-1%	-1%
	MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2 hors GAM	4%	0%	0%	0%	0%	0%
Industrie	I1.1	4%	25%	0%	0%	0%	2%
	I2.1	18%	0%	1%	1%	0%	0%
	I3.1	0%	0%	4%	1%	0%	0%
	I3.2	0%	0%	1%	1%	0%	0%
	I2.2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Agriculture	A2.1	0%	0%	0%	0%	46%	0%
	A2.2 élevage	0%	0%	0%	0%	35%	0%
	A2.2 épandage	0%	0%	0%	0%	16%	0%
	T2.2	0%	0%	1%	1%	0%	0%

Tableau 16 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action sur la zone PPA Grenoble

Les actions ne contribuent pas toutes de la même façon aux tonnes économisées sur les différents polluants (cf. Figure ci-dessus). Par exemple, 77% des tonnes économisées de PM2,5 grâce aux actions PPA proviennent des actions autour du parc de chauffage au bois domestique. Plus généralement, chaque polluant a une action phare qui concentre la majorité des réductions d'émission.

4.11.3 Les oxydes d'azote (NO_x)

Evolution des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) selon le scénario PPA Actions 2027

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	5 785
PPA3 2027	5 278
Réduction d'émission	-507
Objectif 2027	-400

Tableau 17 – Comparaison des émissions de NO_x entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de NO_x à horizon 2027 diminuent sur le territoire grâce aux actions du PPA3. Les 507 tonnes économisées permettent de s'approcher de l'objectif 2030 du PREPA (-726 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

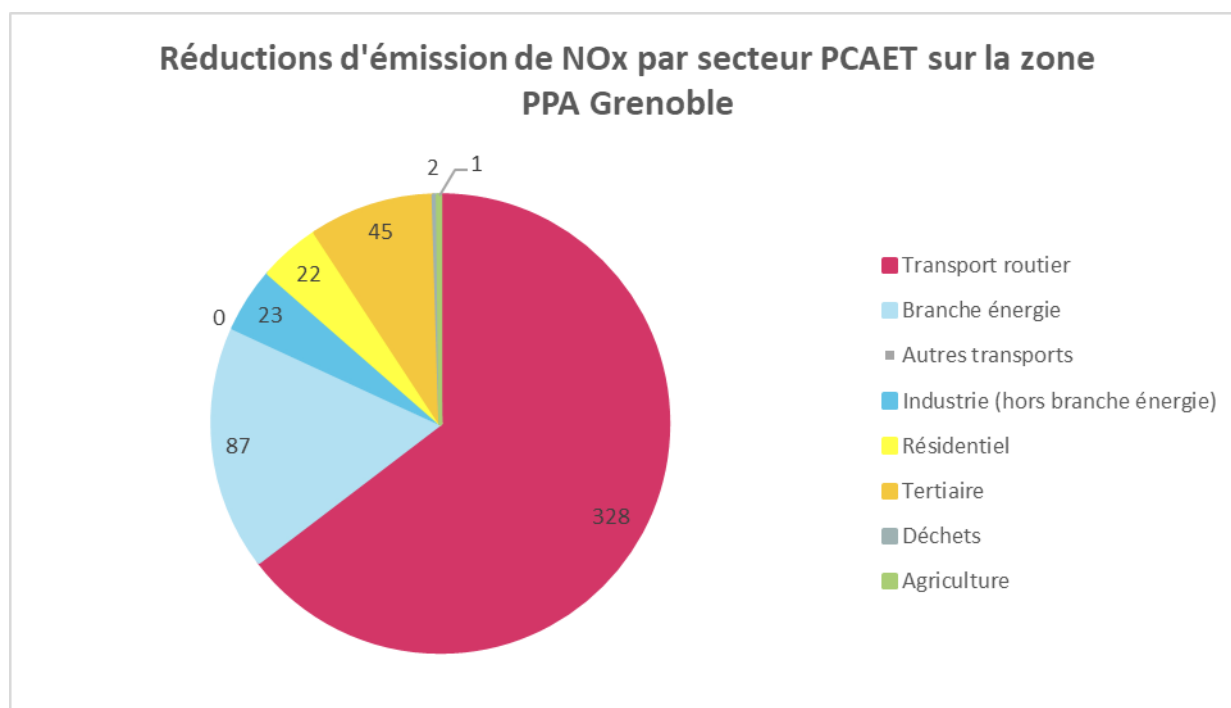


Figure 69 - Réductions d'émission de NO_x par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

La Figure ci-dessus montre que le transport routier contribue en majorité à cette baisse (65% du total des gains) suivi par les actions sur les sites industriels de transformation d'énergie (17%).

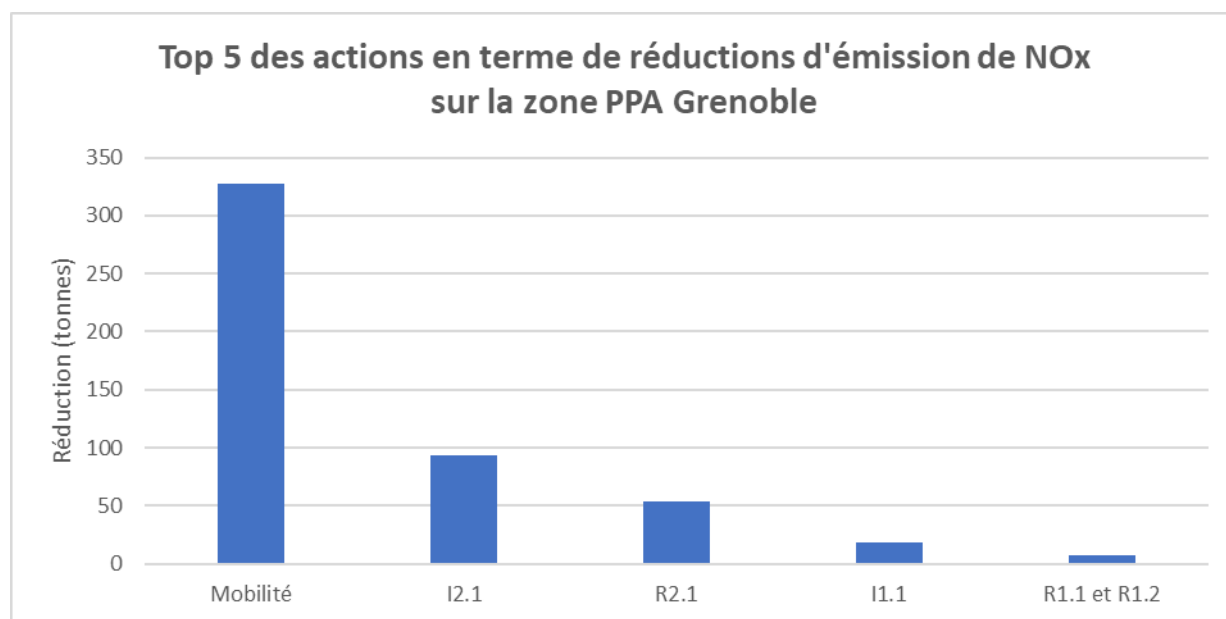


Figure 70 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Grenoble

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2	Actions de mobilité sur Grenoble-Alpes Métropole (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-310	61%
I2.1	Renforcement des VLE	-93	18%
RT2.1	Rénovation thermique	-54	11%
I1.1	Installations IED	-19	4%
Report modal hors GAM	Report modal hors Grenoble-Alpes Métropole	-18	4%
RT1.1, RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-7	1%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-4	1%
T2.2	Brûlage air libre résidentiel	-1	0%
T2.2	Brûlage air libre agriculture	-1	0%
RT3.1	Sensibilisation solvants	0	0%
I3.2	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
I3.1	Limiter les émissions des carrières	0	0%
A2.2 élevage	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
A2.2 épandage	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
A2.1	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
I2.2	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%

Tableau 18 - Gains d'émission de NOx par action sur la zone PPA Grenoble

Les tonnes économisées sur le transport routier sont en quasi-totalité dues au renforcement de la ZFE et à la prise en compte des autres projets intégrés au PDU sur Grenoble-Alpes Métropole (61% du gain total). Le report modal hors métropole et la limitation des vitesses représentent la part manquante des réductions du secteur. D'autres actions contribuent à l'évolution des émissions, notamment le renforcement des VLE pour les installations de combustion entre 1 et 50 MW, ainsi que la rénovation thermique des logements.

Evolution des concentrations mesurées de NO₂ selon le scénario PPA Actions 2027

NO ₂	Mesures 2017	2027 Dynamique territoriale	2027 Actions	
Grenoble Grands Boulevards	48	29	22	> valeur limite < Objectif PPA3 (30µg/m ³)
Grenoble Rocade Sud	44	33	27	
Grenoble les Frênes	21	13	11	

Tableau 19 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 6 à 7 µg/m³ la moyenne annuelle de NO₂ estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération grenobloise, et de 2 µg/m³ la moyenne annuelle de NO₂ estimée sur la station de fond de Grenoble les Frênes.

Elle permet de respecter, sur l'ensemble des stations de mesures, l'objectif du PPA 3 fixé à 30 µg/m³ en moyenne annuelle. Ce seuil correspond au seuil 2 des nouvelles directives de l'OMS fixée en 2021. En effet, en abaissant sa valeur recommandée à 10 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂, fin septembre 2021, l'OMS a également introduit, des seuils intermédiaires (1, 2 et 3) à 40, 30 et 20 µg/m³.

Concentrations moyennes annuelles de NO₂ selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

Ces cartes montrent des niveaux de concentrations de NO₂ qui passent assez significativement en-deçà du seuil réglementaire fixé à 40 µg/m³ en moyenne annuelle, avec des niveaux qui restent plus élevés en proximité automobile, notamment sur l'A480 et la Rocade Sud.

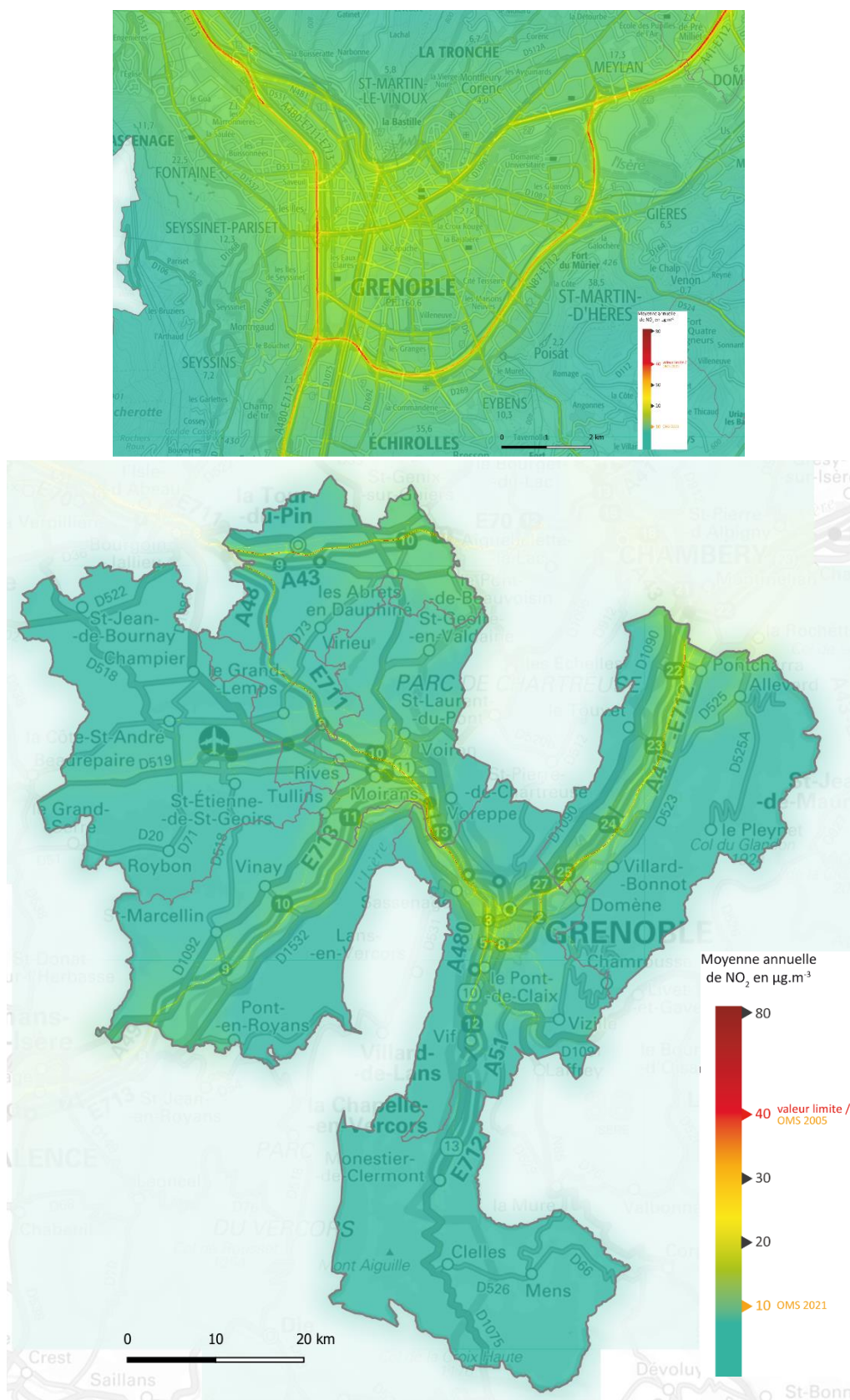
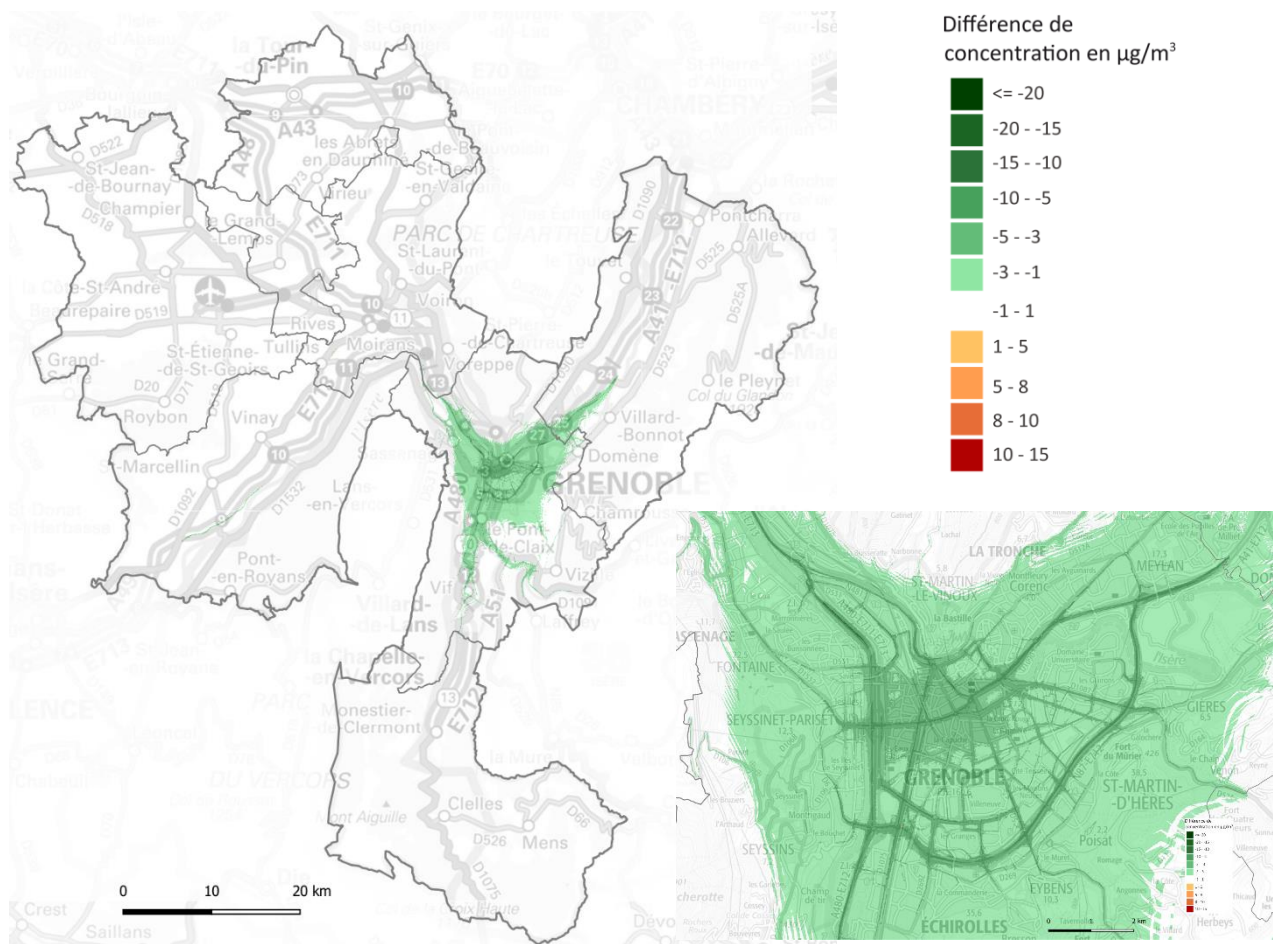


Figure 71 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO_2 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario « Dynamique Territoriale » 2027 et Actions PPA 2027



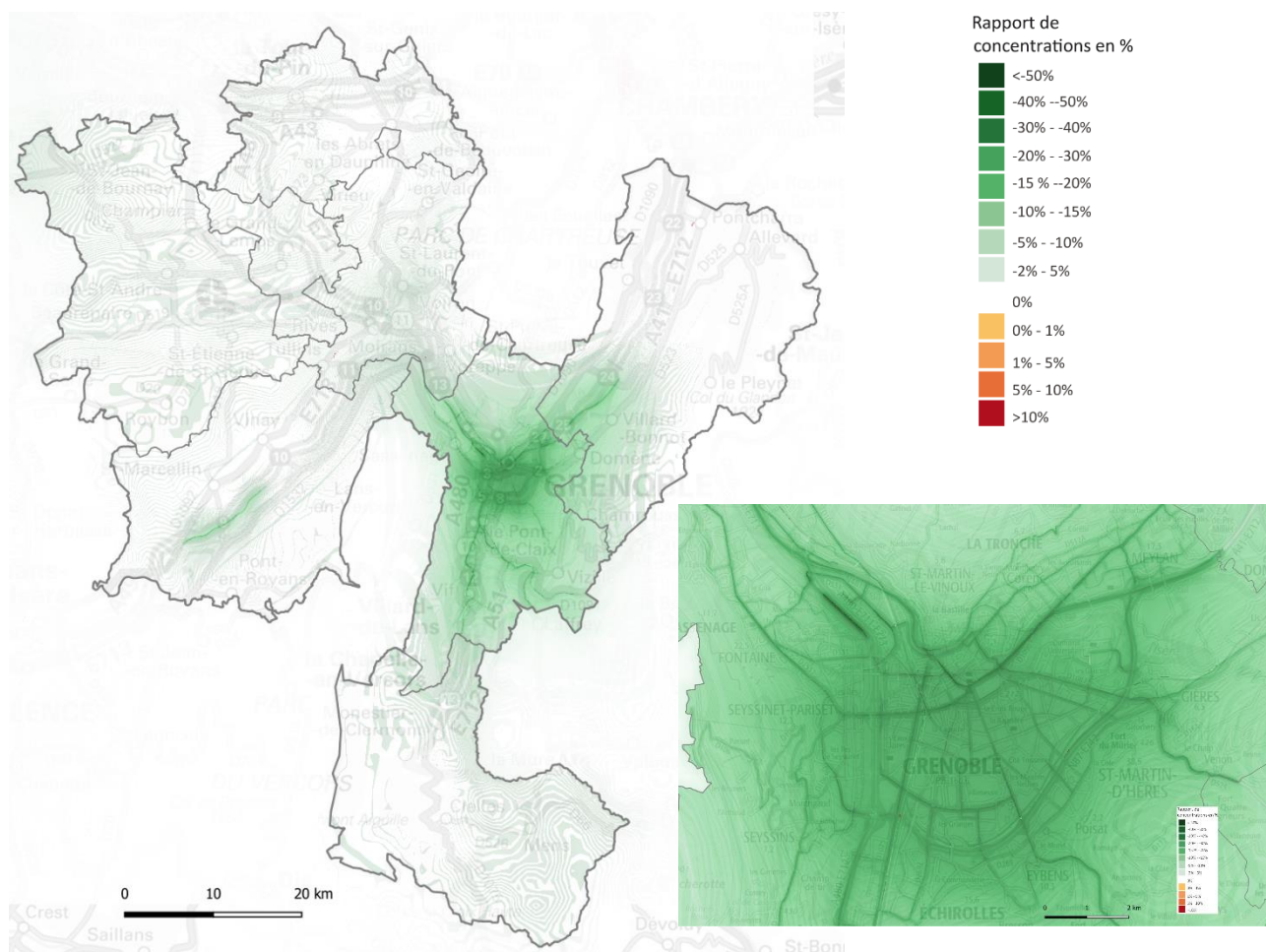


Figure 73 : Rapports de concentration moyennes annuelles en NO₂ estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027

La mise en place des actions du PPA permet une baisse très sensible des concentrations de dioxyde d'azote (-5 à -10 µg/m³ ou -20 à -30%) le long de la Rocade Sud et de certains axes routiers structurant urbains mais également au cœur de Grenoble avec une baisse de -3 à -4µg/m³. De surcroît, l'effet favorable du plan d'action se voit également sur l'ensemble de l'agglomération, ainsi que sur le Sud du Grésivaudan, traduisant le fait que le rajeunissement des parcs de véhicules circulant dans le cœur de l'agglomération profitera également aux périphéries.

On constate aussi une amélioration sur l'autoroute A49 autour de Saint-Marcellin liée à une réduction de vitesse.

Hors de la Métropole grenobloise, les effets des actions du PPA sont beaucoup moins sensibles.

Distribution de l'exposition de la population au
dioxyde d'azote (NO₂)
Référence 2017/Dynamique territoriale 2027
/Actions 2027

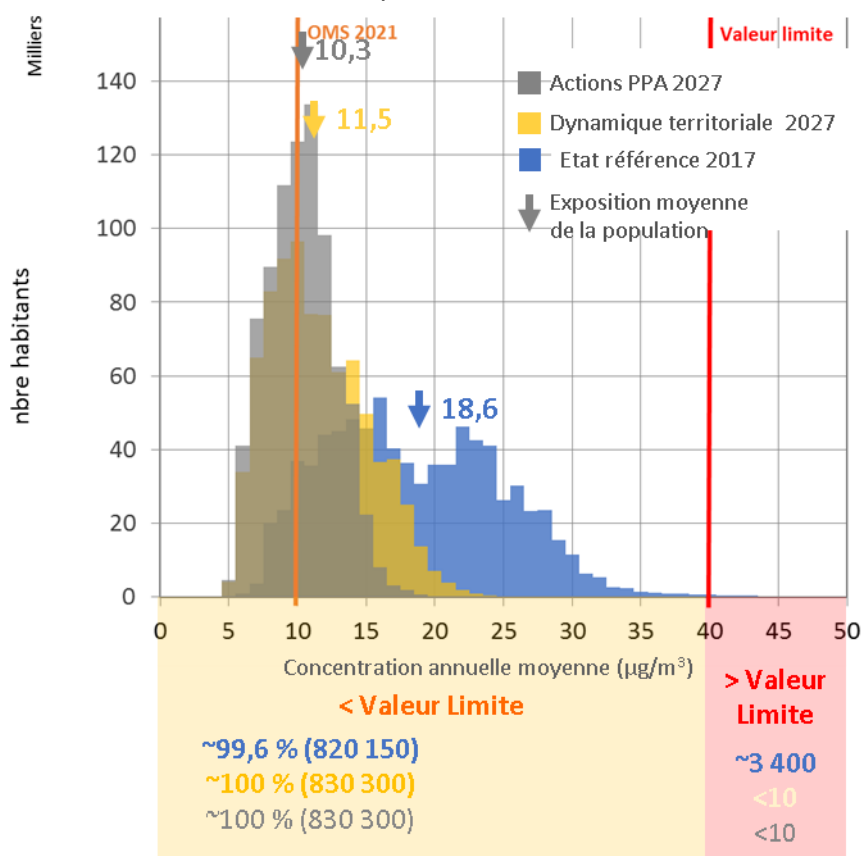


Figure 74 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario « Dynamique Territoriale » 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de NO₂. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de NO_x (liée à la dynamique du territoire) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de 7 µg/m³ en 2027.

Les actions du PPA permettront en sus, un gain de 1 µg/m³ pour atteindre une concentration moyenne d'exposition à peine supérieure à 10 µg/m³. Cette exposition moyenne respecterait l'objectif du PPA3 sur l'exposition moyenne fixée à 20 µg/m³ (seuil 3) mais resterait toutefois légèrement supérieure à la nouvelle valeur moyenne d'exposition recommandée par l'OMS depuis septembre 2021, à savoir 10 µg/m³ contre 40 µg/m³ auparavant soit une division par 4 de la cible.

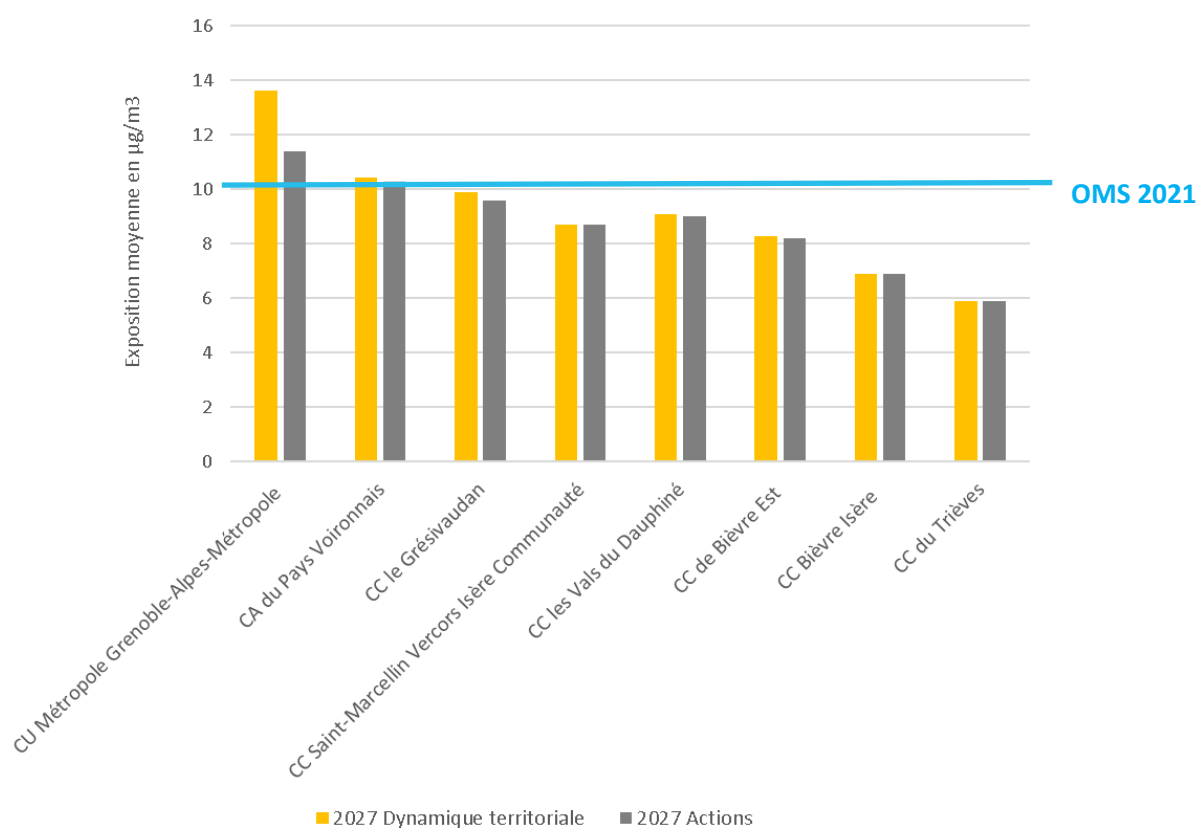


Figure 75 : Evolution de l'exposition moyenne au NO₂ sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique Territoriale » 2027 et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que les actions du PPA3 permettront d'abaisser sensiblement l'exposition moyenne des habitants de la Métropole grenobloise (près de 2 µg/m³ en moins) et dans une moindre mesure, celle des habitants du Grésivaudan et du Pays Voironnais, dont l'exposition moyenne respecterait la nouvelle valeur de l'OMS fixée en 2021. Sur les autres territoires, la modélisation ne rend pas compte de baisse particulière.

Cette illustration masque toutefois les disparités importantes qui peuvent exister à l'intérieur d'un même territoire. La valeur moyenne à l'échelle d'un EPCI peut masquer des situations contrastées avec des niveaux d'exposition pouvant être localement élevés en zone urbaine ou aux abords d'une autoroute par exemple. Le tableau ci-après illustre la répartition de la population selon les quatre seuils fixés par l'OMS :

		Seuil intermédiaire OMS 2021			Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite = OMS 2005
		1	2	3		
		>40	>30	>20	>10	>40
Dynamique Territoriale 2027	NO2 Moy. Annuelle en µg/m ³	<0,01%	0,01%	1,8%	67,0%	<0,01%
		<10 hab	<50 hab	14 900 hab	552 600 hab	<10 hab
Actions 2027		<0,01%	<0,01%	0,1%	61,0%	<0,01%
		<10 hab	<50 hab	880 hab	507 500hab	<10 hab

Tableau 20 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour le dioxyde d'azote

Le scénario « Dynamique territoriale » 2027 comme le scénario Actions PPA 2027 permettraient de réduire à moins d'une dizaine, le nombre d'habitants qui resteraient exposés au-dessus de la valeur limite en 2027. La mise en place des actions du PPA, permettrait par contre de réduire à 0.1% la part des habitants qui resteraient exposés au-dessus du seuil 3 de l'OMS fixé à 20µg/m³. Ce nombre respecte l'objectif du PPA qui fixe à moins de 1% la part des habitants exposés au-dessus de ce seuil.

A noter que 39 % de la population du territoire seraient exposés à une concentration comprise entre 10 et 20 µg/m³ traduisant le fait que cette exposition se rapproche de la nouvelle valeur OMS en 2027. Celle-ci serait cependant respectée en 2027 avec les actions PPA pour 39 % de la population du territoire.

4.11.4 Les particules PM_{2,5}

Evolution des émissions à l'horizon 2027

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM _{2,5}
Tendanciel 2027	1431
PPA3 2027	1143
Réduction d'émission	-288
Objectif 2027	-176

Tableau 21 - Comparaison des émissions de particules PM_{2,5} entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM _{2,5}
Réduction d'émission	-259
Objectif 2027	-138

Tableau 22 - Réductions d'émission de particules PM_{2,5} du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de PM_{2,5} diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3. Les 288 tonnes de PM_{2,5} économisées permettent d'atteindre l'objectif 2030 du PREPA (-176 tonnes par rapport au tendanciel 2027). La réduction représente également plus de la moitié de la réduction des émissions de particules pour le chauffage au bois domestique entre 2020 et 2030 (-259 tonnes).

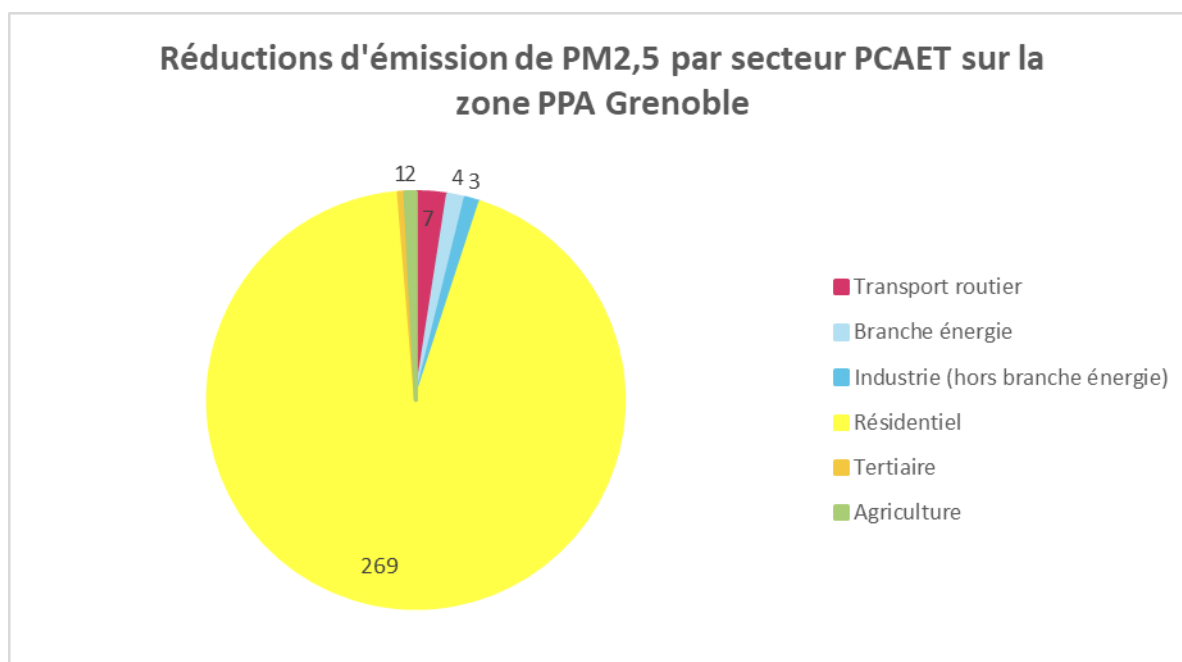


Figure 76 - Réductions d'émission de PM2,5 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

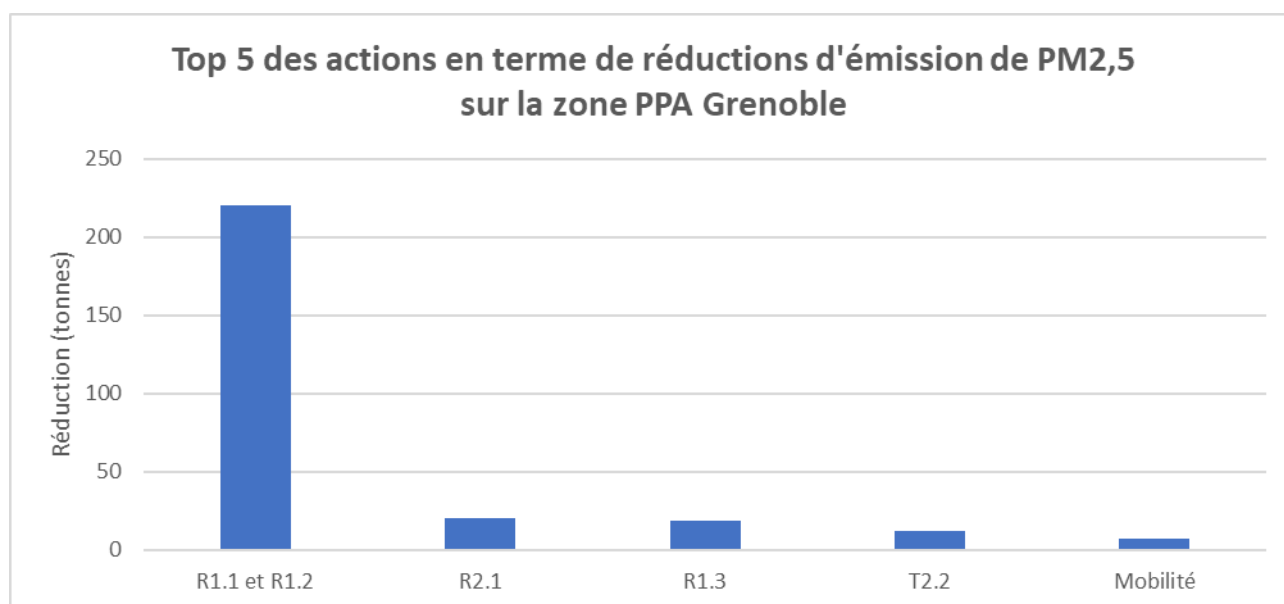


Figure 77 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Grenoble

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT1.1, RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-221	77%
RT2.1	Rénovation thermique	-20	7%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-19	6%
T2.2	Brûlage air libre résidentiel	-10	4%
MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2	Actions de mobilité sur Grenoble-Alpes Métropole (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-7	2%
I2.1	Renforcer les VLE	-4	1%
T2.2	Brûlage air libre agriculture	-2	1%
I3.1	Limiter les émissions des carrières	-2	1%
I3.2	Bonnes pratiques sur les chantiers	-1	1%
I2.2	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	-1	0%
I1.1	Installations IED	0	0%
Report modal hors GAM	Report modal hors Grenoble-Alpes Métropole	0	0%
A2.2 élevage	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
A2.2 épandage	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
RT3.1	Sensibilisation solvants	0	0%
A2.1	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%

Tableau 23 – Réductions d'émission de PM2,5 par action sur la zone PPA Grenoble

La figure ci-avant montre que le résidentiel contribue en majorité à cette baisse (près de 95% du total des gains). Les tonnes économisées proviennent pour plus des trois quarts des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois (cf. Tableau et Figure ci-dessus). La rénovation thermique des logements arrive en deuxième position avec un peu plus de 5% du gain total.

Evolution des concentrations mesurées de PM2.5 selon le scénario PPA Actions 2027

PM2.5	Mesures 2017	2027 Dynamique territoriale	2027 Actions
Grenoble Grands Boulevards		15	13
Grenoble Rocade Sud	13	16	13
Grenoble les Frênes	13	12	11

> valeur limite
< Objectif PPA3 (15 µg/m³)

Tableau 24 : Concentrations moyennes annuelles en PM2.5 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 2 à 3 µg/m³ la moyenne annuelle de PM2.5 estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération grenobloise, et de 1 µg/m³ la moyenne annuelle de PM2.5 estimée sur la station de fond de Grenoble les Frênes.

Les niveaux estimés aux stations, selon le scénario Actions PPA 2027 respecteraient ainsi l'objectif fixé par le PPA3 de 15 µg/m³ en moyenne annuelle.

Concentrations moyennes annuelles de PM2.5 selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

Même s'il n'existait plus de problématiques de dépassement des valeurs limites réglementaires sur les poussières depuis plusieurs années sur l'agglomération grenobloise, les PM2,5 demeurent un polluant particulièrement préoccupant en matière d'impacts sanitaires. Aussi, la valeur recommandée par l'OMS2005 de 10 µg/m³ pour ces poussières fines constitue une cible à atteindre à terme sur le territoire.

Ces cartes montrent des niveaux de concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 relativement homogènes sur le territoire variant autour 11 µg/m³ dans les secteurs les plus urbains de Grenoble et la première couronne et 8 µg/m³ ou un peu moins sur le reste du territoire et en zone d'altitude.

La valeur limite réglementaire française (25 µg/m³) en moyenne annuelle) est respectée partout.

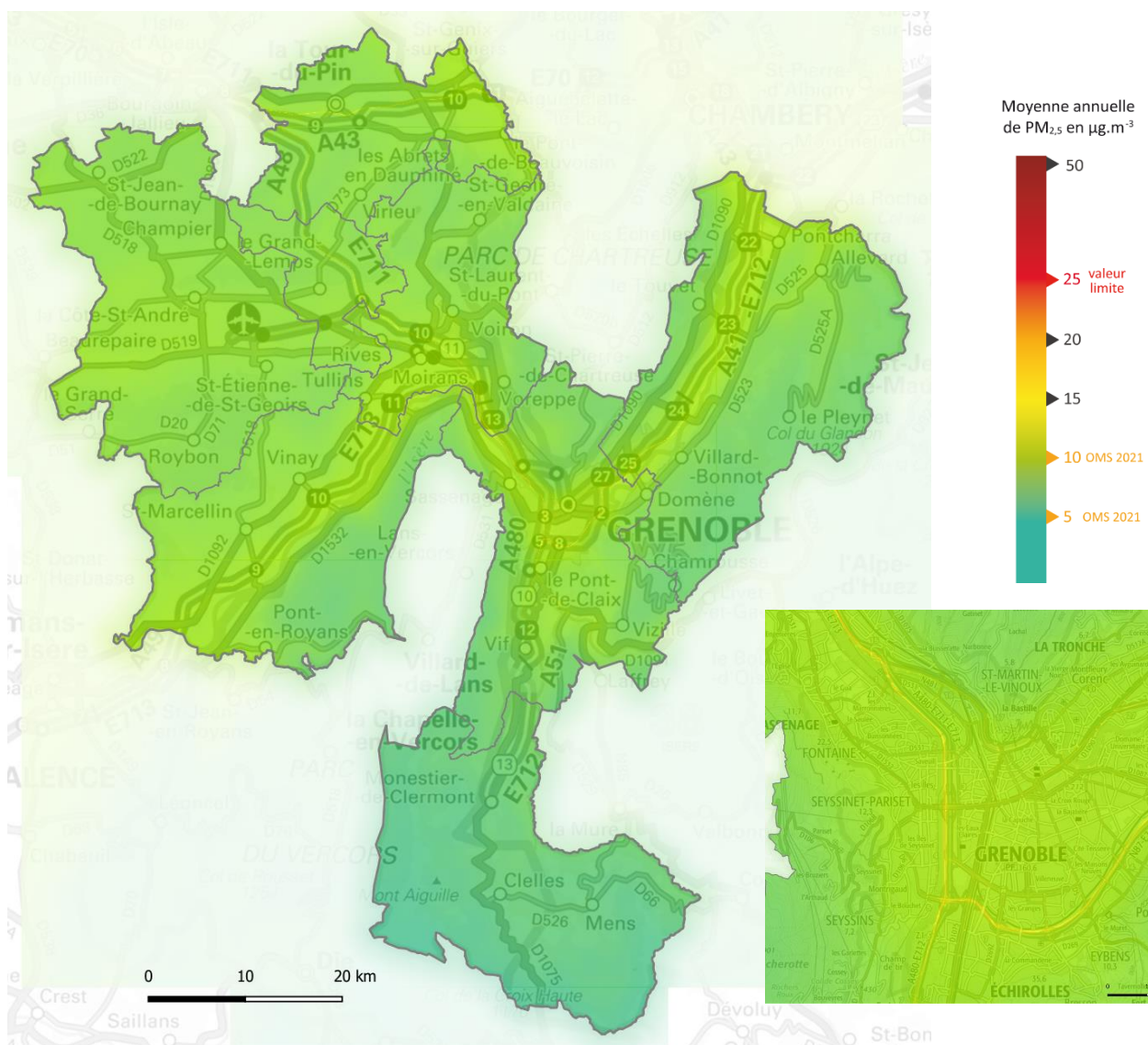


Figure 78 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2.5} attendues selon le scénario Actions PPA 2027

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions PPA 2027

Les cartes ci-dessous illustrent la différence de concentrations en particules PM2.5 entre le scénario Actions PPA 2027 et le scénario « Dynamique territoriale » 2027, ainsi que le rapport entre ces 2 mêmes scénarios.

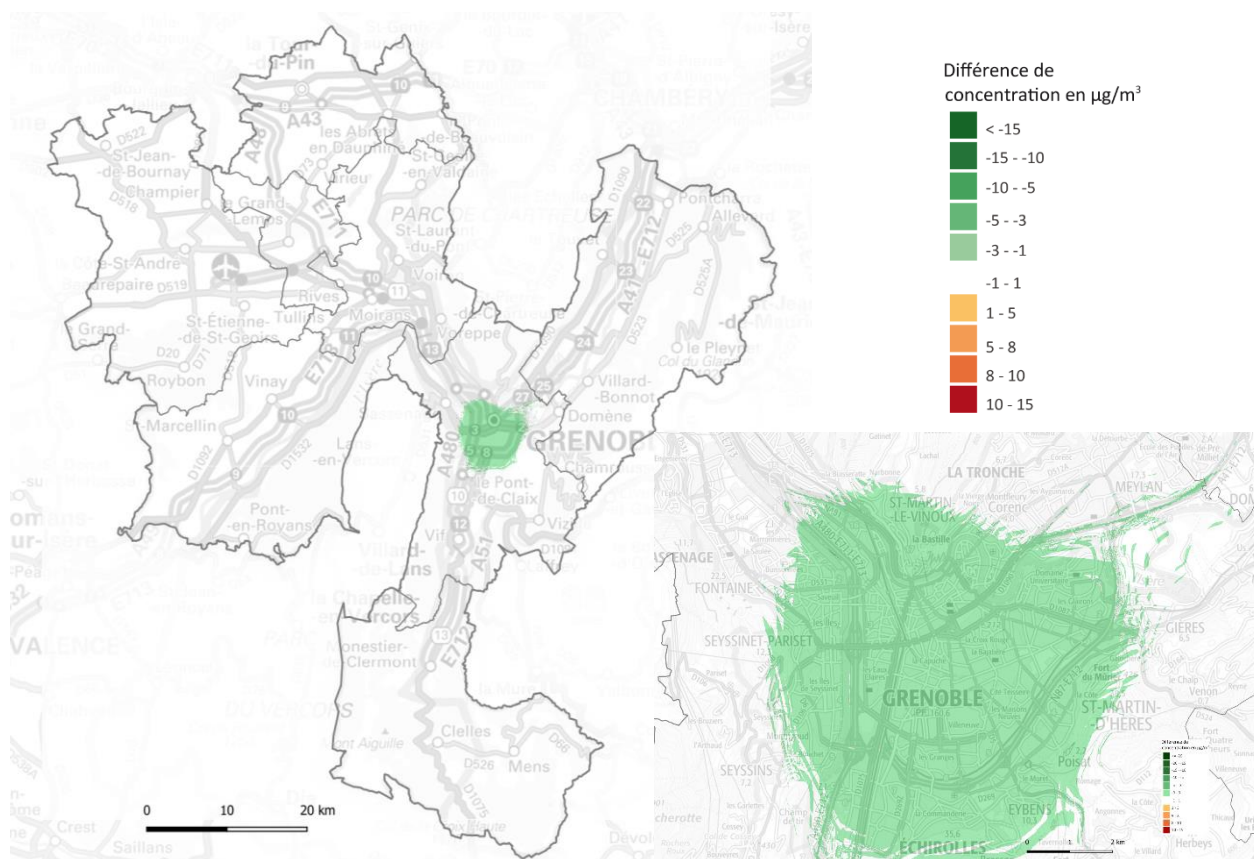


Figure 79 : Différences de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027

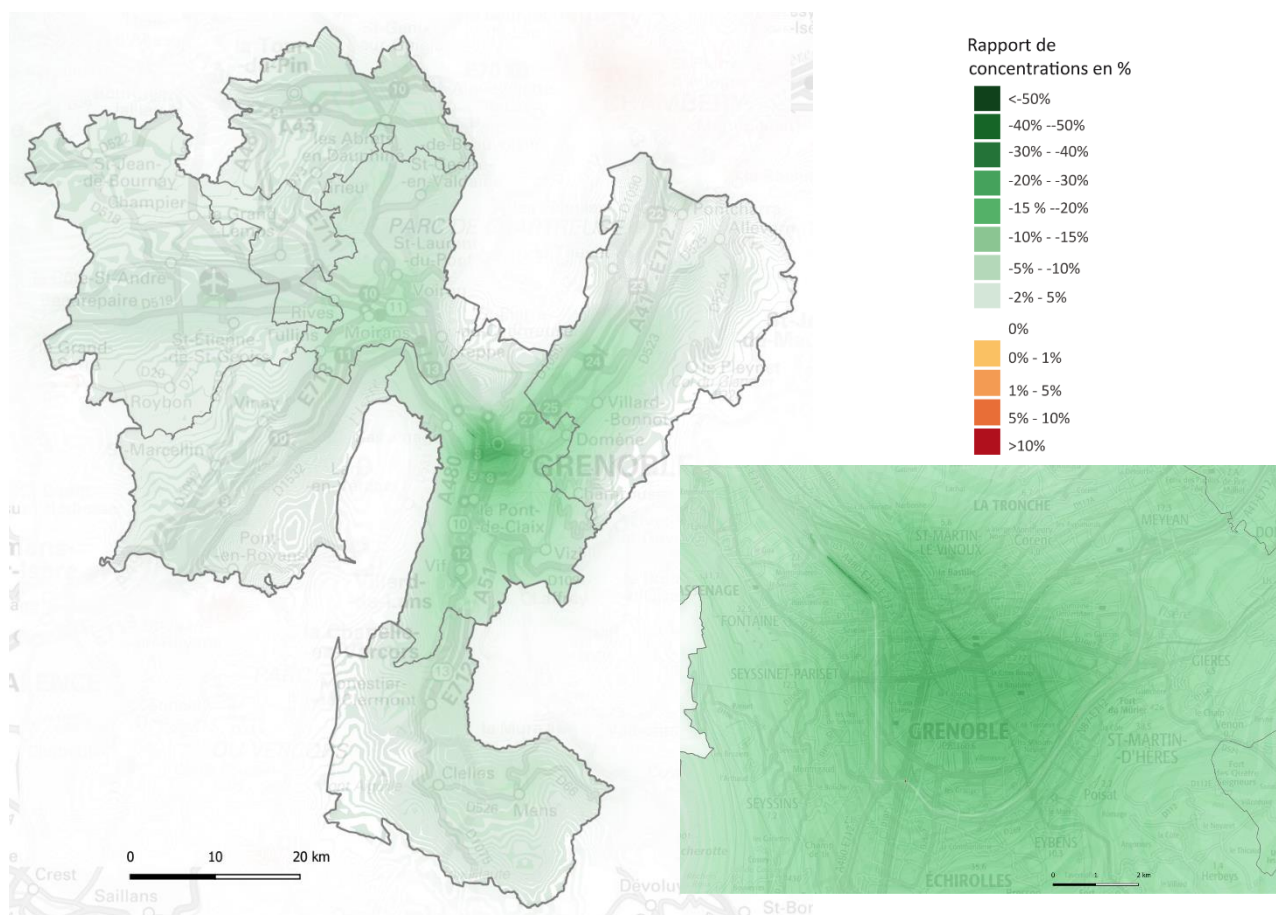


Figure 80 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027

Les cartes comparatives du scénario « Dynamique territoriale » et du scénario PPA (différence et rapport) montrent que l'impact des mesures prises est surtout visible sur Grenoble avec des gains entre -1 et -2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en lien avec les mesures prises concernant le chauffage au bois notamment. Sur le reste de l'agglomération et le sud du Grésivaudan, les gains atteignent environ -8% et sont inférieurs à -5% sur le reste du territoire du PPA.

Distribution de l'exposition de la population aux
particules PM2.5
Référence 2017/Dynamique territoriale 2027
/Actions 2027

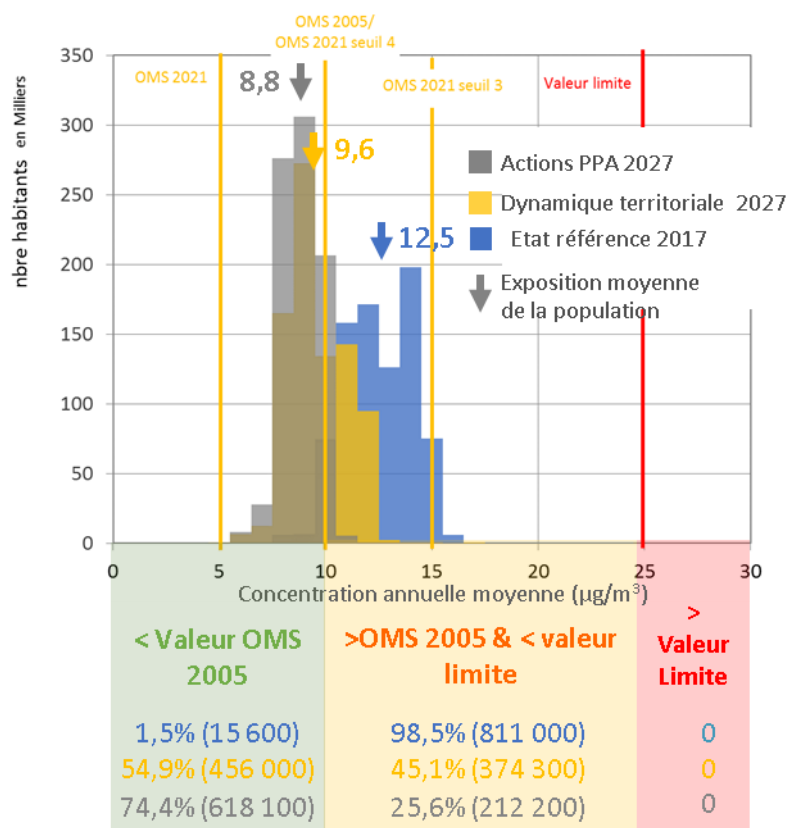


Figure 81 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM2.5 selon l'état de référence (bleu), le scénario Dynamique territoriale 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de particules PM2.5. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de particules PM2.5 (en particulier due à la dynamique territoriale qui prolonge le fond air-bois jusqu'en 2022) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027.

Les actions du PPA permettront en sus, un gain d'environ $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 comme le scénario Actions PPA 2027, la concentration moyenne d'exposition passe en dessous de la valeur guide de l'OMS fixée en 2005 à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

L'objectif du PPA3 qui fixe l'exposition moyenne des habitants en-dessous de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est ainsi atteint.

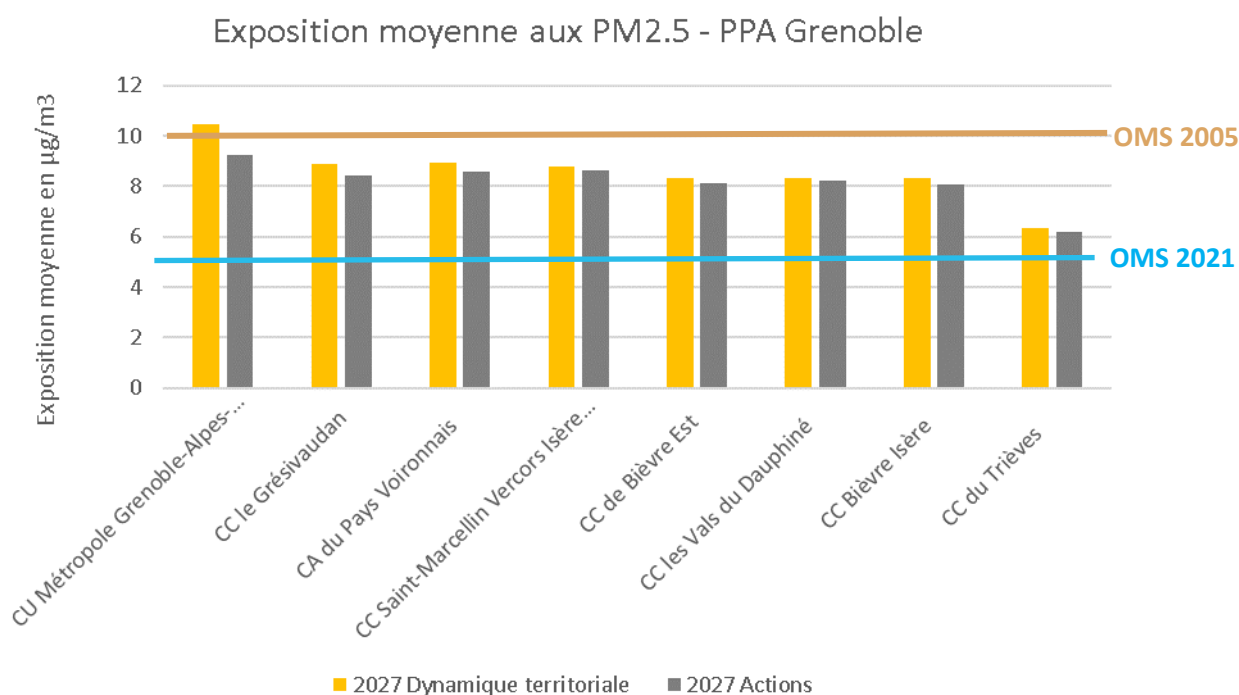


Figure 82 : Evolution de l'exposition moyenne au PM2.5 sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que les actions du PPA3 permettront d'abaisser sensiblement l'exposition moyenne des habitants de la Métropole grenobloise, qui deviendrait inférieure à la valeur guide de l'OMS fixée en 2005 à 10 µg/m³ ; et légèrement celle des habitants du Grésivaudan et du Pays Voironnais. Les effets des actions du PPA sur l'exposition aux particules PM2.5 des habitants des autres EPCI du territoire du PPA n'est pas sensible.

Le nouveau seuil de référence recommandé par l'OMS en 2021, fixé à 5 µg/m³ en moyenne annuelle paraît cependant inatteignable à court terme. A ce jour, ce seuil est dépassé sur l'intégralité des sites de mesures de la région, y compris au niveau de la station de fond rural exposées à une pollution anthropique minimale. Là encore, l'OMS a introduit en septembre 2021 quatre seuils intermédiaires à 10, 15, 25 et 35 µg/m³ en concentration moyenne annuelle. Le tableau ci-après illustre la répartition de la population du territoire couvert par le PPA3 selon ces quatre seuils :

		Seuil intermédiaire OMS 2021				Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite
		1	2	3	4 = OMS 2005		
Dynamique territoriale 2027	PM2.5 Moy. Annuelle en µg/m ³	>35	>25	>15	>10	>5	>25
		0%	0%	<0,01%	45,1%	100%	0%
		-	-	<50 hab	374 300 hab	830 300 hab	-
		0%	0%	0%	25,6%	100%	0%
		-	-	-	212 200 hab	830 300 hab	-
Actions 2027							

Tableau 25 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour les particules PM2.5

Ce tableau confirme que selon le scénario Actions PPA 2027, le 3^{ème} seuil intermédiaire fixé par l'OMS en 2021 à 15 µg/m³ est respecté pour la totalité de la population. La mise en œuvre des actions du PPA à l'horizon 2027 permettrait également de réduire de plus de 160 000 (pour atteindre 26% de la population), le nombre d'habitants soumis à des niveaux supérieurs à l'ancien seuil OMS2005 devenu le 4^{ème} palier intermédiaire. Elles permettraient de respecter l'objectif du PPA3 fixant à 30% la part maximum de population exposée au-dessus de ce seuil.

Par contre, le nouveau seuil OMS2021 de référence à 5 µg/m³ est dépassé en tout point du territoire du PPA3 et paraît complètement hors d'atteinte à court ou moyen terme.

4.11.5 Les particules PM10

Evolution des émissions à l'horizon 2027

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM10
Tendanciel 2027	1983
PPA3 2027	1675
Réduction d'émission	-308
Objectif 2027	NA

Tableau 26 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM10
Réduction d'émission	-265
Objectif 2027	-142

Tableau 27 - Réductions d'émission de particules du chauffage au bois domestique entre le scénario tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de PM10 diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). La réduction représente également plus de la moitié des émissions de particules pour le chauffage au bois domestique entre 2020 et 2030 (-265 tonnes).

Réductions d'émissions de PM10 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

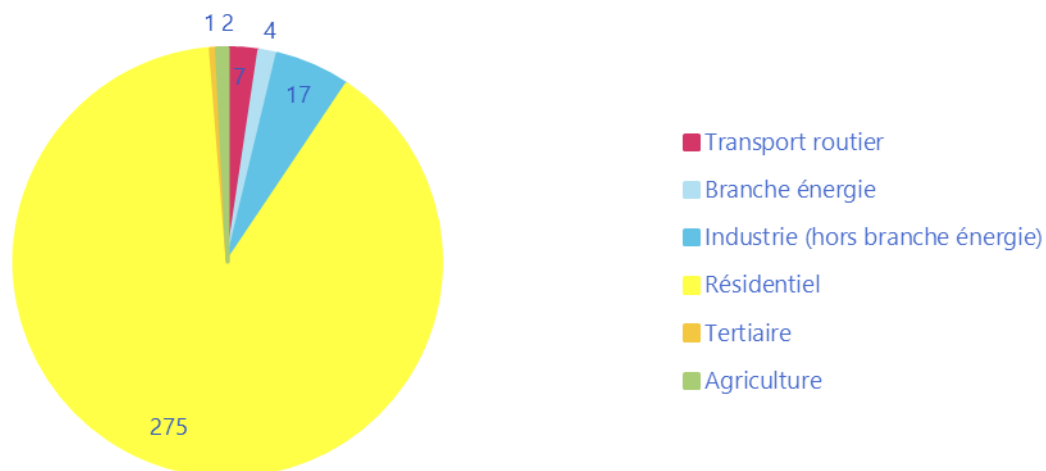


Figure 83 - Réductions d'émission de PM10 par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

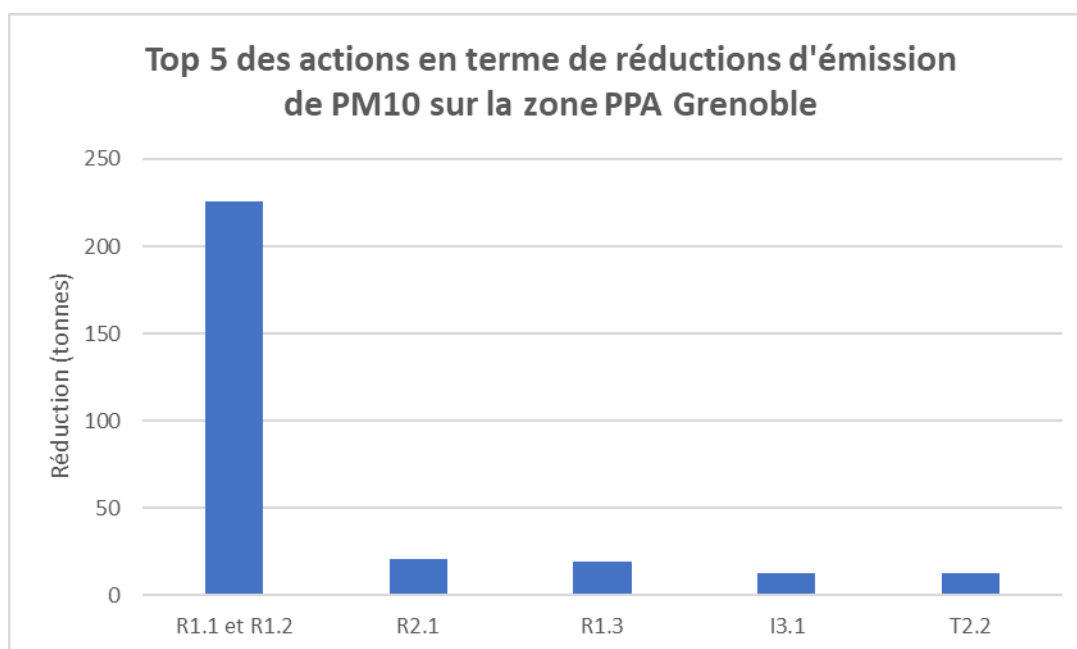


Figure 84 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Grenoble

La figure ci-avant montre que le résidentiel contribue en majorité à cette baisse (près de 95% du total des gains). Les tonnes économisées proviennent pour plus des trois quarts des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois (cf. Tableau et Figure ci-dessus). La rénovation thermique des logements arrive en deuxième position avec un peu plus de 5% du gain total.

Evolution des concentrations mesurées de PM10 selon le scénario PPA Actions 2027

PM10	Mesures 2017	2027 Dynamique territoriale	2027 Actions
Grenoble Grands Boulevards	24	21	19
Grenoble Rocade Sud	29	25	23
Grenoble les Frênes	20	18	16

> valeur limite
< Objectif PPA3 =
seuil3 (30 µg/m³)

Tableau 28 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération grenobloise en 2017, selon le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 2 µg/m³ la moyenne annuelle de PM10 estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération grenobloise, et de 2 µg/m³ la moyenne annuelle de PM10 estimée sur la station de fond de Grenoble les Frênes.

Comme pour les particules PM2.5, les niveaux estimés aux stations, selon le scénario Actions PPA 2027 respecteraient ainsi l'objectif fixé par le PPA3 de 30 µg/m³ en moyenne annuelle.

Concentrations moyennes annuelles de PM10 selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations modélisées à l'horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en PM10.

Les tendances sont similaires à celles des particules PM2.5. Ces cartes montrent que les concentrations moyennes annuelles en PM10 s'inscrivent globalement à des niveaux entre 15 et 20 µg/m³ sur le territoire avec des concentrations plus élevées en proximité immédiate des axes routiers importants.

La valeur limite réglementaire de 40 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée partout.

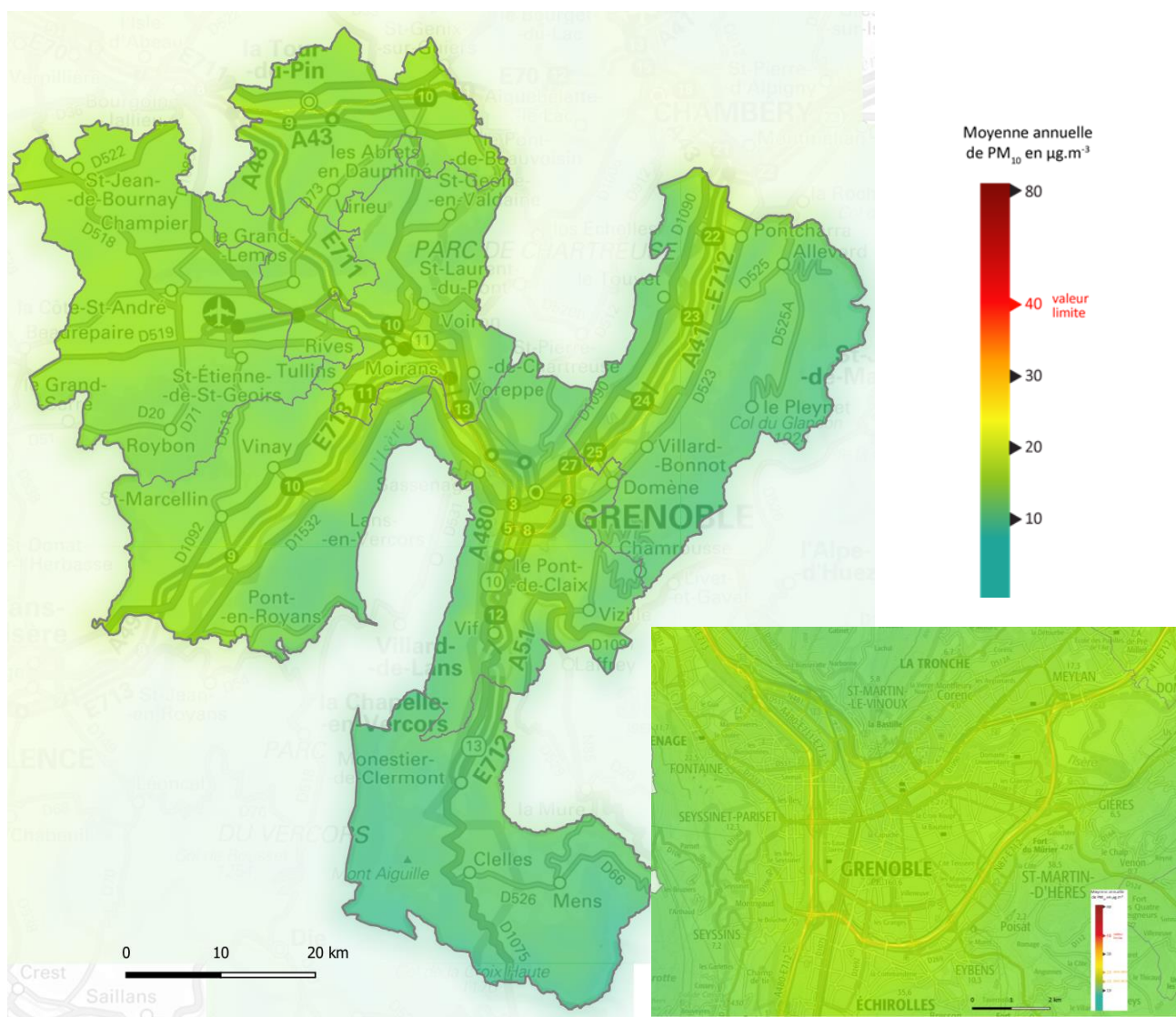


Figure 85 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions PPA 2027

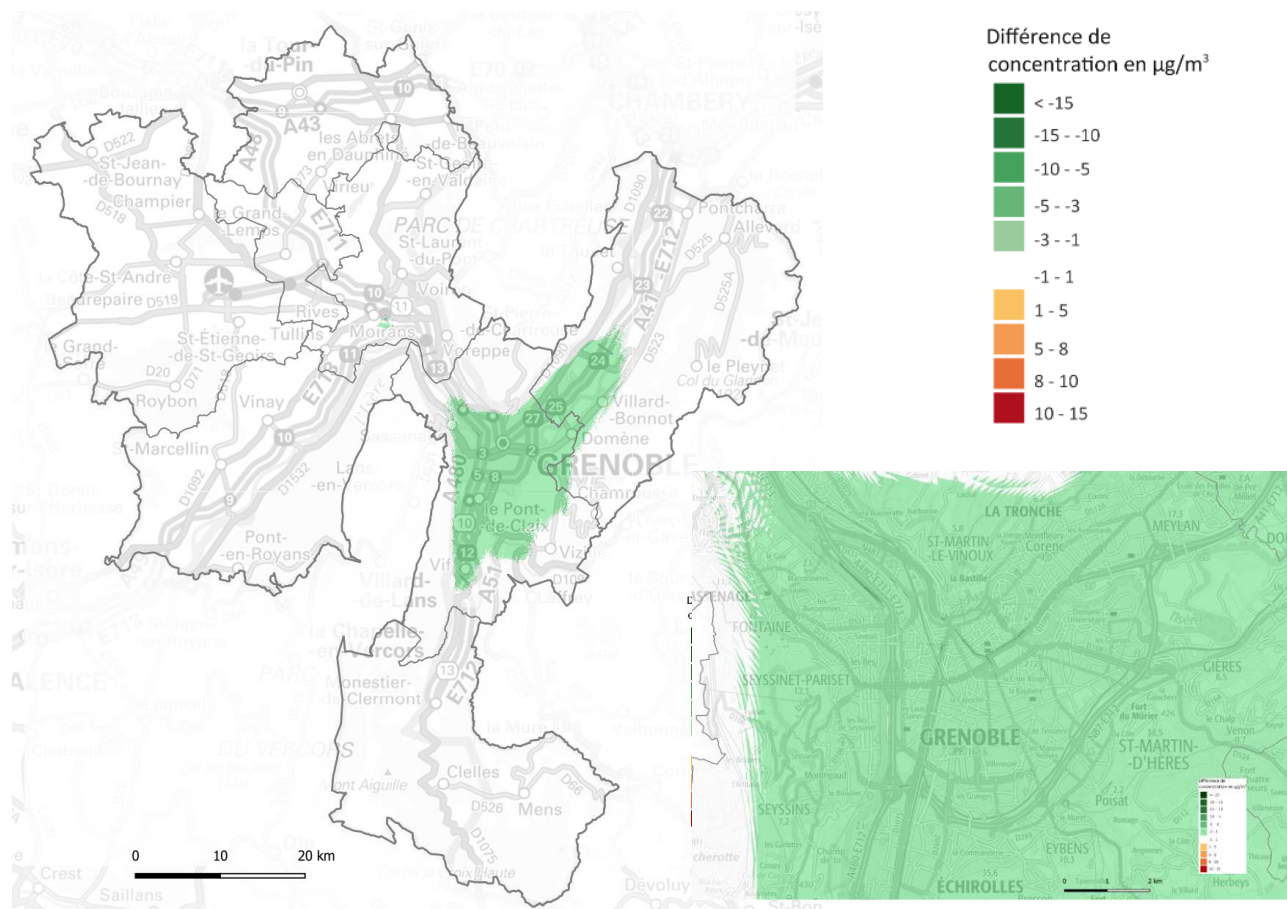


Figure 86 : Différences de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027

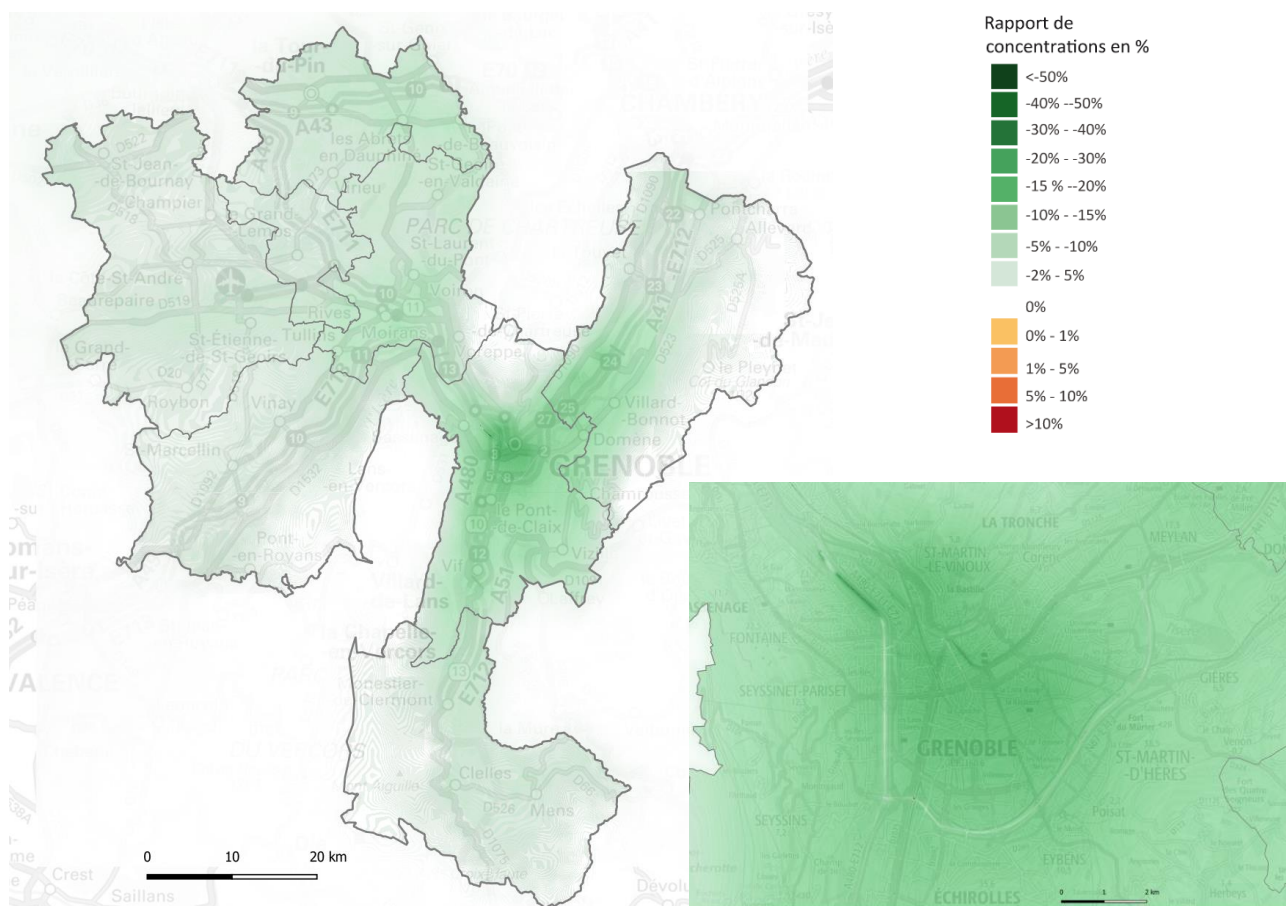


Figure 87 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027

Les cartes comparatives (différence et rapport) du scénario « Dynamique territoriale » et du scénario PPA montrent un impact favorable mais limité des mesures notamment sur Grenoble (-2 à -3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et les communes de l'est-grenoblois et du Sud Grésivaudan (-1 à -2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Hors de cette zone, la baisse est limitée à moins de 5%.

Distribution de l'exposition de la population aux
particules PM10
Référence 2017/Dynamique territoriale 2027
/Actions 2027

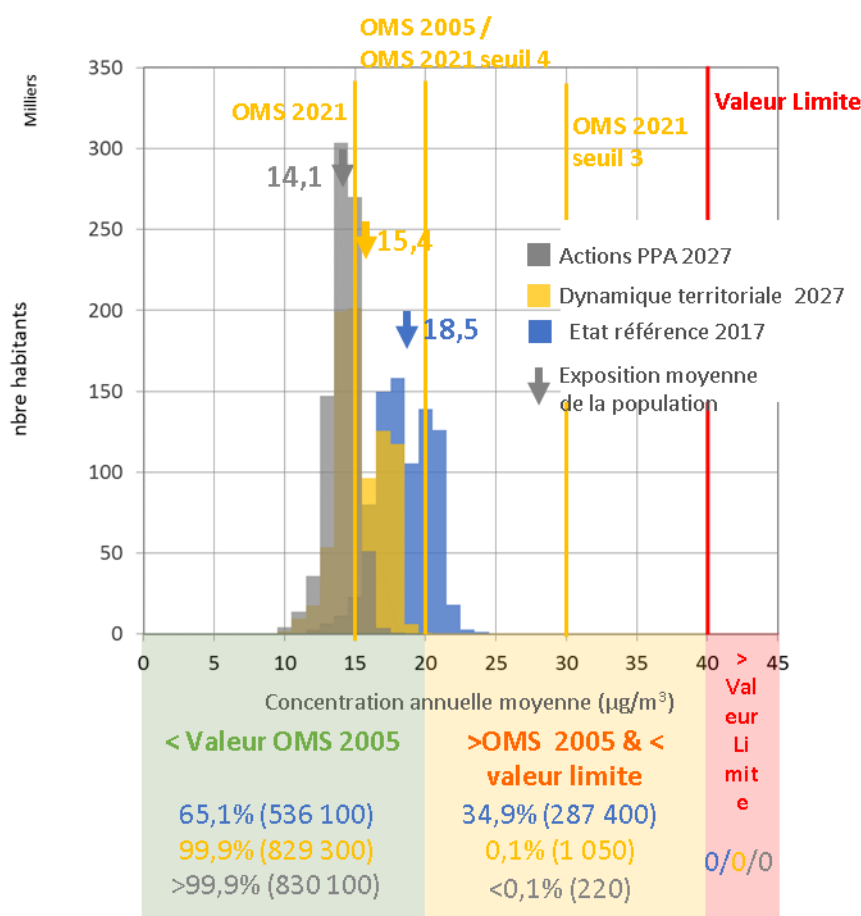


Figure 88 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario « Dynamique territoriale » 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de particules PM10. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de particules PM10 (en particulier celle due au fond air-bois qui se prolonge encore) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027.

Les actions du PPA permettront un gain supplémentaire d'un peu moins d' $1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et permettront d'atteindre une concentration moyenne d'exposition en dessous de la valeur guide de l'OMS fixée en 2021 à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

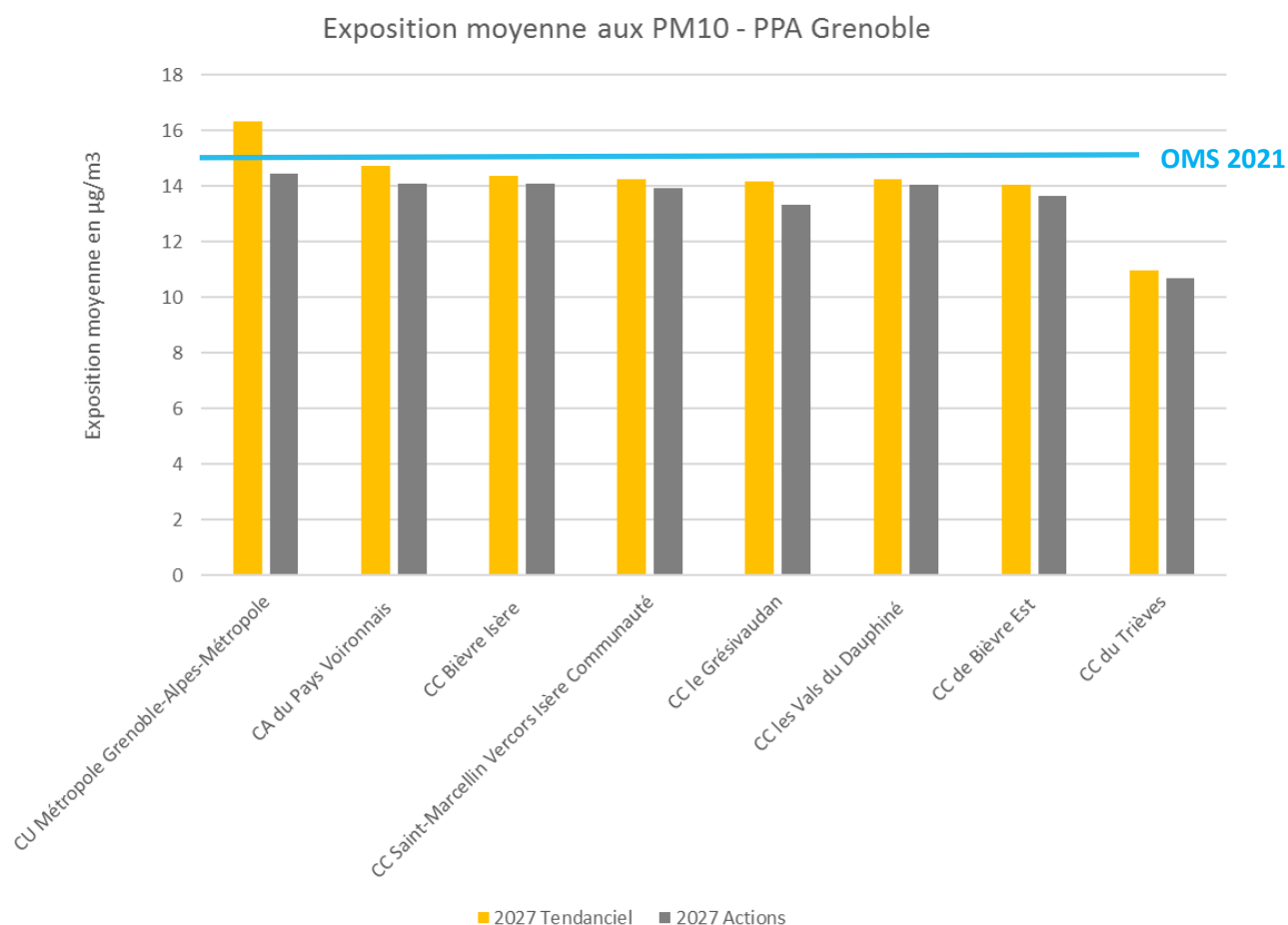


Figure 89 : Evolution de l'exposition moyenne au PM10 sur le périmètre PPA entre le scénario « Dynamique territoriale » 2027 et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que les actions du PPA permettent de réduire l'exposition moyenne des EPCI qui composent le PPA à un niveau inférieur au seuil recommandé par l'OMS en 2021 fixé à $15\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'efficacité des actions du PPA3 est surtout sensible sur la Métropole grenobloise et le Grésivaudan. Ailleurs elle est moins importante.

On observe ainsi une certaine homogénéisation des niveaux moyens d'exposition par EPCI (autour de $14\mu\text{g}/\text{m}^3$), hormis sur la communauté de communes du Trièves qui reste moins exposée (inférieure à $10\mu\text{g}/\text{m}^3$), ce qui illustre le fait que le cœur d'agglomération n'est pas forcément plus impacté par ces grosses poussières que certaines périphéries.

Là encore, l'OMS a introduit en septembre 2021 quatre seuils intermédiaires à 20, 30, 50 et $70\mu\text{g}/\text{m}^3$ en concentration moyenne annuelle. Le tableau ci-après illustre la répartition de la population du territoire couvert par le PPA3 selon ces quatre seuils. Quasiment aucun habitant n'est exposé au-dessus des 3 premiers seuils selon le scénario tendanciel comme le scénario Action PPA 2027 :

		Seuil intermédiaire OMS 2021				Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite
		1	2	3	4 = OMS 2005		
« Dynamique territoriale » 2027	PM10 Moy. Annuelle en µg/m³	>70	>50	>30	>20	>15	>40
		0%	0%	0%	0,1%	66%	0%
		-	-	-	1 050 hab	548 300 hab	-
		0%	0%	0%	<0.1%	39%	0%
		-	-	-	220 hab	325 800 hab	-
Actions 2027							

Tableau 29 : Population exposée aux différents seuils de l'OMS pour les particules PM10

La mise en place des actions du PPA permet de passer de 66% à 39% la part de la population exposée au-dessus du seuil recommandé par l'OMS en 2021.

Ainsi, l'objectif du PPA3 qui fixe à 50% maximum la part de la population exposée au-dessus du seuil de l'OMS 2021 est respecté.

4.11.6 Evolution des concentrations d'ozone selon le scénario PPA Actions 2027

L'ozone constitue un polluant secondaire complexe dont la modélisation des concentrations est très délicate. Ce polluant n'est pas directement émis dans l'atmosphère mais résulte de transformations chimiques d'autres polluants tels que les oxydes d'azote et les Composés Organiques Volatils précurseurs de l'ozone. Ainsi, les mécanismes de formation et de destruction de ce polluant sont régis par les niveaux relatifs de concentration de COVNM et de NOx, ainsi que par les mouvements des masses d'air et les conditions d'ensoleillement et de chaleur. Il est donc d'autant plus complexe de prévoir ces réactions chimiques à l'horizon 2027 avec l'évolution du climat.

Par ailleurs, il s'agit d'un polluant régional, voire national dont les masses d'air peuvent parcourir de grandes distances et pour lequel les actions doivent être mise en œuvre sur de très larges territoires.

En effet, une baisse locale des émissions de précurseurs d'ozone ne signifie pas obligatoirement une baisse des concentrations d'ozone, et dans tous les cas pas une baisse proportionnelle (phénomène non linéaire), le rapport entre les émissions de ces différents polluants ayant un effet non négligeable sur les concentrations.

Aucun secteur d'activité ayant un impact direct positif et important sur les concentrations d'ozone n'a été identifié.

Compte tenu de ces éléments, les modélisations réalisées, bien que faisant l'objet de perpétuelles améliorations doivent être considérées avec une grande prudence concernant ce polluant. Ainsi, la modélisation tendancielle, basée sur une baisse des émissions et concentrations des polluants précurseurs de l'ozone, à climat constant, avait abouti à identifier un risque (contre-intuitif) de hausse des concentrations d'ozone.

Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations moyennes annuelles modélisées à l’horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en ozone et la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027.

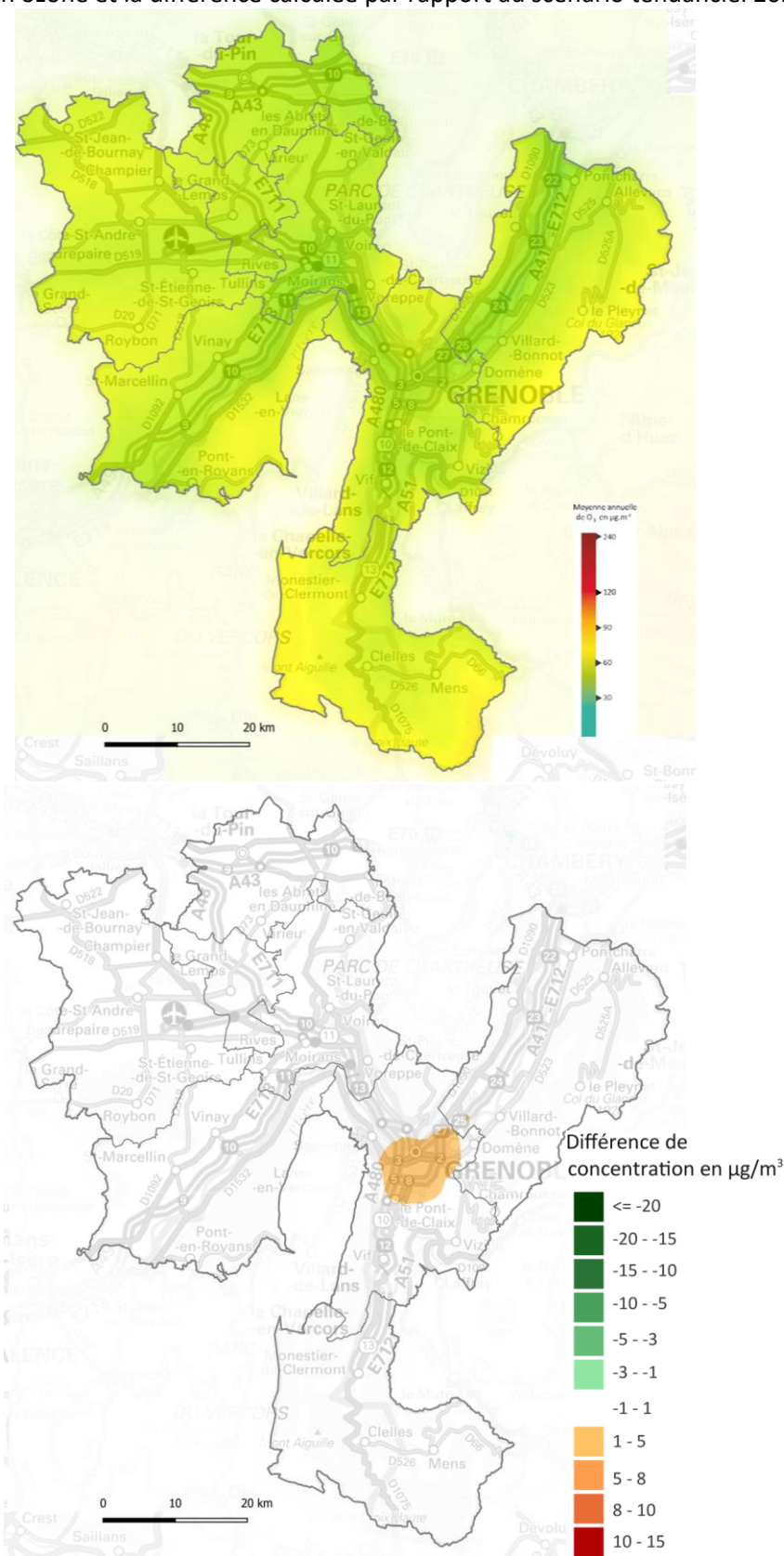


Figure 90 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (en haut)/ Différences de concentration moyennes annuelles d’ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et « Dynamique territoriale » 2027 (en bas)

Les niveaux moyens d'ozone sont assez homogènes sur le Y grenoblois avec des niveaux compris entre 45 et 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations sont plus élevées en périphérie et augmentent encore sur les zones d'altitude.

La carte de différence du scénario « Dynamique territoriale » et du scénario PPA montre une légère augmentation sur le centre de la Métropole pouvant avoisiner 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les résultats des modélisations des effets du plan d'actions du PPA3 vont dans le même sens que ceux des effets du tendanciel. A savoir que les baisses supplémentaires d'émissions et concentrations de polluants primaires n'aboutissent pas à une baisse des concentrations d'ozone et pourraient même se traduire par une hausse supplémentaire par rapport au tendanciel des concentrations d'ozone sur certains secteurs spécifiques. Cette évolution défavorable pourrait ainsi concerner les secteurs où les baisses de niveaux de NO_x seraient les plus marquées comme l'hypercentre de l'agglomération (effet du renforcement de la ZFEm).

Si ce résultat défavorable doit être nuancé par les nombreuses incertitudes sous-jacentes à la modélisation, cela reste un point d'alerte qui ressort à ne pas négliger, qui plus est dans un contexte où les concentrations d'ozone étaient déjà orientées à la hausse au cours des précédentes années et sachant de plus que ces modélisations sont effectuées avec une année météorologique figée (2017). Aussi, un été particulièrement chaud et ensoleillé comme l'ont été 2018 et 2019 serait susceptible de générer une dégradation plus marquée encore.

3.6.7 Les oxydes de soufre (SOx)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	560
PPA3 2027	545
Réduction d'émission	-15
Objectif 2027	Atteint

Tableau 30 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de SOx n'évoluent pas de façon significative sur le territoire à horizon 2027 (cf. Tableau ci-dessus). Le scénario tendanciel permet déjà une réduction de 80% des émissions entre 2005 et 2018, qui est au-delà de l'objectif fixé par le PREPA pour 2030 en France.

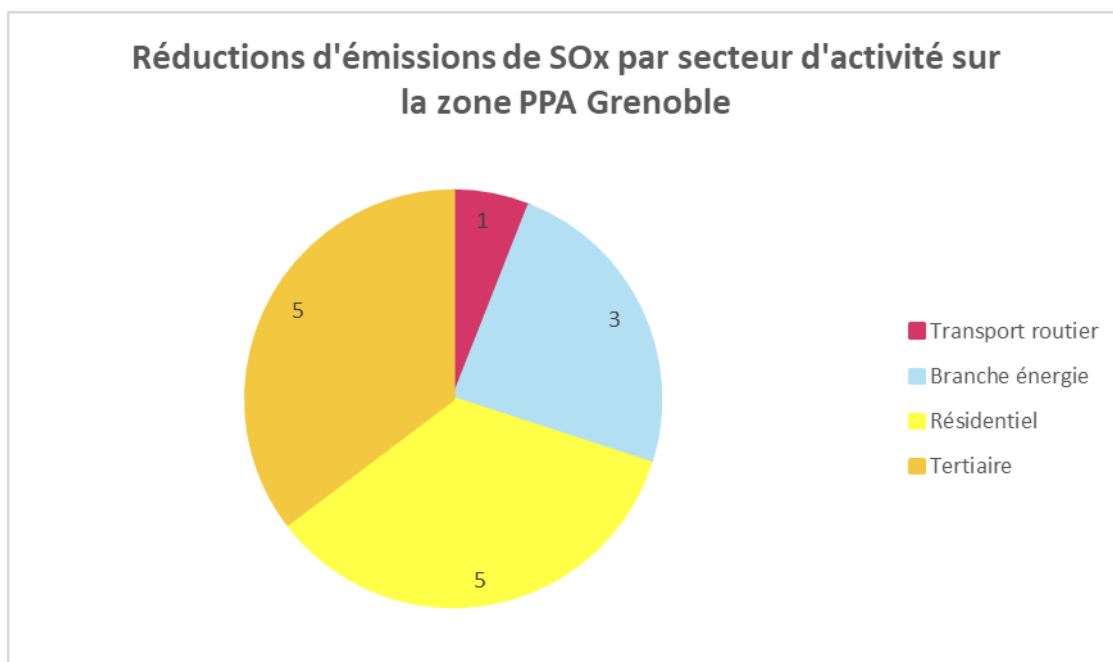


Figure 91 - Réductions d'émission de SOx par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT2.1	Rénovation thermique	-7	48%
I1.1	Installations IED	-4	25%
RT1.1, RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-2	16%
MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2	Actions de mobilité sur Grenoble-Alpes Métropole (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-1	5%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-1	5%
Report modal hors GAM	Report modal hors Grenoble-Alpes Métropole	0	0%
A2.2 élevage	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
I3.2	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
RT3.1	Sensibilisation solvants	0	0%
T2.2	Brûlage air libre agriculture	0	0%
T2.2	Brûlage air libre résidentiel	0	0%
I3.1	Limiter les émissions des carrières	0	0%
A2.2 épandage	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
I2.1	Renforcer les VLE	0	0%
A2.1	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
I2.2	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%

Tableau 31 - Réductions d'émission de SOx par action sur la zone PPA Grenoble

3.6.8 Les composés organiques volatils (COVNM)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	7572
PPA3 2027	6684
Réduction d'émission	-889
Objectif 2027	-829

Tableau 32 - Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de COVNM diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). Le tendanciel ne permet pas d'atteindre l'objectif fixé pour ce polluant et le scénario PPA permet quant à lui d'atteindre l'objectif PREPA 2030 (-829 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

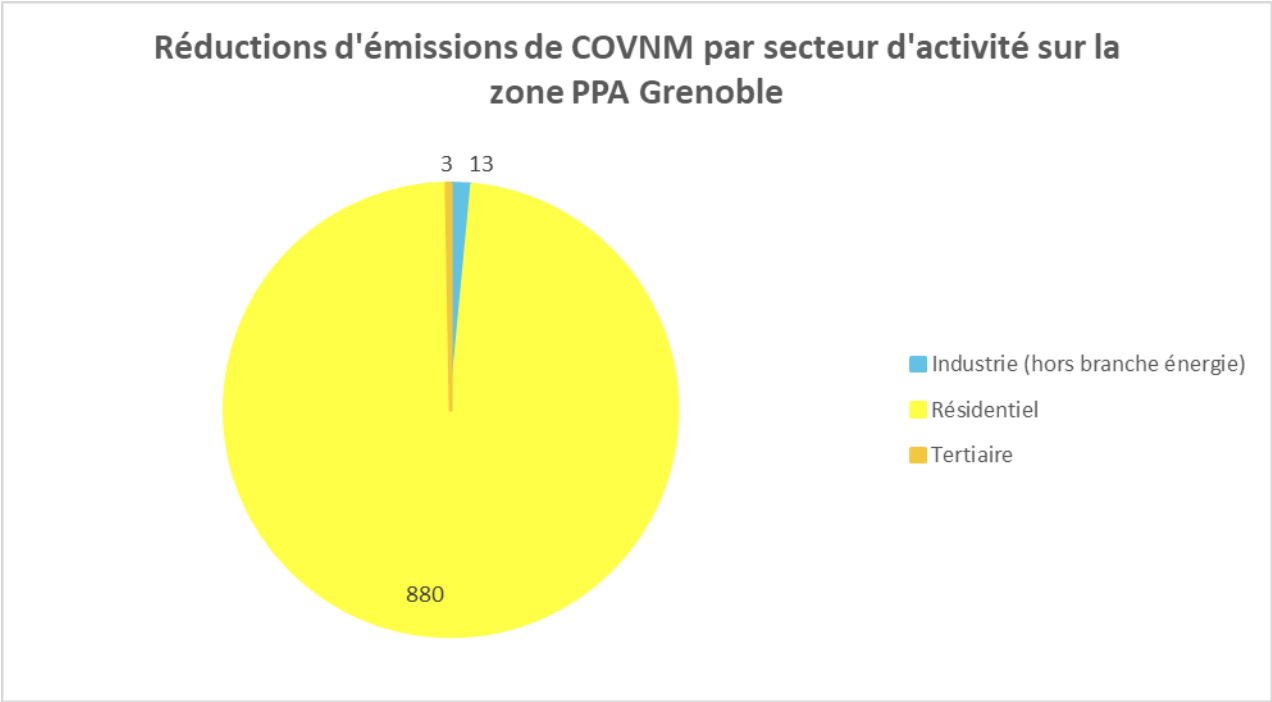


Figure 92 - Réductions d'émission de COVNM par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

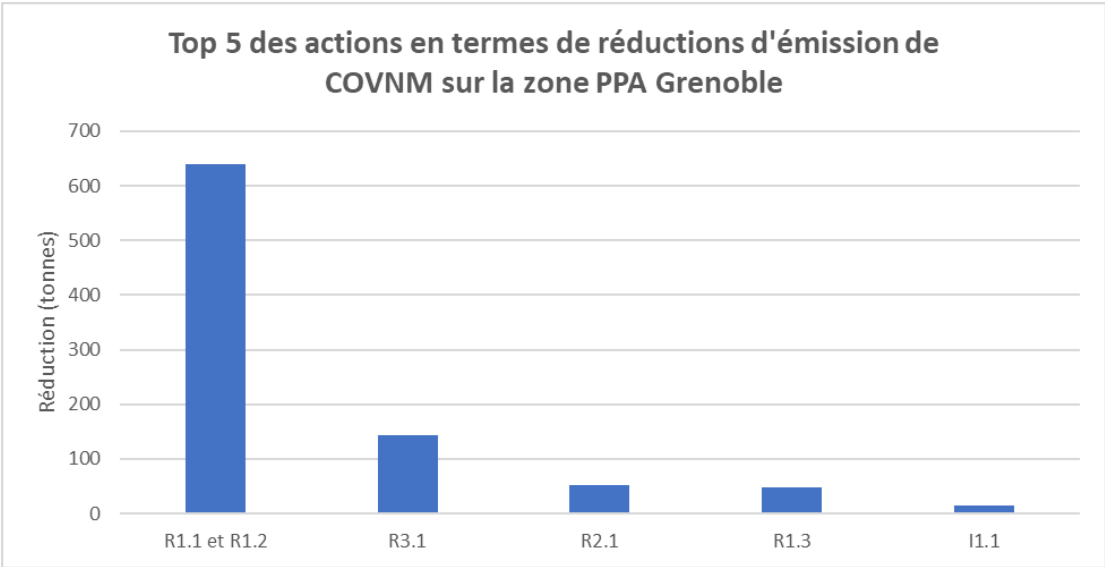


Figure 93 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Grenoble

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT1.1, RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-640	72%
RT3.1	Sensibilisation solvants	-143	16%
RT2.1	Rénovation thermique	-51	6%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-48	5%
I1.1	Installations IED	-14	2%
Report modal hors GAM	Report modal hors Grenoble-Alpes Métropole	-1	0%
A2.2 élevage	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
I3.2	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
A2.2 épandage	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
A2.1	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
T2.2	Brûlage air libre résidentiel	0	0%
I3.1	Limiter les émissions des carrières	0	0%
T2.2	Brûlage air libre agriculture	0	0%
I2.1	Renforcer les VLE	0	0%
I2.2	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2	Actions de mobilité sur Grenoble-Alpes Métropole (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	+9	-1%

Tableau 33 - Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Grenoble

Le secteur résidentiel concentre plus de 95% des réductions d'émission du scénario PPA. Au sein de ce secteur, les actions autour du parc d'appareils de chauffage domestique au bois ainsi que la sensibilisation à l'utilisation des solvants représentent près de 90% du gain total (cf. Figure et Tableau ci-dessus).

3.6.9 L'ammoniac (NH₃)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	3402
PPA3 2027	3082
Réduction d'émission	320
Objectif 2027	313

Tableau 34 - Comparaison des émissions de NH₃ entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Grenoble

Les émissions de NH₃ à horizon 2027 diminuent sur le territoire grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). Les 320 tonnes économisées permettent d'être en phase avec l'atteinte des objectifs du PREPA en 2030 (-383 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

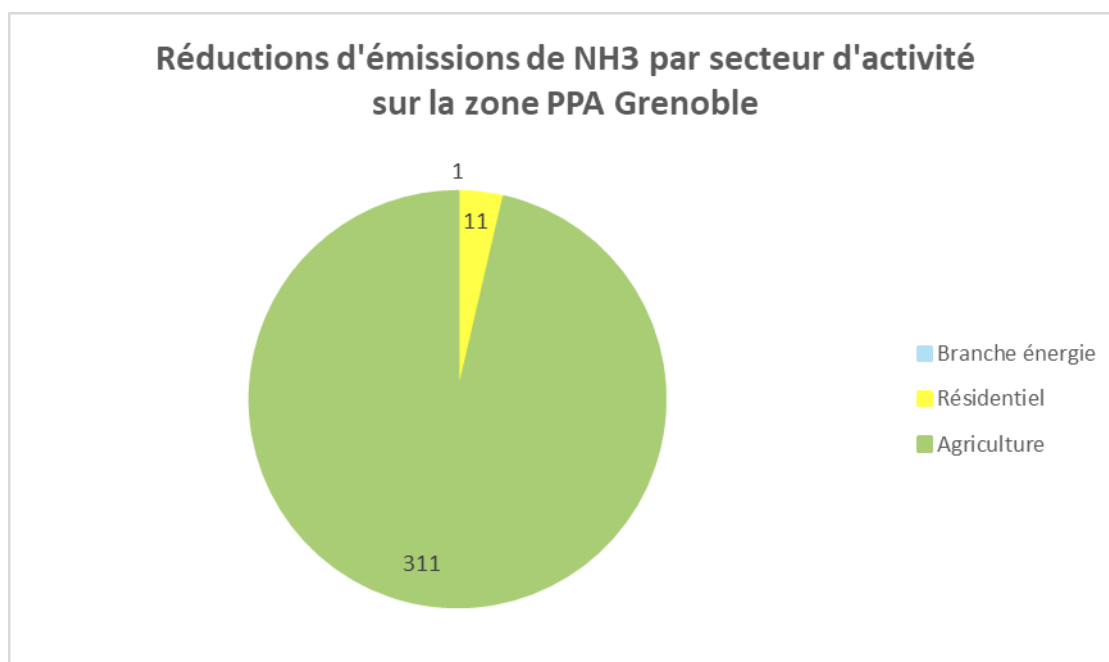


Figure 94 - Réductions d'émission de NH₃ par secteur d'activité sur la zone PPA Grenoble

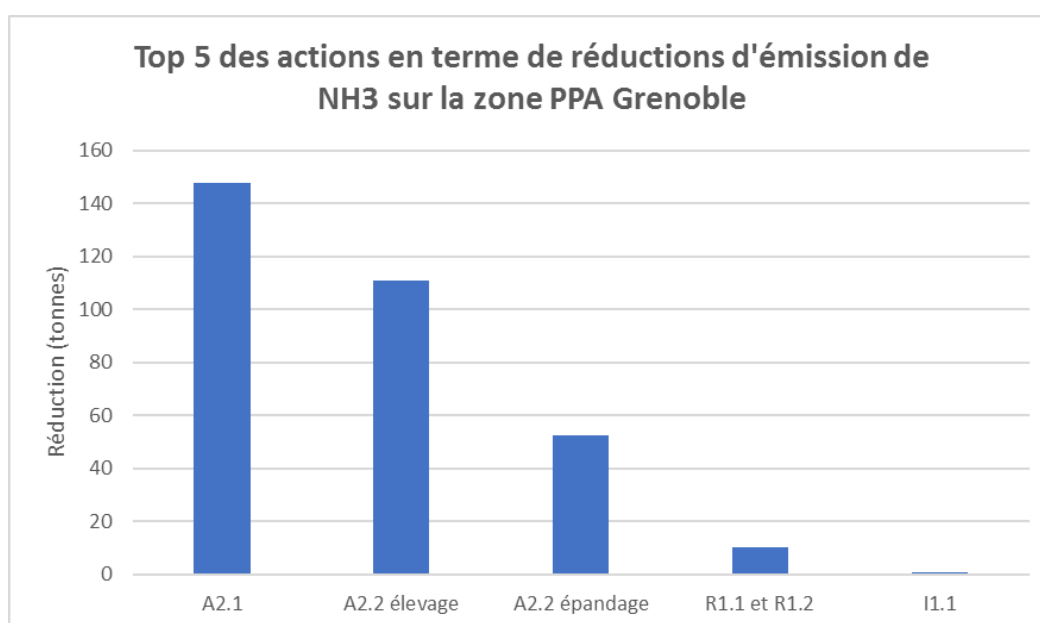


Figure 95 - Top 5 des actions en termes de réduction d'émission de NH₃ sur la zone PPA Grenoble

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Gain (tonnes)	Part de la réduction totale
A2.1	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	148	46%
A2.2 élevage	Bonnes pratiques d'élevage	111	35%
A2.2 épandage	Techniques et matériaux d'épandage	53	16%
RT1.1, RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	10	3%
I1.1	Installations IED	1	0%
RT2.1	Rénovation thermique	1	0%
RT1.3	Bois bûche labellisé	0	0%
Report modal hors GAM	Report modal hors Grenoble-Alpes Métropole	0	0%
I3.2	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
I3.1	Limiter les émissions des carrières	0	0%
T2.2	Brûlage air libre résidentiel	0	0%
T2.2	Brûlage air libre agriculture	0	0%
RT3.1	Sensibilisation solvants	0	0%
I2.1	Renforcer les VLE	0	0%
I2.2	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
MU1, MU2.2, MU3.1, MU4.2	Actions de mobilité sur Grenoble-Alpes Métropole (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-4	-1%

Tableau 35 – Réductions d'émission de NH3 par action sur la zone PPA Grenoble

Le secteur agricole concentre plus de 95% des gains obtenus par les actions PPA. Les actions autour du chauffage au bois domestique complètent ces efforts.

5. Conclusions

Ce rapport présente la contribution d'Atmo Auvergne Rhône Alpes à l'évaluation du projet de PPA3 de l'agglomération grenobloise.

L'expertise mobilisée a permis d'apporter les outils d'aide à la décision et les données nécessaires aux services de la DREAL ainsi qu'à l'ensemble des partenaires associés pour :

- Définir le périmètre le plus opportun pour le PPA3,
- Construire des fiches actions étayées lors de la phase de concertation,
- Etablir des objectifs de réduction des émissions et des concentrations en lien avec les différents documents réglementaires et les valeurs guide sanitaires,
- Dimensionner les actions pour s'assurer du plus large respect possible des objectifs,
- Evaluer de manière ex ante le plan d'actions proposé par l'ensemble des partenaires à horizon 2027.

La révision du PPA3 se poursuit en 2022 avec les différentes phases de consultations. Le dossier sera ainsi soumis à l'avis des Conseils départementaux de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques (CODERST), à l'ensemble des collectivités locales concernées, ainsi qu'à l'avis de l'autorité environnementale nationale. À l'issue de ces procédures, le PPA3 de l'agglomération grenobloise sera soumis à une enquête publique.

Ce rapport pourra donc faire l'objet de précisions et de modifications au grès des différents retours.

6. ANNEXES

Annexe 1 : Présentation du scénario tendanciel 2027

Dioxyde d'azote (NO₂)

Evolution des émissions à l'horizon 2027

Pour rappel, le tableau ci-dessous présente les objectifs de réduction des émissions des différents polluants atmosphériques à l'échelle nationale aux horizons 2025 et 2030 (Objectifs PREPA)

	2020	2025	2030
% par rapport à 2005			
SO ₂	-55%	-66%	-77%
NOx	-50%	-60%	-69%
COVNM	-43%	-47%	-52%
NH ₃	-4%	-8%	-13%
PM _{2,5}	-27%	-42%	-57%

Les graphiques ci-dessous présentent les évolutions des émissions de NOx attendus sur le territoire du PPA, dans le cadre du scénario « Dynamique territoriale 2027 » (sans action PPA).

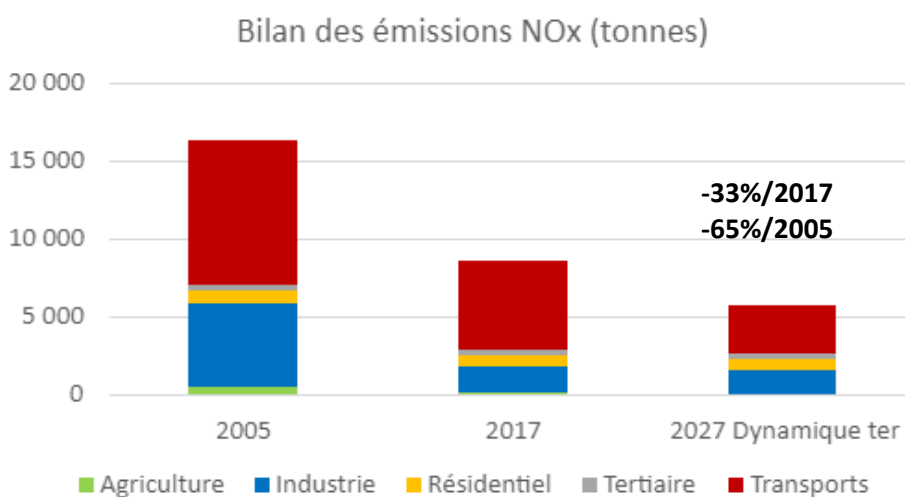


Figure 96 : Bilan des émissions de NOx sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de NOx du scénario «Dynamique territoriale» seraient réduites de 33% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 65% par rapport à l'année 2005.

Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

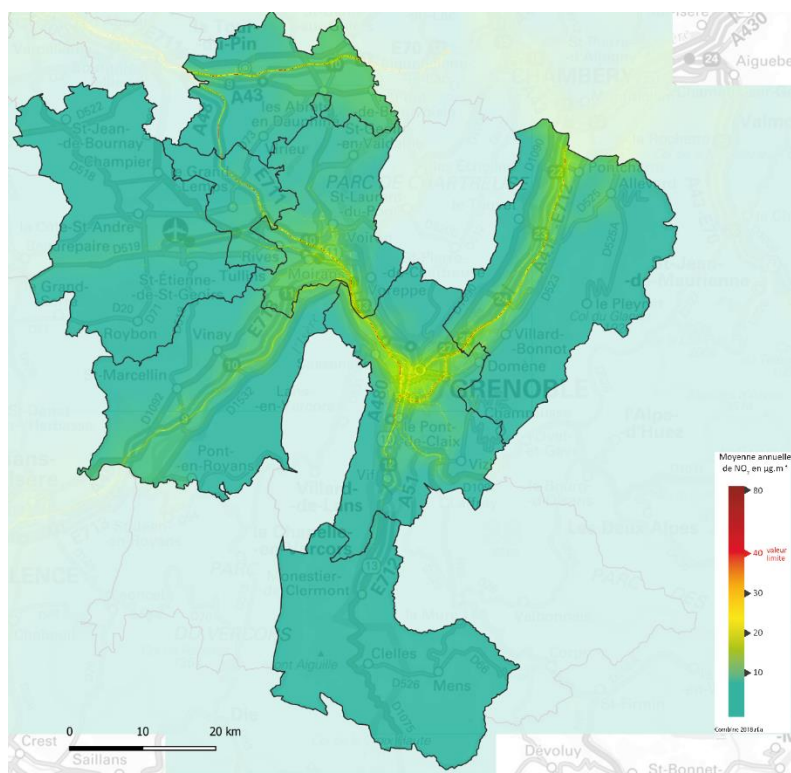


Figure 97 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO₂ selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »

Les résultats de la modélisation du scénario «Dynamique territoriale» 2027 ne mettent quasiment plus en évidence de secteurs de dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂.

Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027

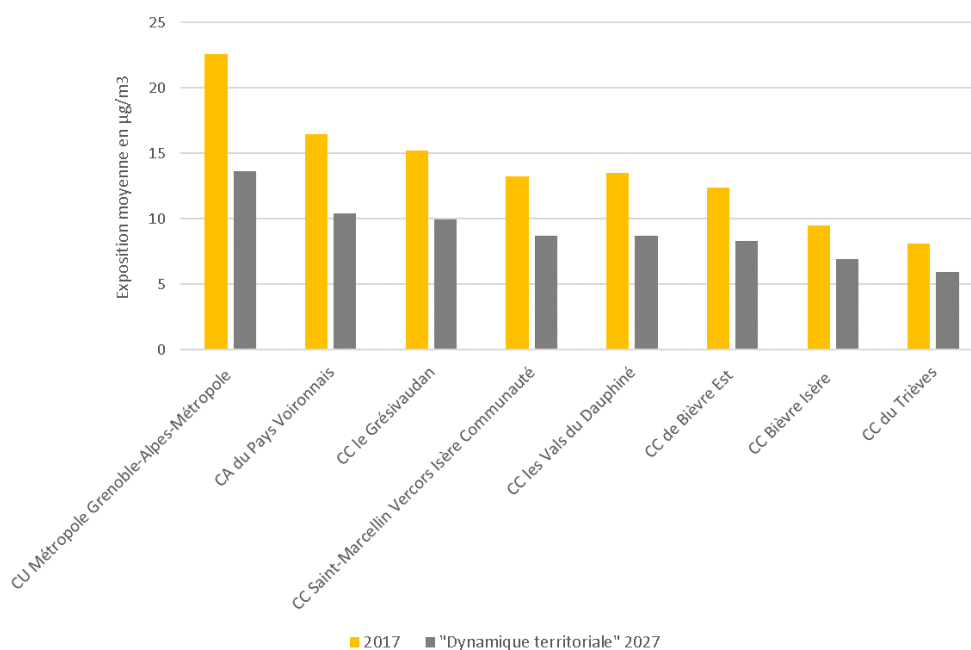


Figure 98 : Evolution de l'exposition des populations au dépassement de la valeur limite réglementaire pour le NO₂, selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »

Selon la modélisation tendancielle, on constate une baisse notable de l'exposition moyenne au NO₂ notamment sur la métropole grenobloise et moins de 10 personnes resteraient exposées à des dépassements de la valeur limite annuelle.

Particules fines (PM2,5)

Evolution des émissions à l'horizon 2027

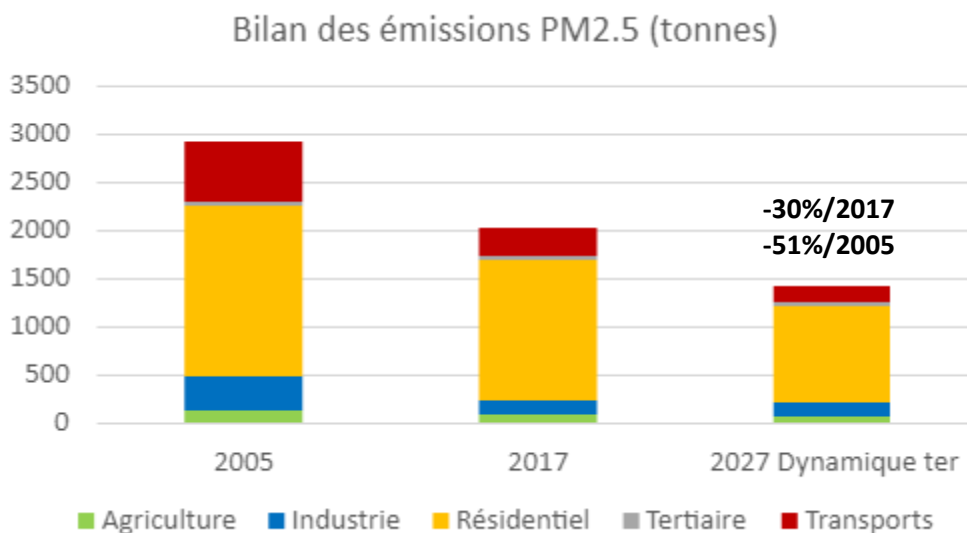


Figure 99 : Bilan des émissions de PM2,5 sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de PM2.5 du scénario « Dynamique territoriale » seraient réduites de 30% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 51% par rapport à l'année 2005.

Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

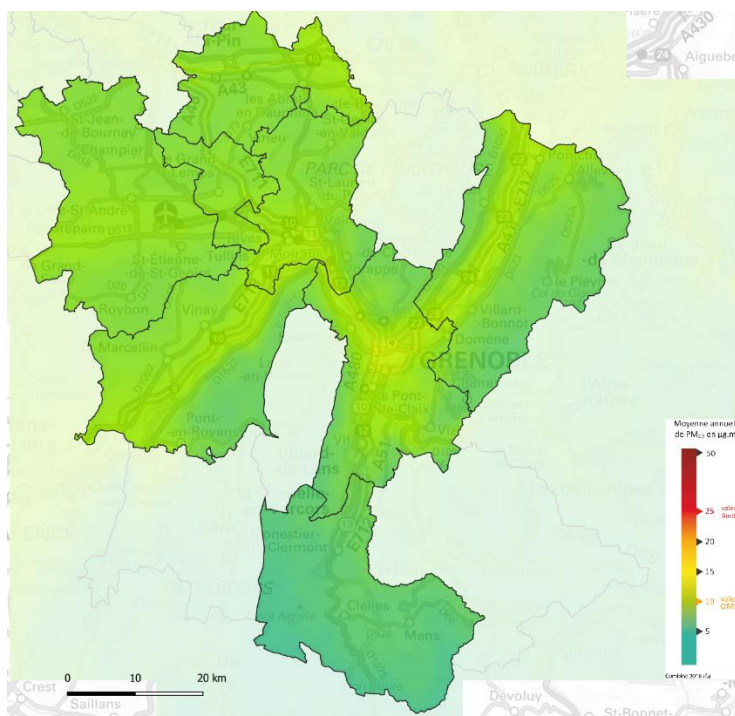


Figure 100 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2,5 attendues selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »

Evolution de l'exposition des populations entre 2017 et 2027

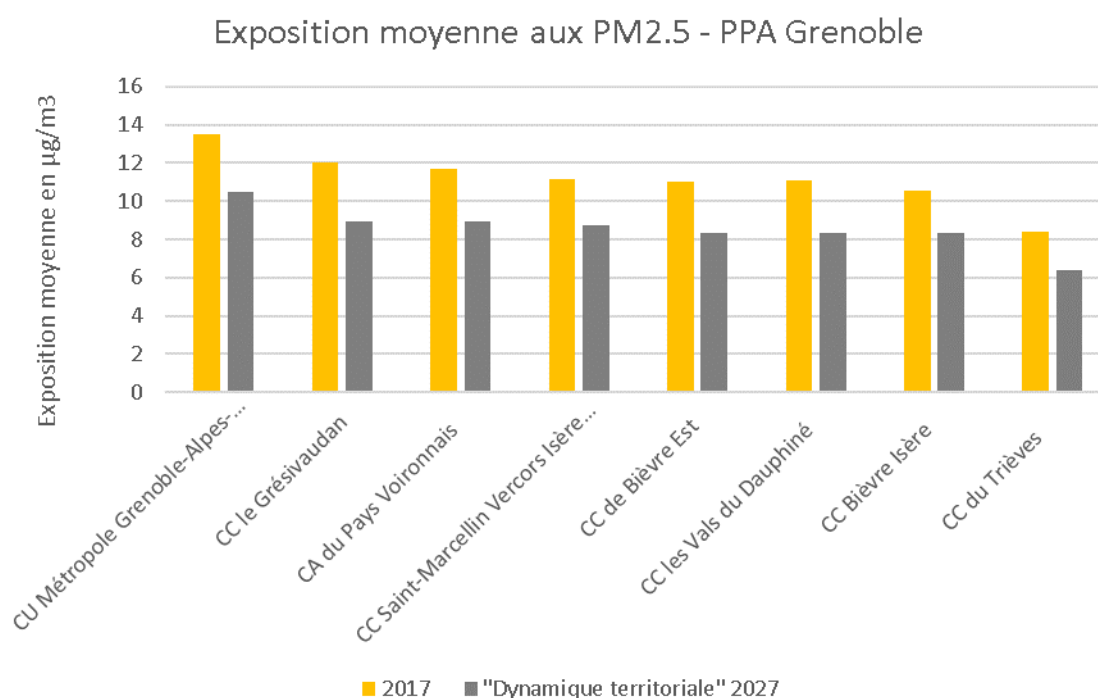


Figure 101 : Evolution de l'exposition moyenne au NO₂ sur le périmètre PPA entre le scénario 2017 et le scénario « Dynamique Territoriale » 2027

Selon la modélisation tendancielle, malgré une baisse de l'exposition moyenne aux particules PM_{2,5}, environ 374 000 habitants (~47% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM_{2,5} supérieures à la valeur guide de l'OMS pour ce polluant.

Particules fines (PM10)

Evolution des émissions à l'horizon 2027

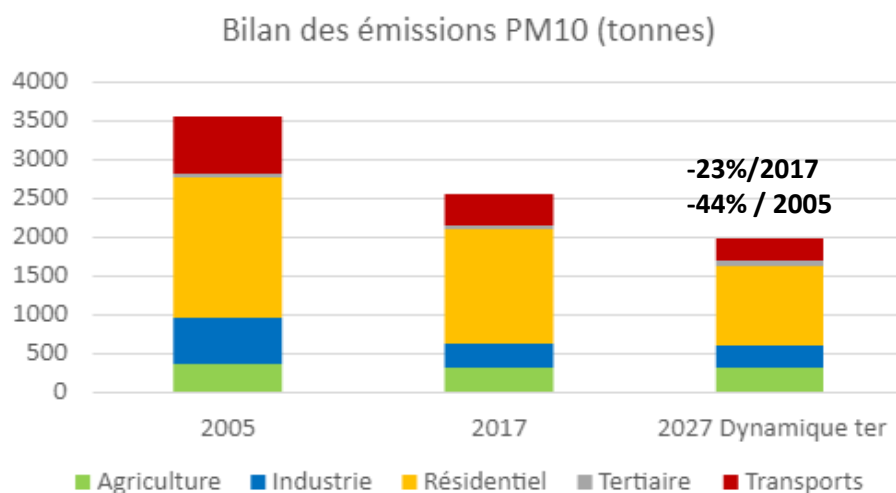


Figure 102 : Bilan des émissions de PM10 sur le territoire du PPA3 de Grenoble

Les émissions de PM10 du scénario «Dynamique territoriale» seraient réduites de 23% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 44% par rapport à l'année 2005.

Concentrations moyennes annuelles à horizon 2027

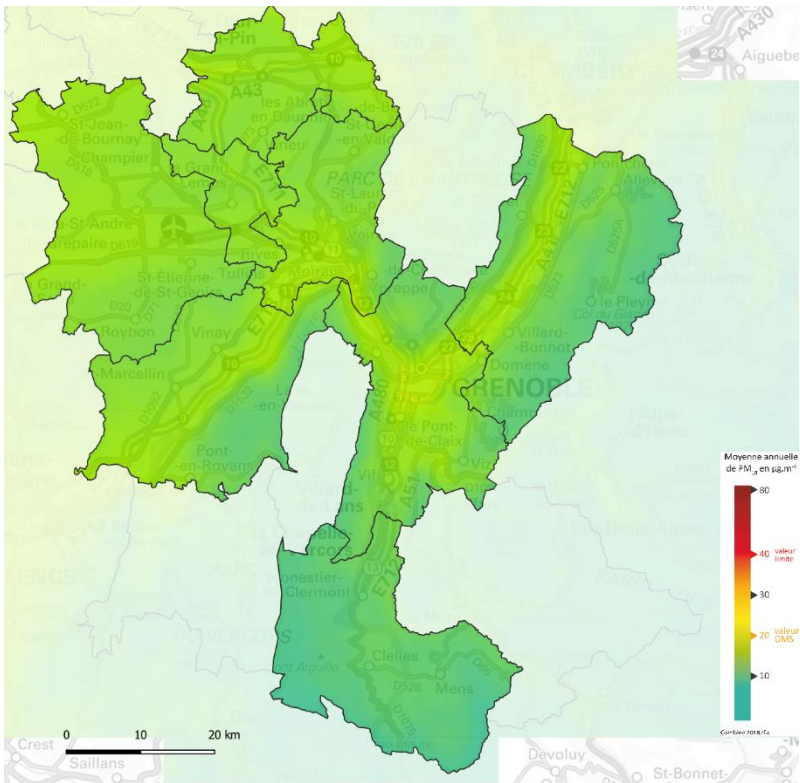


Figure 103 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario « Dynamique territoriale 2027 »

Evolution de l’exposition des populations entre 2017 et 2027

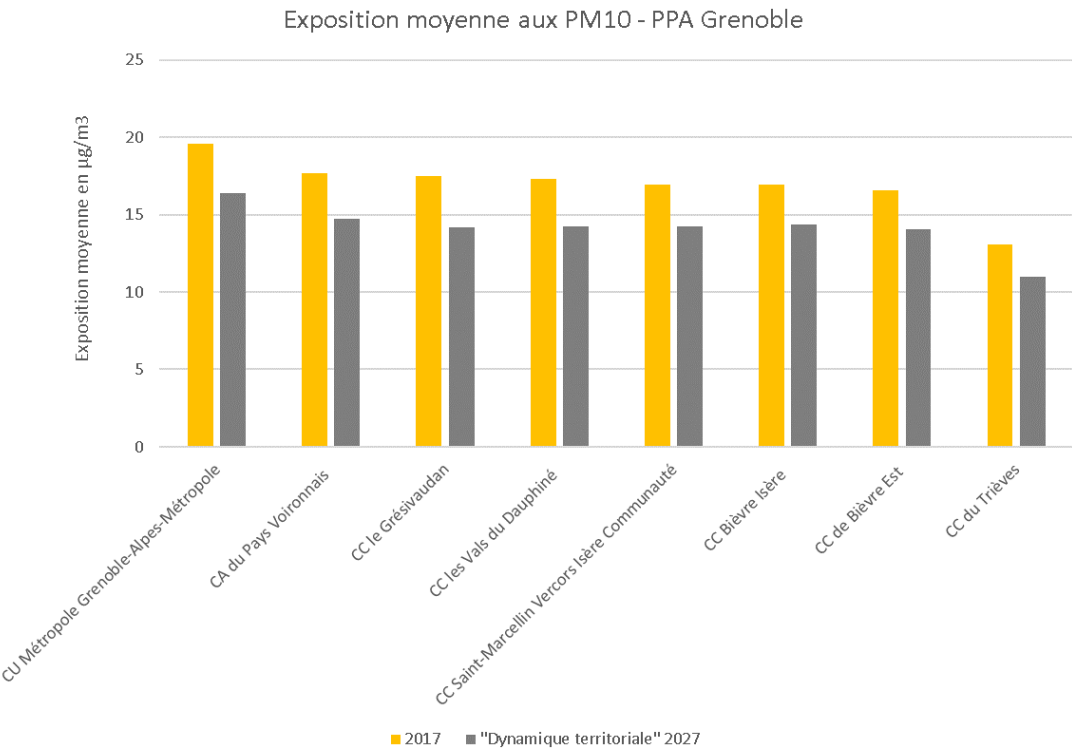


Figure 104 : Evolution de l’exposition moyenne aux PM10 sur le périmètre PPA entre 2017 et le scénario 2027 «Dynamique territoriale»

Selon la modélisation tendancielle, malgré une baisse de l'exposition moyenne aux particules PM10, environ 1000 habitants (~0,1% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM10 supérieures à la valeur guide de l'OMS pour ce polluant.

Annexe 2 : Vérification des données des établissements industriels

L'Unité Départementale de la DREAL a fourni la liste des établissements industriels concernés par les actions I.1.1, I.2.1 et I.3.1. Plusieurs de ces établissements sont manquants lors des différentes étapes de l'estimation des gains d'émission. Cette annexe vise à dresser la liste précise des établissements manquants et l'origine de leur non prise en compte dans l'évaluation des actions.

Bilan global				
Périmètre	Type d'établissement	Nombre théorique	Nombre table industrie	Nombre avec gain évalué
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu (308 communes)	Carrières sup 150000T	18	18	18
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu (308 communes)	Combustion	26	22	22
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu (308 communes)	Plateformes concassage	27	2	1
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu (308 communes)	Producteur ciment chaud	3	3	3
		74	45	44
			61%	59%

Détail des établissements industriels listés pour évaluation

Le tableau ci-dessus donne le détail des 74 établissements listés pour la zone PPA évaluée. Ce nombre peut ne pas recouper exactement avec la liste fournie initialement pour les DREAL. Certains établissements étaient présents sur plusieurs rubriques distinctes et un choix d'affectation est fait par défaut pour gérer cette situation. Par exemple :

- Un établissement listé comme établissement de combustion mais également présent parmi d'autres catégories n'est pas désigné comme établissement de combustion ;
- Un établissement listé comme carrière mais également présent parmi d'autres catégories est classé en tant que carrière.

Nombre d'établissements sans correspondance dans l'inventaire			
Périmètre	Type d'établissement	Nombre	Proportion des établissements manquants
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Carrières sup 150000T	0	
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Combustion	4	100%
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Plateformes concassage	25	100%
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Producteur ciment chaud	0	

Nombre d'établissements sans correspondance dans l'inventaire par type d'établissement

Liste des établissements avec émissions dans BDREP mais sans correspondance dans l'inventaire

Périmètre	Type d'établissement	Numéro d'inspection
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0032.01408

Liste des établissements de la table tpk_etablisements avec émission BDREP mais sans correspondance dans l'inventaire

Les données nécessaires à leur évaluation sont transférées dans la table industrie où de premières pertes ont lieu. Cela se produit lorsque l'établissement n'est pas présent dans la table src_ind.vue_etablisements, signifiant qu'il n'a pas d'id_corresp rattaché. Or, les établissements intégrés à la table industrie doivent disposer de cette information pour faire ensuite le lien avec la table proj_ppa_actions.gain_ppa et ainsi évaluer les gains d'émission.

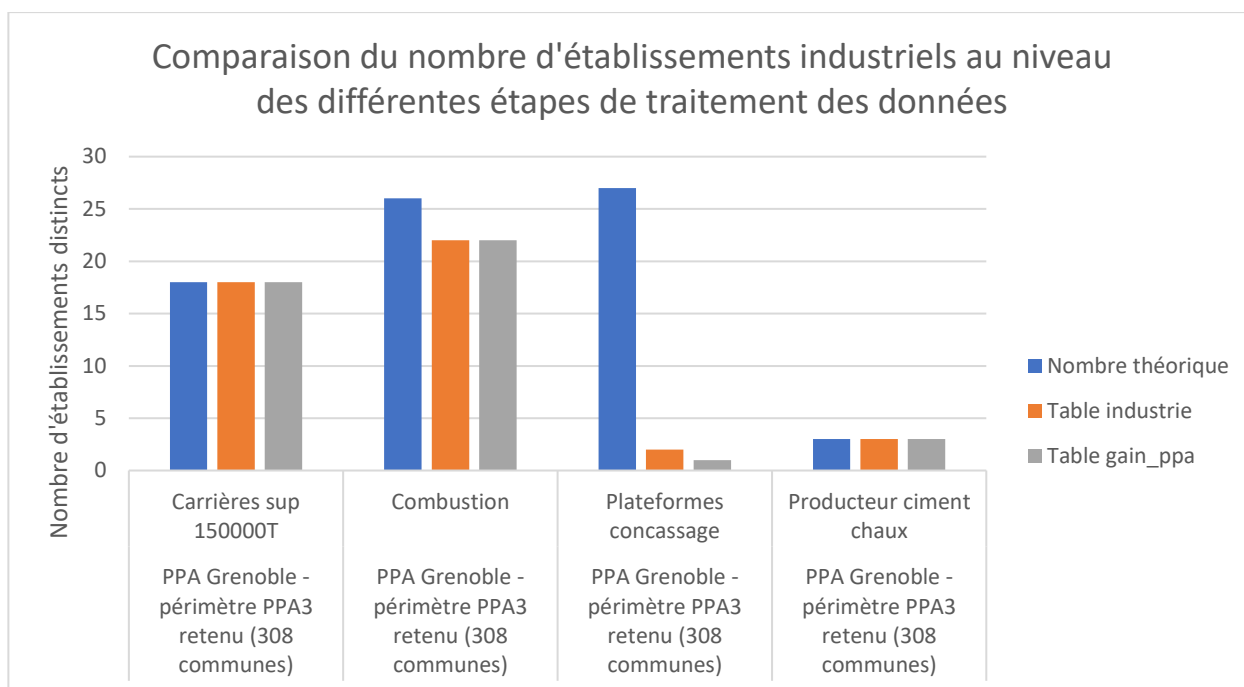
Sur les 29 établissements sans id_corresp, 28 d'entre eux (97%) n'ont aucune émission associée dans les déclarations BDREP. Le tableau ci-dessus montre en revanche que l'établissement restant est présent dans la table src_ind.src_emis_bdrep et devrait donc avoir des émissions dans l'inventaire.

Liste des établissements présents dans la table industrie mais pas dans la table gain_ppa

Périmètre	Type d'établissement	Numéro d'inspection
PPA Grenoble - périmètre PPA3 retenu	Plateformes concassage	0061.03155

Liste des établissements présents dans la table industrie mais absents dans la table gain_ppa

Des établissements supplémentaires sont absents lors de l'estimation des gains dans la table proj_ppa_actions.gain_ppa. Aucune émission n'est dans ce cas associée à l'établissement dans le scénario tendanciel et il ne peut alors pas être sujet à une évaluation. 8 établissements concernés par ce cas sont listés dans le tableau ci-dessus.



Comparaison du nombre d'établissements intégrés aux tables industrie et gain_ppa par rapport au nombre théorique dans la table tpk_etablissements.

La table gain_ppa correspond à la liste finale des établissements évalués.

De façon générale, seul 59% des établissements fournis par la DREAL font l'objet d'une évaluation des émissions. 94% des établissements manquants à l'évaluation le sont par absence d'émissions dans BDREP, 3% par absence de lien entre BDREP et l'inventaire et 3% par absence d'émissions tendanciellles pour l'établissement.

Annexe 3 : Conversion de VLE en facteur d'émission pour les chaudières biomasse

La réglementation applicable aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) impose des Valeurs Limites d'Emission (VLE) exprimées en mg/Nm³ (« milligrammes par mètre cube normal ») à 6% d'O₂. Pour calculer des émissions annuelles, il faut alors disposer du débit moyen de fumées.

Les estimations étant ici réalisées à partir de données de consommation d'énergie exprimées le plus souvent en MWh, une conversion de ces VLE est nécessaire pour obtenir un facteur d'émission exploitable. La méthode présentée ici se base sur les travaux de l'AEA *Technology* pour le compte du Département de l'Environnement, de l'Alimentation et des Affaires rurales (DEFRA) en Angleterre¹³. Le calcul suivant est applicable aux NO_x et poussières :

$$FE = \frac{VLE * SDFGV}{1000}$$

avec FE le facteur d'émission exprimé en g/GJ, VLE la valeur limite d'émission exprimée en mg/Nm³ à un % d'O₂ donné et SDFGV le volume spécifique de fumées sèches (*Specific Dry Flue Gas Volume*) exprimé en m³/GJ. Le tableau ci-dessous présente les différents SDFGV en fonction du % d'O₂.

Specific dry flue gas volumes for wood, m ³ /GJ (net heat input, dry gas at 0°C, 101.3 kPa)					
Oxygen content, % (dry)	0 (stoichiometric)	6	10	11	[N] (where [N] is the O ₂ concentration)
Specific dry flue gas volume, m ³ /GJ	253	354	483	531	253 x (21÷(21-[N]))

SDFGV en fonction du % d'O₂ pour convertir une VLE en facteur d'émission

Exemple :

Une installation de combustion a une VLE fixée à 30 mg/Nm³ à 6% d'O₂. Pour obtenir le facteur d'émission correspondant à l'installation – en supposant que ses émissions sont équivalentes à la VLE – on fait le calcul suivant :

$$FE = \frac{30 * 354}{1000} = 10,62 \text{ g/GJ}$$

Il est aussi possible de convertir une VLE à une concentration d'O₂ donnée vers une VLE à une autre concentration.

$$\frac{VLE_1 * SDFGV_1}{1000} = \frac{VLE_2 * SDFGV_2}{1000}$$

$$VLE_2 = VLE_1 * \frac{SDFGV_1}{SDFGV_2}$$

¹³ AEA Technology, 2012, *Conversion of biomass boiler emission concentration data for comparison with Renewable Heat Incentive emission criteria*, 11 pages, disponible sur https://uk-air.defra.gov.uk/assets/documents/reports/cat07/1205310837_Conversion_of_biomass_boiler_emission_data_rep_Issue1.pdf

Exemple 2 : On veut convertir une VLE de 30mg/Nm³ à 6% d'O₂ vers une VLE équivalente à 11% d'O₂. On obtient :

$$VLE = 30 * \frac{354}{531} = 20 \text{ mg/Nm}^3 \text{ à 11\% d'O}_2$$

Annexe 4 : Liste des facteurs de réduction d'émissions par action PREPA agriculture

Tableau 247 : facteurs de réduction utilisés (Source [5])

Technique de réduction	Espèce	Effluents	Facteur de réduction NH ₃ %	Facteur d'abattement PM
AGRI1MA - Interdiction totale du brûlage des résidus de cultures aux champs	NA	NA	NA	100
AGRI5MA - Lavage d'air	Porcins	Fumier	70	30
	Porcins	Lisier	70	30
AGRI6MA - Raclage en V	Porcins	Lisier	40	Non concerné
AGRI7MA - Procédé gravitaire	Porcins	Lisier	25	Non concerné
AGRI8MA - Couverture haute technologie	Bovins	Lisier	80	Non concerné
	Porcins	Lisier	80	Non concerné
	Volailles	Lisier	80	Non concerné
AGRI9MA - Couverture basse technologie	Bovins	Lisier	50	Non concerné
	Porcins	Lisier	50	Non concerné
	Volailles	Lisier	50	Non concerné
AGRI10MA - Pendillards	Bovins	Lisier	32,5	Non concerné
	Porcins	Lisier	32,5	Non concerné
	Volailles	Lisier	32,5	Non concerné
AGRI11MA - Injection	Bovins	Lisier	80	Non concerné
	Porcins	Lisier	80	Non concerné
	Volailles	Lisier	80	Non concerné
AGRI12MA - Incorporation post épandage immédiate	Bovins	Fumier	70	Non concerné
	Porcins	Fumier	70	Non concerné
	Volailles	Fumier	80	Non concerné
	Bovins	Lisier	80	Non concerné
	Porcins	Lisier	80	Non concerné
AGRI13MA - Incorporation post épandage dans les 12h	Volailles	Lisier	80	Non concerné
	Bovins	Fumier	35	Non concerné
	Porcins	Fumier	35	Non concerné
	Volailles	Fumier	60	Non concerné
	Bovins	Lisier	40	Non concerné
AGRI14MA - Incorporation post épandage dans les 24h	Porcins	Lisier	40	Non concerné
	Volailles	Lisier	60	Non concerné
	Bovins	Fumier	25	Non concerné
	Porcins	Fumier	25	Non concerné
	Volailles	Fumier	50	Non concerné
AGRI15MA - Évacuation des fientes de poules pondeuses en cages par tapis avec séchage forcé	Bovins	Lisier	25	Non concerné
	Porcins	Lisier	25	Non concerné
	Volailles	Lisier	50	Non concerné
AGRI16MA - Raclage des lisiers de bovins au bâtiment	Volailles	Fientes	73	Non concerné
AGRI17MA - Brumisation dans les bâtiments porcins	Bovins	Lisier	25	Non concerné
	Porcins	Lisier	26	74

Source : Annexe C du PREPA - Fiches mesures détaillées