



Annexe 4 :
**Rapport des modélisations
d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes
pour l'évaluation du projet
de PPA3**



Rapport

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

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.

Atmo Auvergne-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 Lyon.

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 au sujet du PPA.....	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 Lyon	12
2.1. Le périmètre d'étude	12
2.2. Les réglementations de la pollution de l'air.....	13
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	17
2.3.1. Dispositif de surveillance de la qualité de l'air	17
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 de pollution	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	32
2.5.5. Agriculture.....	35
2.5.6. Les principales sources d'émissions à l'échelle du périmètre d'étude.....	36
2.5.7. Analyses de l'historique des émissions depuis 2000	38
2.5.8. Analyse des émissions par EPCI	42
2.6. Evaluation de la qualité de l'air à l'échelle du périmètre d'étude	45
2.6.1. Présentation des outils de modélisation	45
2.6.2. Le dioxyde d'azote	47
2.6.3. Les particules fines PM10	50
2.6.4. Les particules fines PM2,5	53
2.6.5. L'ozone	56
2.6.6. Focus sur quelques polluants émergents.....	57
2.6.7. Analyse de la contribution des régions voisines à la pollution chronique locale	61
2.6.8. Les épisodes de pollution.....	63
2.6.9. Conclusions sur la qualité de l'air.....	65
3. Evaluation prospective	67
3.1. Méthodologie déployée	67
3.2. Polluants étudiés.....	67
3.3. Outils et hypothèses déployées.....	68
3.3.1. Les hypothèses associées au scénario tendanciel.....	68
3.3.2. Les hypothèses associées au scénario PPA	76
3.3.3. Résidentiel et Tertiaire	77
3.3.4. Transports.....	79

3.3.5.	Industrie	84
3.3.6.	Agriculture.....	87
3.4.	Scénario retenu	91
3.5.	Cadastrage des émissions	92
3.6.	Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air.....	92
3.6.1.	Rappel du périmètre	92
3.6.2.	Bilan global de l'évolution des émissions	93
3.6.3.	Résultats pour les oxydes d'azote (NO _x).....	96
3.6.4.	Les particules PM _{2,5}	103
3.6.5.	Particules PM ₁₀	110
3.6.6.	L'ozone	117
3.6.7.	Oxydes de soufre (SO _x).....	119
3.6.8.	Composés organiques volatils (COVNM).....	120
3.6.9.	Ammoniac (NH ₃).....	122
Conclusions		125
ANNEXES		126
Annexe 1 :	Présentation du scénario tendanciel.....	126
Annexe 2 :	Vérification des données des établissements industriels	133
Annexe 3 :	Conversion de VLE en facteur d'émission pour les chaudières biomasse	136
Annexe 4 :	Liste des facteurs de réduction d'émissions par action PREPA agriculture	138

Illustrations

Figure 1 : Présentation du périmètre d'étude.....	12
Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air	14
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 lyonnaise	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 : Chaîne de calcul des émissions du transport fluvial	31
Figure 15 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière	32
Figure 16 : Logigramme de calcul des émissions des carrières	34
Figure 17 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière ..	34
Figure 18 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel	35
Figure 19 : Répartition des matériels d'épandage.....	36
Figure 20 : Répartition des émissions par secteur d'activités Unité : tonne / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020.....	37
Figure 21 : Evolution des émissions de NOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	38
Figure 22 : Evolution des émissions de PM10 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	39
Figure 23 : Evolution des émissions de PM2.5 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	39
Figure 24 : Evolution des émissions de COVNM / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	40
Figure 25 : Evolution des émissions de NH3 / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	41
Figure 26 : Evolution des émissions de SOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020	41
Figure 27 : Répartition des émissions polluantes par EPCI / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020.....	42
Figure 28 : Cartographie des émissions polluantes par EPCI / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020.....	44
Figure 29 : Chaîne de modélisation régionale.....	46
Figure 30 : Schéma de calcul de l'exposition de population	47
Figure 31 : Historique des moyennes annuelles en NO2 en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère	47

Figure 32 : Historique des moyennes annuelles en NO2 en situation de fond urbain/périurbain sur le périmètre d'étude.....	48
Figure 33 : Concentrations annuelles en NO2 en 2017	49
Figure 34 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017.....	50
Figure 35 : Historique des moyennes annuelles en NO2 en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère	50
Figure 36 : Historique des moyennes annuelles en PM10 en situation de fond sur le périmètre d'étude	51
Figure 37 : Concentrations annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude.....	52
Figure 38 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2017	52
Figure 39 : Historique des moyennes annuelles en PM2.5 en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère	53
Figure 40 : Historique des moyennes annuelles en PM2.5 en situation de fond urbain/périurbain sur la zone d'étude	53
Figure 41 : Concentrations annuelles en PM2,5 en 2017	54
Figure 42 : Concentrations moyennes en PM2,5 auxquelles sont exposées les habitants des EPCI en 2017	55
Figure 43 : Evolution des concentrations moyennes en O3 relevées sur les sites de mesure du périmètre d'étude en 2017	56
Figure 44 : Nombre de jours de dépassement en O3 en 2017	57
Figure 45 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site	60
Figure 46 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO2	61
Figure 47 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM2.5	62
Figure 48 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM10	62
Figure 49 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance des bassins d'air du périmètre d'étude de 2011 à 2017)	63
Figure 50 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance par polluant au niveau du périmètre d'étude de 2011 à 2017.....	64
Figure 51 : Périmètre d'étude du PPA3 de l'agglomération lyonnaise (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes).....	66
Figure 52 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles MODEL Y et MMR (périmètre PPA étendu)	68
Figure 53 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles MODEL Y et MMR.....	69
Figure 54 : Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Lyon en application du tendancier et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie	69
Figure 55 : Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Lyon 2013 et 2017 par type d'énergie.....	70
Figure 56 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPAs de Lyon et Grenoble....	71

Figure 57 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Lyon en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie	71
Figure 58 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Lyon 2013 et 2017 par type d'énergie.....	72
Figure 59 : Hypothèses d'évolution annuelle des veh.km par type de véhicule	72
Figure 60 : Evolutions des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions.....	74
Figure 61 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures.....	76
Figure 62 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais.....	76
Figure 63 - Principe général d'évaluation	77
Figure 64 : Périmètre d'étude du PPA3 de l'agglomération lyonnaise (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes).....	93
Figure 65 – Réductions d'émission par rapport au tendanciel par polluant et secteur d'activité sur la zone PPA Lyon	94
Figure 66 - Comparaison des projections d'émissions aux objectifs de réduction sur la zone PPA Lyon	94
Figure 67 - Évolution des émissions par polluant et scénario sur la zone PPA Lyon.....	95
Figure 68 – Réductions d'émission de NOx par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	97
Figure 69 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Lyon	97
Figure 70 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO2 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	99
Figure 71 : Différences de concentration moyennes annuelles en NO2 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027	100
Figure 72 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)	101
Figure 73 : Evolution de l'exposition moyenne au NO2 sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027	102
Figure 74 – Réductions d'émission de PM2,5 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	104
Figure 75 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Lyon.	104
Figure 76 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM2.5 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	106
Figure 77 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027	107
Figure 78 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM2.5 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)	108
Figure 79 : Evolution de l'exposition moyenne au PM2.5 sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027	109
Figure 80 – Réductions d'émission de PM10 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	110
Figure 81 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Lyon..	111

Figure 82 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027	113
Figure 83 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027	114
Figure 84 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)	115
Figure 85 : Evolution de l'exposition moyenne au PM10 sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027	116
Figure 86 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (à gauche)/ Différences de concentration moyennes annuelles d'ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027 (à droite)	118
Figure 87 - Réductions d'émission de SOx par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	119
Figure 88 - Réductions d'émission de COVNM par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	121
Figure 89 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Lyon	121
Figure 90 - Réductions d'émission de NH3 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon	123
Figure 91 - Réductions d'émission de NH3 en fonction du scénario sur la zone PPA Lyon	123
Figure 92 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NH3 sur la zone PPA Lyon	124
 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 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018	75
Tableau 5 : Détail par type de culture des ajustements 2018.....	75
Tableau 6 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique	77
Tableau 7 - Coefficients d'évolution utilisés pour les actions RT2.1	79
Tableau 8 - Liste des projets de MODEL Y pour les scénarios Fil de l'eau et SCoT 2030.....	81
Tableau 9 - Hypothèses par type de ZFE.....	82
Tableau 10 - Coefficients d'évolution par EPCI pour évaluer l'impact du report modal sur la zone PPA Lyon	82
Tableau 11 - Liste des coefficients d'évolution par polluant et scénario pour l'action M5.1.....	83
Tableau 12 - Coefficients d'évolution appliqués aux actions I1.1 et I2.2	84
Tableau 13 - Modification de la chaufferie urbaine la Duchère à Champagne-au-Mont-d'Or	85
Tableau 14 - Calcul des gains d'émission par polluant pour les actions I2.3	86
Tableau 15 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario tendanciel	87
Tableau 16 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA Lyon bas et intermédiaire.....	88
Tableau 17 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA haut	88
Tableau 18 - Coefficients d'évolution utilisés pour l'action A1.2 (volet épandages)	88
Tableau 19 - Taux d'application de la couverture de fosse à lisier (source : PREPA).....	88

<i>Tableau 20 - Taux d'application utilisés</i>	<i>89</i>
<i>Tableau 21 - Synthèse des coefficients d'évolution pour la couverture de fosse à lisier</i>	<i>91</i>
<i>Tableau 22 – Coordonnées décimales (Lambert 93) des nouveaux sites industriels à modéliser</i>	<i>92</i>
<i>Tableau 23 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Lyon</i>	<i>93</i>
<i>Tableau 24 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action</i>	<i>96</i>
<i>Tableau 25 - Comparaison des émissions de NOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>96</i>
<i>Tableau 26 – Réductions d'émission de NOx par action sur la zone PPA Lyon.....</i>	<i>98</i>
<i>Tableau 27 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise.....</i>	<i>98</i>
<i>Tableau 28 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>103</i>
<i>Tableau 29 - Comparaison des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre les scénarios tendanciel et PPA sur la zone PPA Lyon</i>	<i>103</i>
<i>Tableau 30 – Réductions d'émission de PM_{2,5} sur la zone PPA Lyon</i>	<i>105</i>
<i>Tableau 31 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{2.5} mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027</i>	<i>105</i>
<i>Tableau 32 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>110</i>
<i>Tableau 33 - Comparaison des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre les scénarios tendanciel et PPA sur la zone PPA Lyon</i>	<i>110</i>
<i>Tableau 34 – Réductions d'émission de PM₁₀ sur la zone PPA Lyon</i>	<i>111</i>
<i>Tableau 35 : Concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027</i>	<i>112</i>
<i>Tableau 36 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>119</i>
<i>Tableau 37 - Réductions d'émission de SOx sur la zone PPA Lyon</i>	<i>120</i>
<i>Tableau 38 – Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>120</i>
<i>Tableau 39 – Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Lyon.....</i>	<i>122</i>
<i>Tableau 40 - Comparaison des émissions de NH₃ entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon</i>	<i>122</i>
<i>Tableau 41 – Réductions d'émission de NH₃ par action sur la zone PPA Lyon</i>	<i>124</i>

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 (partie 2).

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 (partie 3) a été réalisée sur la base de deux scénarios :

- 2027 tendanciel 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 tendanciel » : 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 tendanciel et actions PPA met en évidence la plus-value des actions du PPA.

1. Contexte au sujet du PPA

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.

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}.

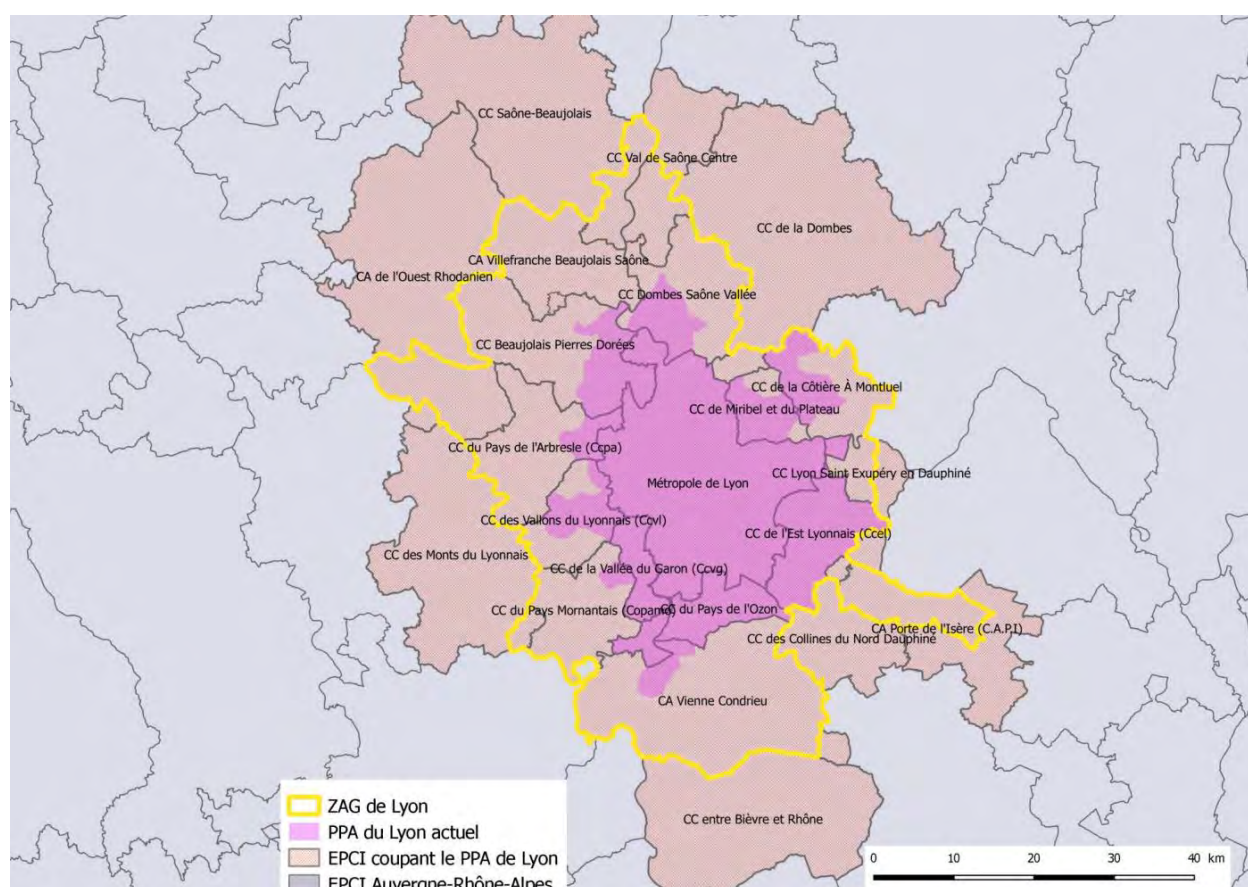
Par ailleurs, le coût sanitaire de la pollution de l'air est estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an pour la France (estimation réalisée sur des données datant de l'année 2000). Il concerne à la fois l'air intérieur et l'air extérieur.

2. Diagnostic qualité de l'air sur le périmètre d'étude du PPA de Lyon

2.1. Le périmètre d'étude

Le périmètre d'étude a été défini en intégrant l'ensemble des EPCI concernés par la zone administrative de surveillance de la qualité de l'air de Lyon. Il s'agit d'une ZAG ou « zone à risques - agglomération » au titre des directives européennes.

Le périmètre d'étude comporte ainsi 22 EPCI potentiellement concernés par le PPA 3.



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 du 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 lyonnaise.

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.

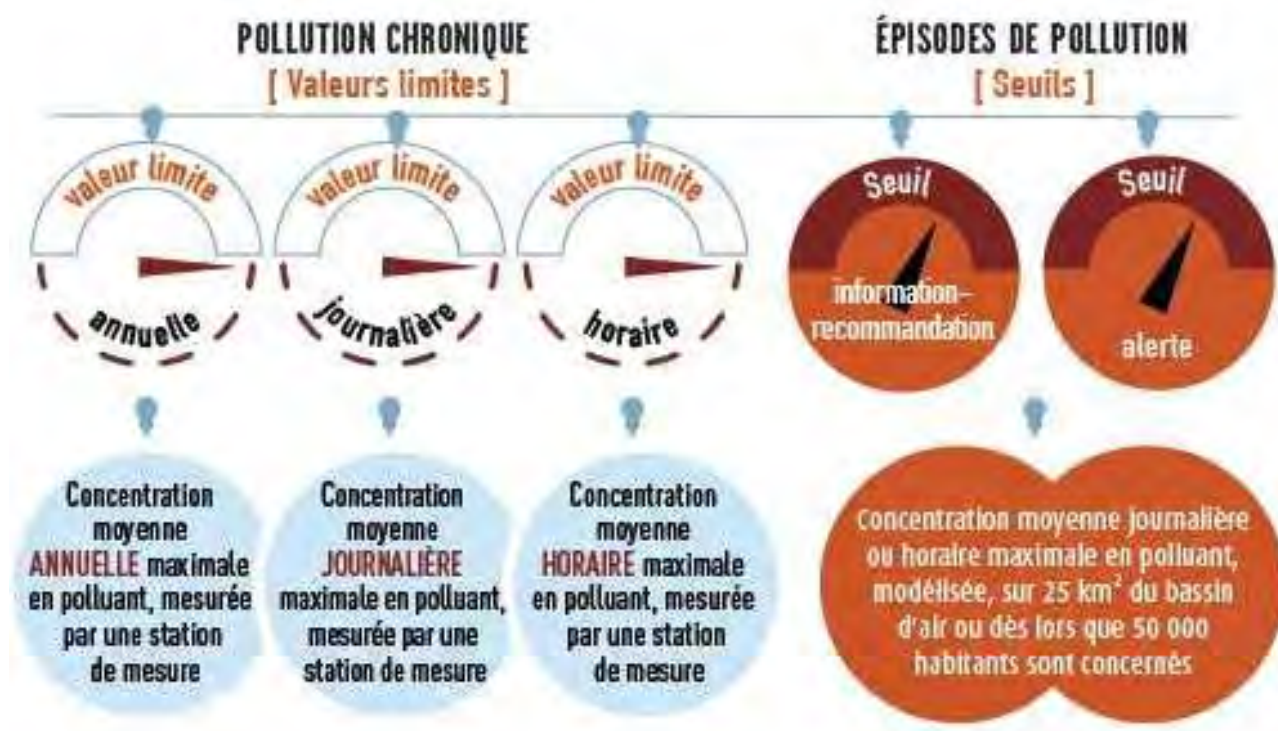


Figure 2 : Les valeurs limites et seuils de qualité de l'air

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)	<u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 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> : <u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 120 µg/m ³ , à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (moyenne sur 3 ans)	-	<u>OQ</u> : <u>Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures</u> : 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 Lyon, 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 lyonnaise 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

NR :

^a 99^e (3 à 4 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 8 heures 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 :
 - o De stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond urbain, fond périurbain, proximité trafic, proximité industrielle, observation spécifique) ;
 - o 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 :
 - o D'un modèle déterministe régional PREVALP d'évaluation de la pollution atmosphérique à une échelle kilométrique ;
 - o D'un modèle fine échelle (10 m) permettant une meilleure évaluation de la pollution en proximité du trafic automobile (SIRANE) ;
 - o 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.

L'implémentation de scénarios d'émissions prospectifs dans les modèles permet de caractériser l'exposition des populations et l'impact de la mise en œuvre d'actions à un horizon donné.

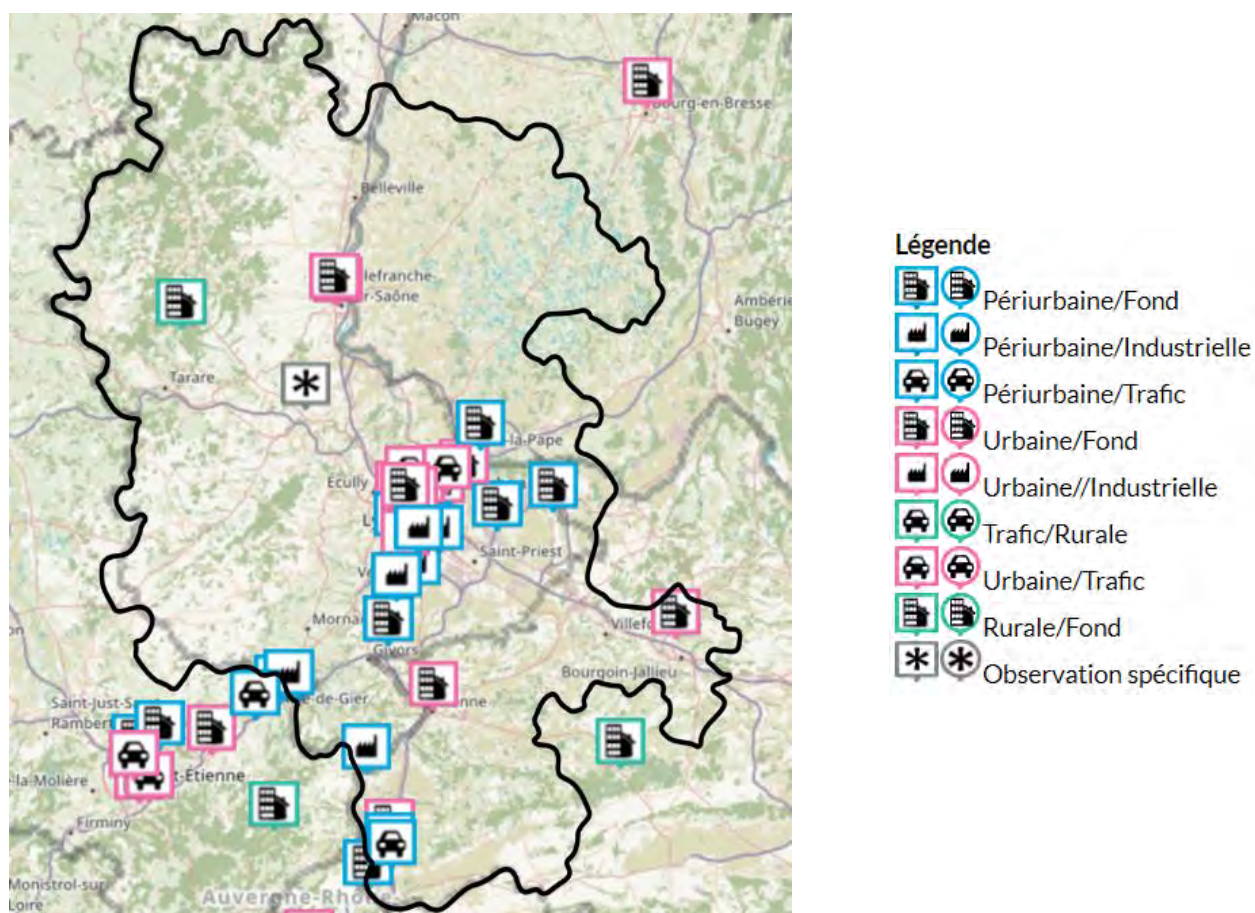


Figure 5 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air sur la zone d'étude

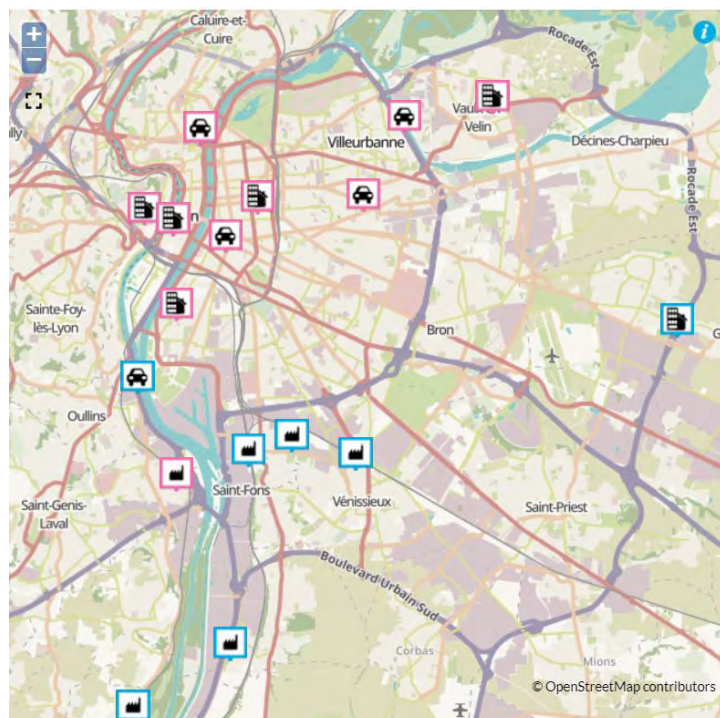


Figure 6 : Carte du réseau de mesure de la qualité de l'air au niveau de la métropole lyonnaise

Les données mesurées au niveau de ces stations sont disponibles au lien suivant :
<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/donnees/acces-par-station/20062>

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.

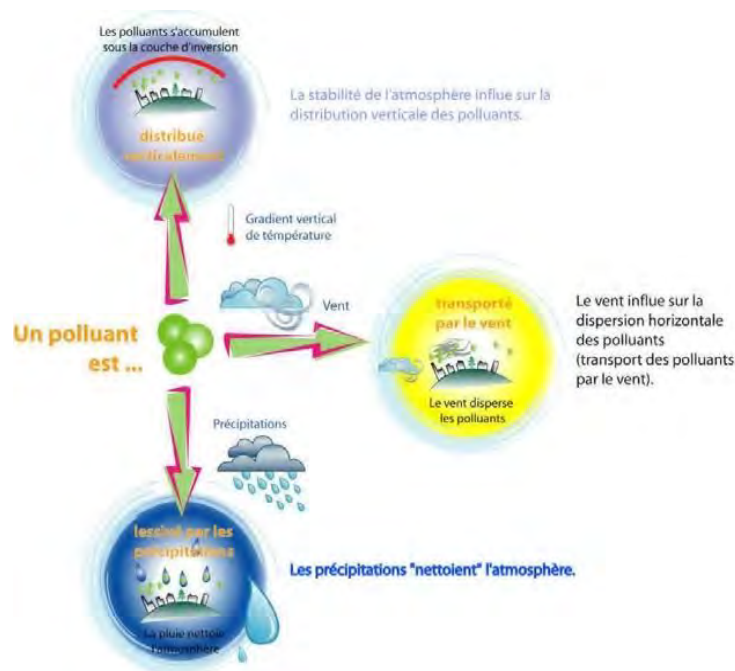
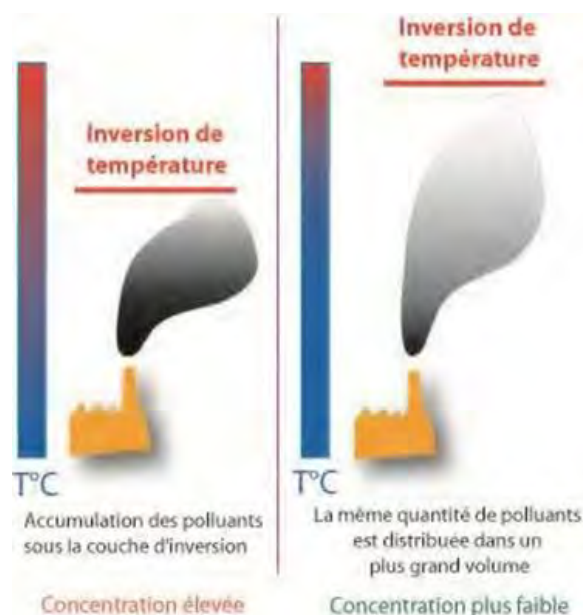


Figure 7 : Facteurs influençant les concentrations en polluants

Dans le cas de l'agglomération lyonnaise, avec un climat semi-continental 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. Cela concerne surtout les particules, mais aussi dans une moindre mesure le dioxyde d'azote et le dioxyde de soufre. En été, les périodes anticycloniques stables, chaudes et ensoleillées favorisent la hausse des concentrations 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 de pollution

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.

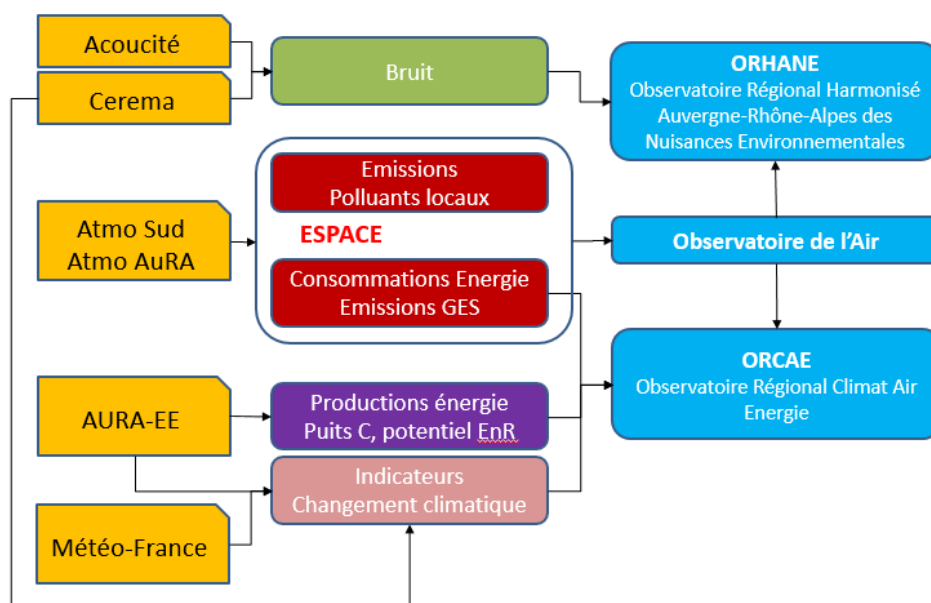


Figure 8: Interactions autour de l'inventaire des émissions

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.

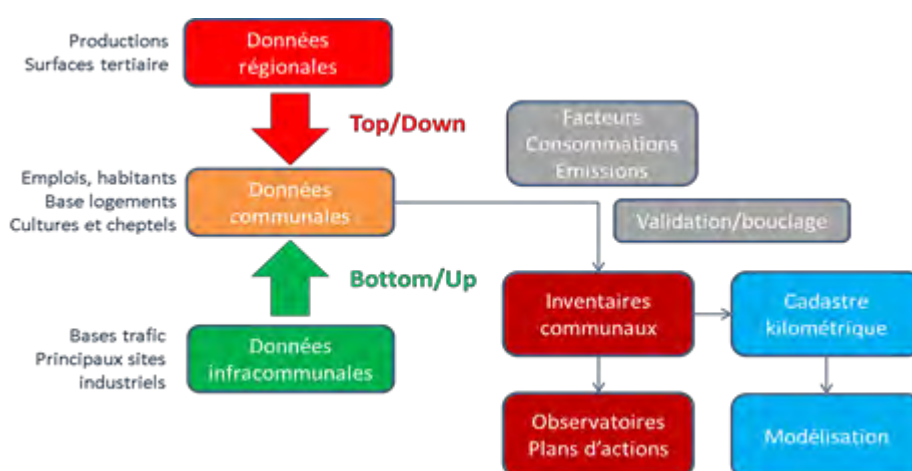


Figure 9 : Principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

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.

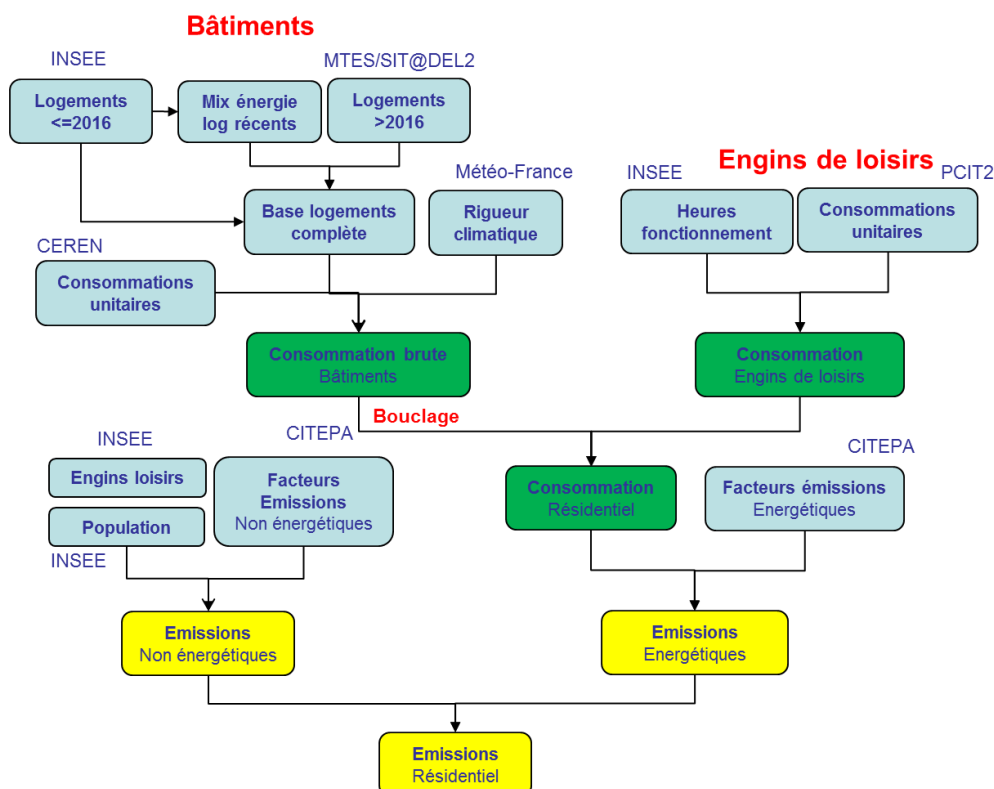


Figure 10 : Logigramme de calcul des consommations et émissions résidentielles

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 :
 - o 9% des maisons ont recours à cette pratique ;
 - o 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;

- Pour les activités domestiques suivantes :
 - o Protection du bois, utilisation domestique de peinture, de solvants et de produits pharmaceutiques ;
 - o Utilisation de feux d'artifice ;
 - o Consommation de tabac ;
 - o Anesthésie ;
 - o Travail du bois ;
 - o 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

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

bois à partir des enquêtes locales (EMBRE sur la Métropole de Lyon) complétées par l'enquête régionale menée en 2017.

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 :
 - o Secteur industriel ou agricole : 4000h ;
 - o Secteur tertiaire :
 - Puissance <1MW : 2000h ;
 - Puissance >1MW : 3400h ;
 - o Secteur résidentiel :
 - Puissance <1MW : 2000h ;
 - Puissance >1MW : 3600h ;
 - o 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 > 1 MW :
 - 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.

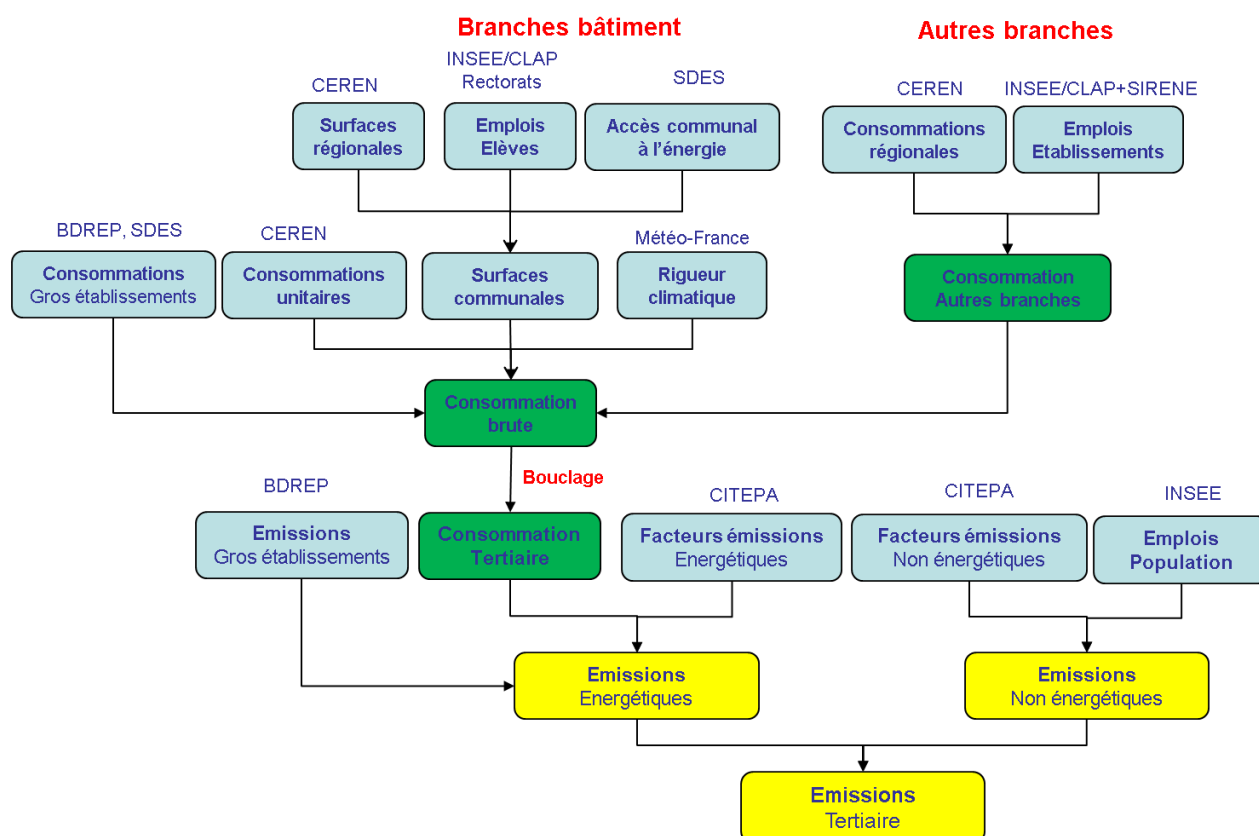


Figure 11 : Logigramme de calcul des consommations et émissions tertiaires

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.

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, pour les autres, une extrapolation de la tendance 2010-2013 est réalisée.

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).

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

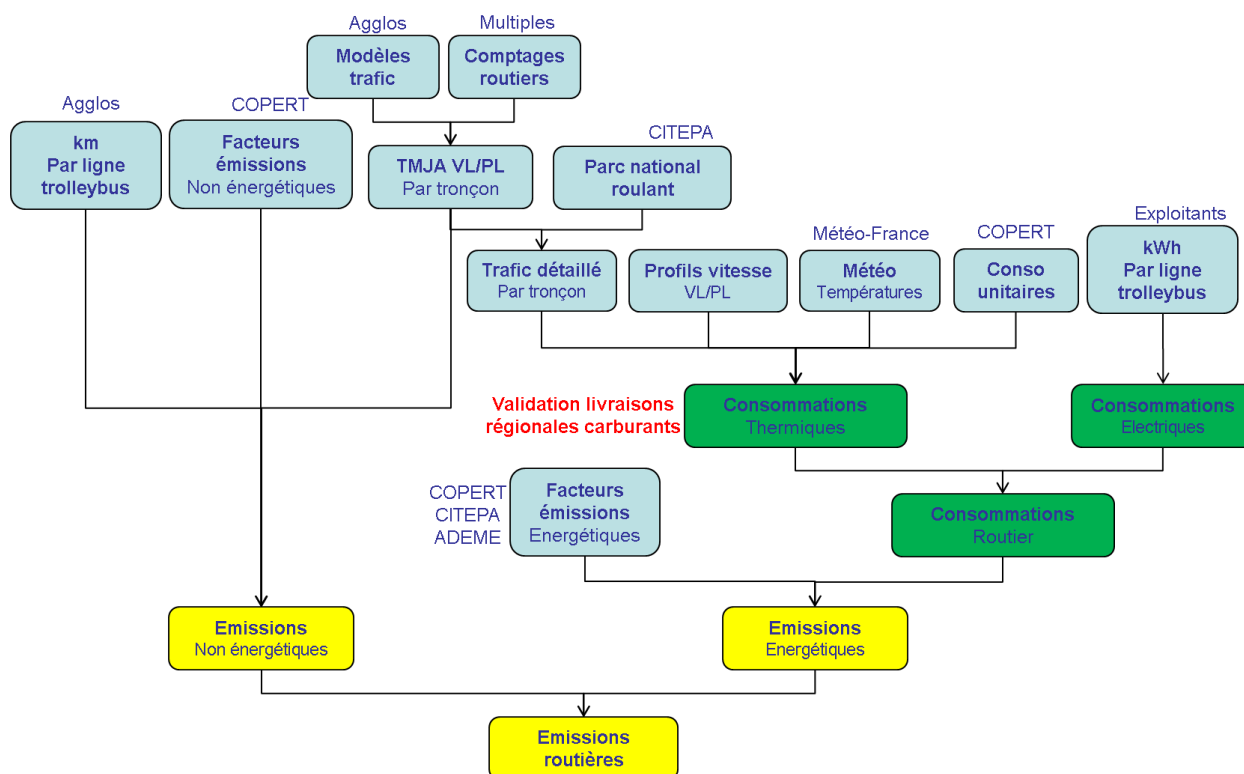


Figure 12 : Chaîne de calcul simplifiée des émissions du transport routier

► Transport ferroviaire

Le logigramme suivant résume l'approche méthodologique.

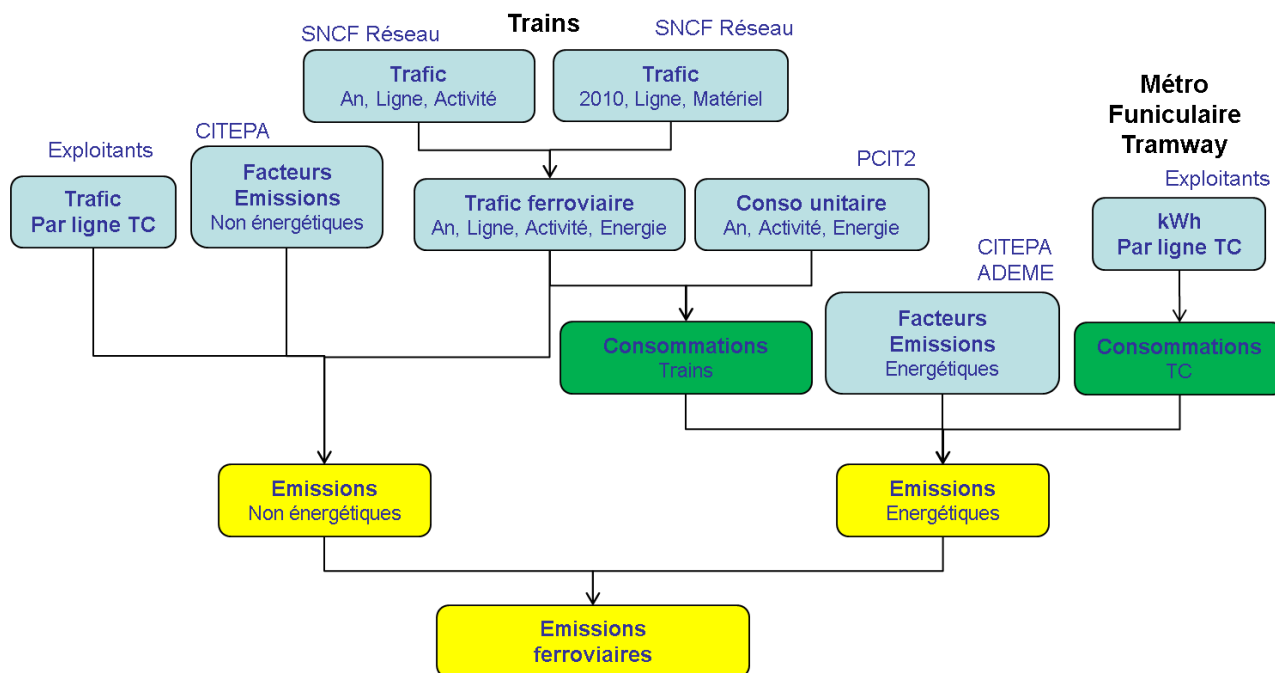


Figure 13 : Chaîne de calcul des émissions du transport ferroviaire

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.

► Transport fluvial

Le logigramme suivant résume l'approche méthodologique.

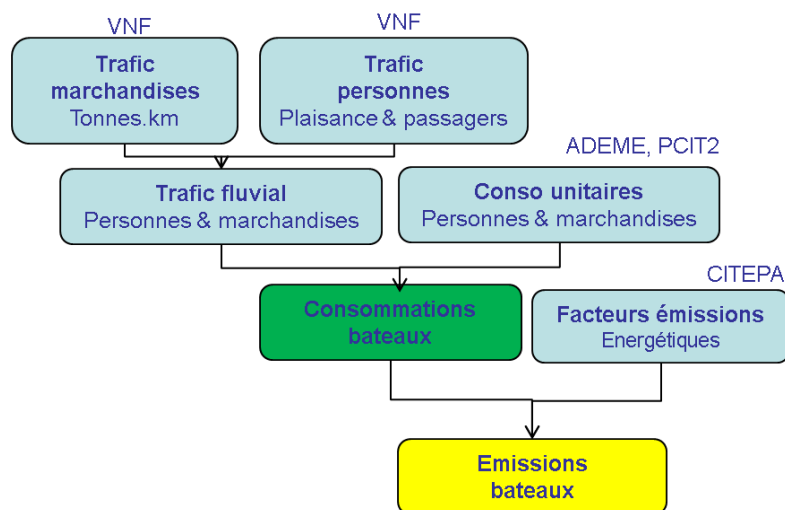


Figure 14 : Chaîne de calcul des émissions du transport fluvial

Sur le PPA lyonnais, les émissions du secteur fluvial sont associées à la navigation de plaisance et de marchandises sur le Rhône et la Saône :

- Trafics aux écluses issus de Voies Navigables de France ;
- Facteurs d'émissions nationaux et évolutifs dans le temps.

Les émissions issues des auxiliaires à quai (groupes électrogènes) ne sont pas considérées faute de données disponibles localement et de leur faible contribution a priori sur les émissions.

► Transport aérien

Pour le PPA de Lyon : les émissions liées aux activités de la plateforme sont scindées en 2 :

- Emissions des aéronefs à partir du nombre annuel de mouvements distinguant le trafic domestique/international, les types d'avions, les différents phases LTO (déplacement au sol, poussée, décollage et atterrissage). Les plateformes modélisées sur le territoire du PPA lyonnais sont :
 - o Lyon Saint-Exupéry (émissions ajustées au moyen des bilans produits par la DGAC) ;
 - o Lyon Bron ;
 - o Lyon Corbas.
- Emissions des activités au sol : les émissions ont été produites par l'aéroport LYSE pour les principaux postes suivants :
 - o Sources fixes :
 - Centrale de production d'énergie pour le chauffage des locaux LYSE à partir des déclarations BDREP des émissions annuelles ;
 - Transport et distribution de produits pétroliers ;
 - Antigivrage et dégivrage des avions ;
 - o Sources mobiles autres que les aéronefs :
 - Transports en commun ;
 - Tondeuses ;
 - Push (tracteur/poussoir des avions) ;
 - Escalier mobile (permet aux passagers de monter dans l'avion) ;
 - Groupes électrogènes thermiques (GPU) ;

- Loader : plates-formes élévatrices (pour charger les containers) ;
- Tapis à bagages ;
- Air starter : groupe à air pour démarrage des avions ;
- Dégivreuse ;
- Cuve à eau potable, cuve vide toilette ;
- Les balayeuses ;
- Les souffleuses ;
- Les tracteurs de caddies.

2.5.4. Industries

► ICPE

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

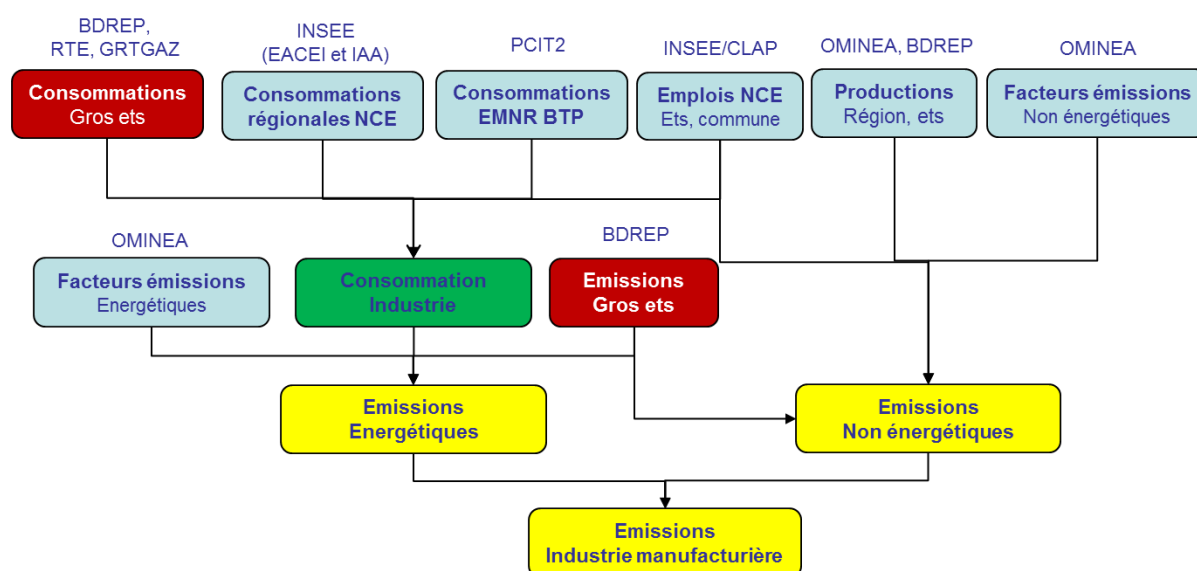


Figure 15 : Logigramme de calcul des consommations et émissions du secteur industrie manufacturière

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) :
 - o Consommations d'énergie : aucune information avant 2003
 - o Emissions de GES : aucune information avant 2000, certaines données avant 2005 étant partielles (par exemple CO₂ procédé non renseigné pour certains industriels)
 - o 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. Les exceptions suivantes ont été considérées (après validation auprès des services de la DREAL) :

- Emissions 2018 pour les carrières ;
- Moyenne 2016-2018 pour les sites suivants dont les émissions ont durablement diminué entre 2014 et 2018 :
 - o Eurofloat Salaise sur Sanne (38) ;
 - o ARKEMA BALAN -01) ;
 - o HEXCEL COMPOSITES Dagneux (01).

► Carrières

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

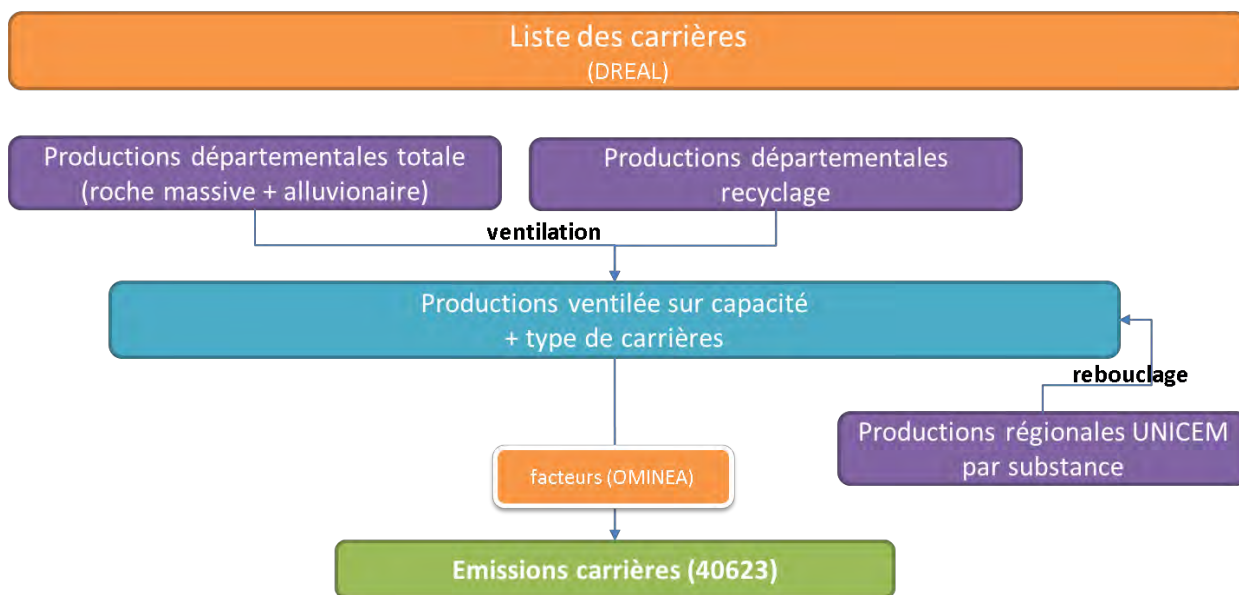


Figure 16 : Logigramme de calcul des émissions des carrières

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.

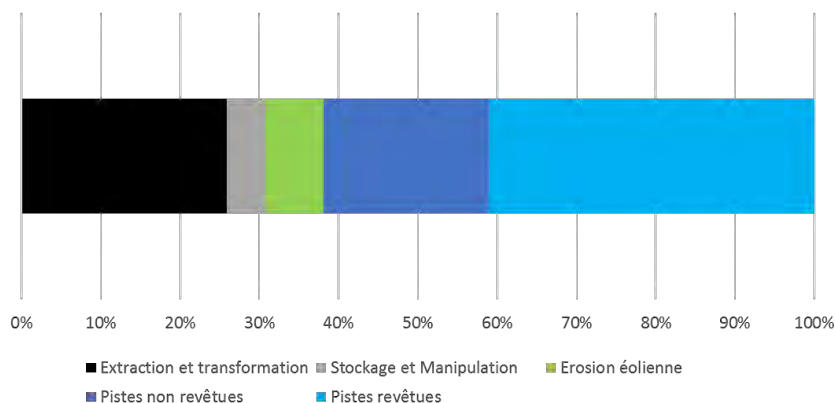


Figure 17 : Répartition des émissions de PM10 des principales sources d'émissions d'une carrière

► 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.

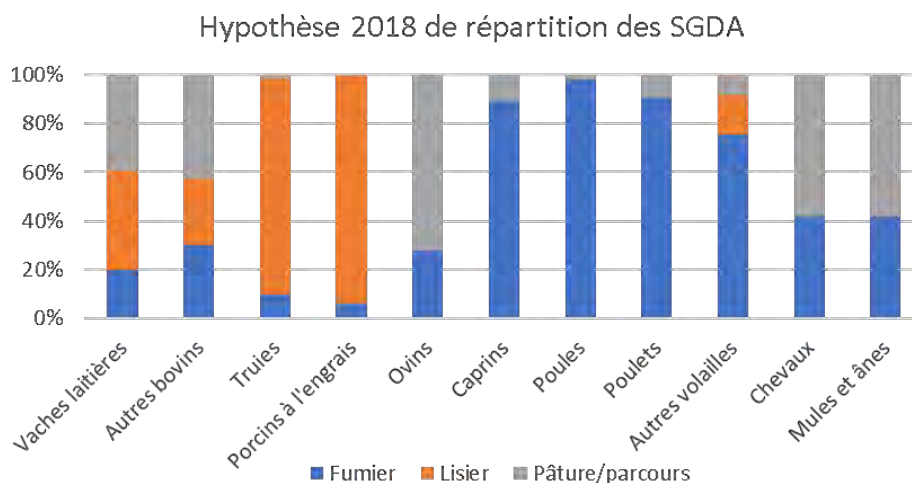


Figure 18 : Répartition des différents systèmes de gestion des déjections animales par type de cheptel

► 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).

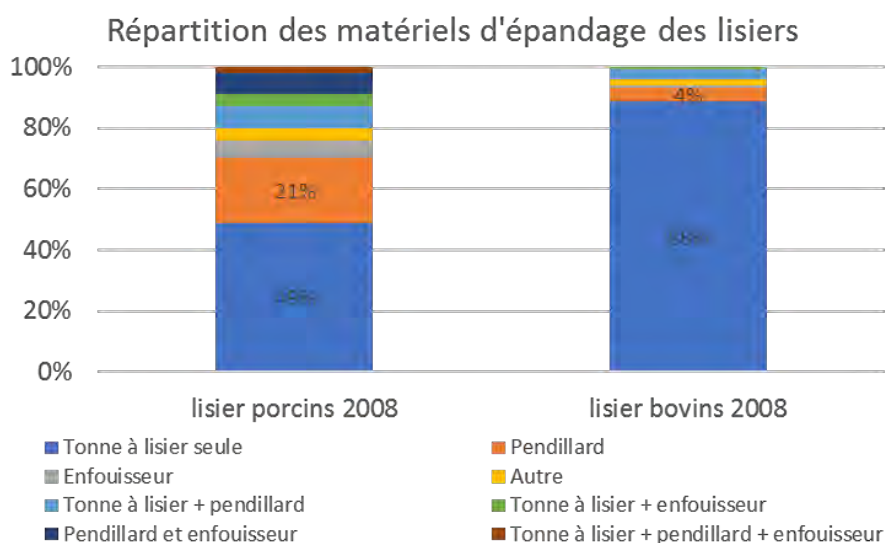


Figure 19 : Répartition des matériels d'épandage

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 concertations dans l'air soulèvent encore une problématique importante sur l'agglomération lyonnaise ;
- 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 lyonnais, 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>

Concernant les six polluants considérés, sur le périmètre d'étude du PPA, les émissions représentent en 2017 environ 26 000 tonnes pour les NO_x, 6 100 tonnes pour les PM₁₀, dont 4 600 tonnes de PM_{2,5} ; 22 000 tonnes de COVnm, 9 500 tonnes d'ammoniac et 4 800 tonnes de SO_x. Le poids relatif des différentes sources d'émissions est très variable d'un polluant à l'autre.

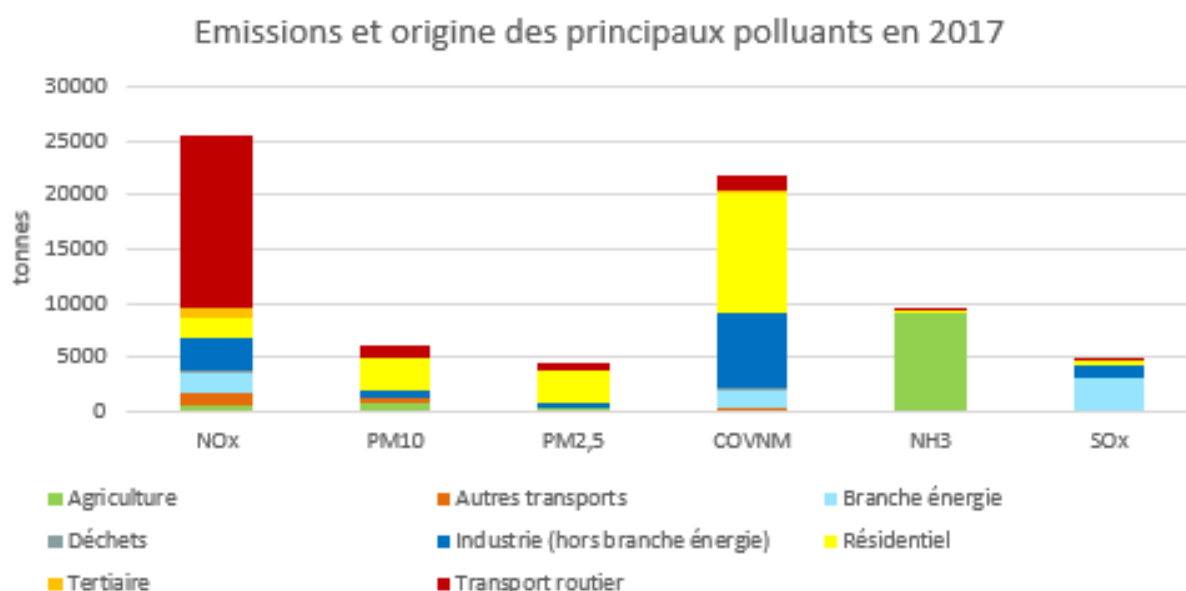


Figure 20 : Répartition des émissions par secteur d'activités Unité : tonne / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

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.

Concernant les NO_x, près de deux-tiers des émissions sont issues du transport routier, le deuxième secteur le plus émetteur étant l'industrie.

Pour les PM₁₀ environ la moitié provient du secteur résidentiel, de même que les deux-tiers des émissions de PM_{2,5}. Le chauffage individuel au bois en est la principale source. Les autres secteurs émetteurs de particules sont le transport (17% des émissions), l'agriculture en particulier pour les particules PM₁₀ plus grossières (14% des émissions) et l'industrie (13% des PM₁₀ et 9% des PM_{2,5}).

Les émissions de COVnm, précurseurs de l'ozone, sont principalement issues du secteur résidentiel (52%), là encore en lien avec le chauffage au bois, mais également en raison de l'utilisation de produits chimiques

(produits d'entretien, peintures, solvants, etc.). Le second contributeur majeur en COVnm est l'industrie avec 40% des émissions (dont 8% pour la production d'énergie).

Les émissions de NH₃ sont pour la quasi-totalité issues du secteur agricole.

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

2.5.7. Analyses de l'historique des émissions depuis 2000

Depuis les années 2000, les émissions de polluants sont en assez nette diminution sur l'ensemble de la zone d'étude. Les principaux facteurs expliquant cette évolution favorable sont les durcissements réglementaires concernant les émissions industrielles et les véhicules routiers. L'amélioration de l'efficacité énergétique des logements et l'amélioration des systèmes de chauffage y contribuent aussi.

Evolution des émissions de NOx

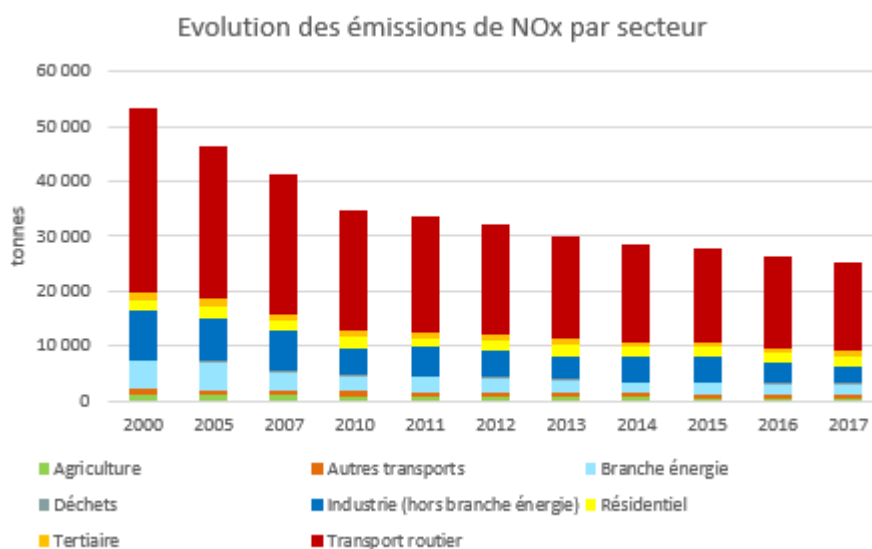


Figure 21 : Evolution des émissions de NOx / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

La baisse significative observée depuis 2000 concernant les émissions de NO_x 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 le durcissement des réglementations appliqués à cette période. La diminution des émissions du transport routier s'explique par le renouvellement continu du parc de véhicules en circulation, avec en particulier la généralisation des systèmes de dépollution sur les véhicules neufs à compter du milieu des années 2000 imposée par les normes EURO successives. Cette baisse des émissions unitaire des véhicules est en partie contrebalancée par l'augmentation du trafic routier.

Evolution des émissions de PM₁₀ et PM_{2.5}

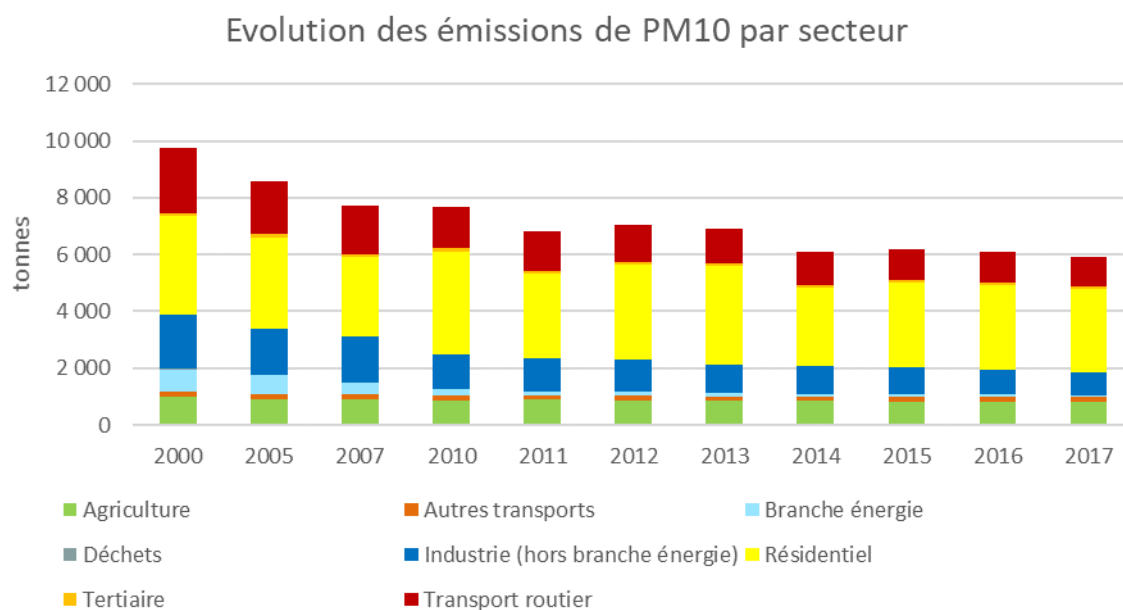


Figure 22 : Evolution des émissions de PM₁₀ / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

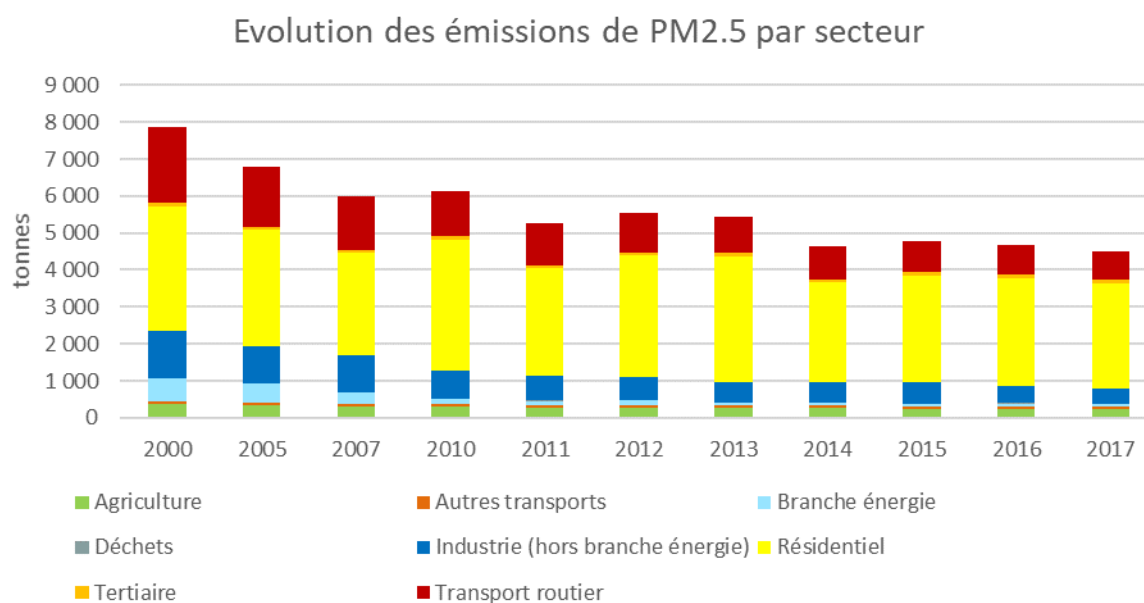


Figure 23 : Evolution des émissions de PM_{2.5} / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Les PM_{2.5} étant un sous-ensemble des PM₁₀, la chronique des émissions suit logiquement la même trajectoire. La baisse observée sur plusieurs années est avant tout imputable au transport routier (renouvellement du parc automobile, avec la généralisation des filtres à particules pour les véhicules neufs à partir de 2011) ainsi qu'à l'industrie (amélioration des procédés de fabrication, renforcement des normes relatives aux rejets des ICPE, réduction d'activités ou fermeture de certaines unités).

En corollaire, les émissions du secteur résidentiel ont baissé mais moins fortement : l'amélioration de l'efficacité énergétique des logements et des systèmes de chauffage est avérée pour les logements neufs, toutefois l'amélioration du bâti existant constitue un chantier très vaste avec un taux de renouvellement annuel bien moins élevé que ce qu'on peut observer pour les véhicules. De plus, les surfaces à chauffer continuent à augmenter.

Au-delà de cette tendance à la baisse sur le long terme, les chroniques ci-dessus font apparaître des fluctuations annuelles s'expliquant par les variations météorologiques d'une année à l'autre. En effet, les hivers plus rigoureux occasionnent des besoins en chauffage accrus et donc des consommations de combustible associées, en particulier pour le bois de chauffage. C'est pourquoi ces émissions de PM sont plus fortes en 2010 par exemple, année marquée par un hiver plus froid.

Evolution des émissions de Composés Organiques Volatils non méthaniques (COVnm)

Les émissions de COVnm ont connu une baisse marquée au cours des années 2000 notamment du fait de la baisse des émissions du secteur des transports et de l'industrie, pour les mêmes raisons que celles invoquées pour les PM et les NO_x. Cependant depuis 2014 ces émissions stagnent et sont même en légère hausse entre 2015 et 2017.

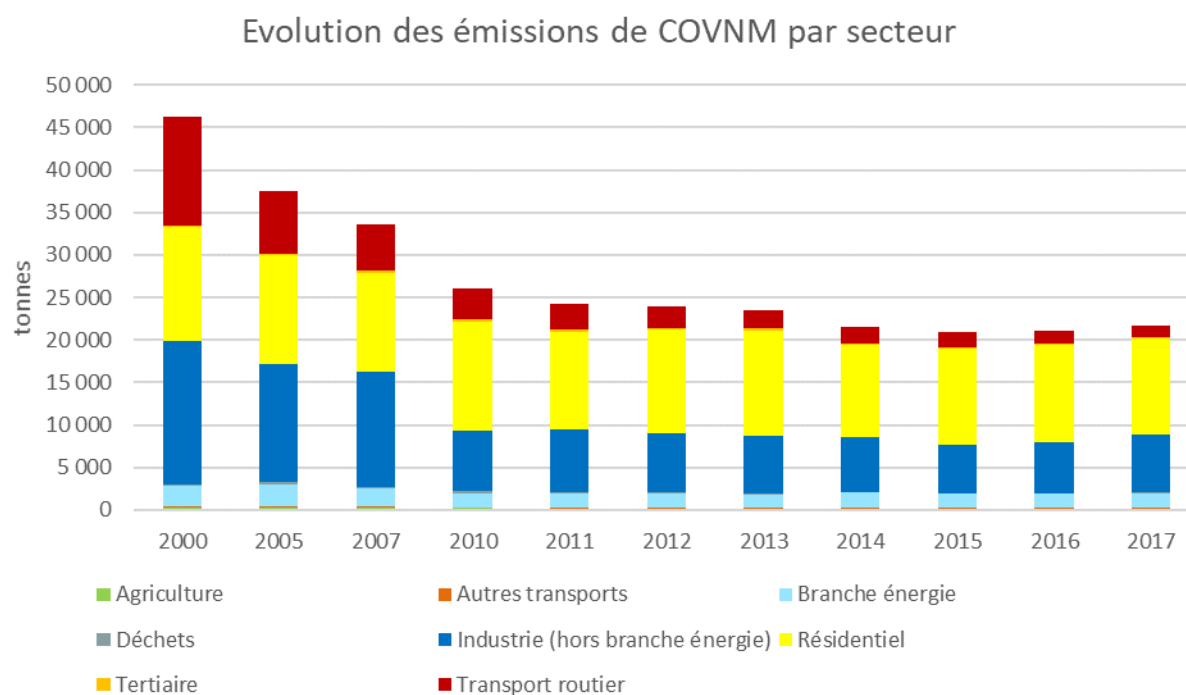


Figure 24 : Evolution des émissions de COVNM / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Evolution des émissions d'ammoniac NH₃

Les émissions d'ammoniac sur la zone d'étude présentent une légère variabilité annuelle, mais sont globalement stables sur la période considérée avec tout de même une très légère tendance à la baisse.

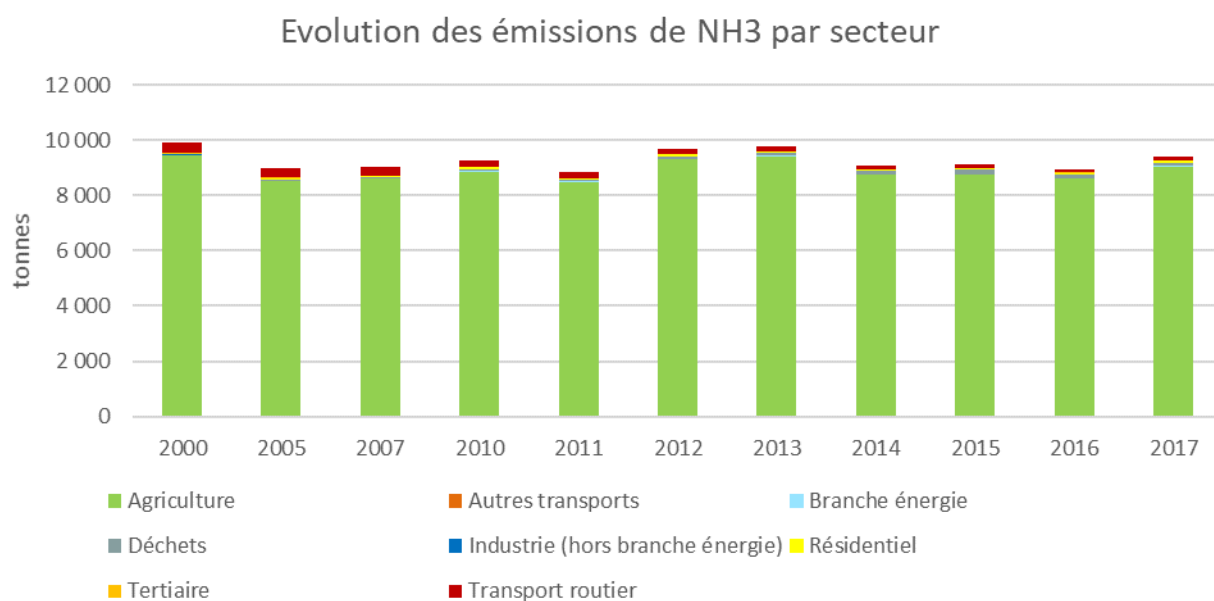


Figure 25 : Evolution des émissions de NH₃ / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Evolution des émissions d'oxydes de soufre (SO_x) :

Le niveau d'émissions était à l'origine très élevé sur le territoire lyonnais en lien avec la forte concentration d'activités industrielles. Une baisse importante est intervenue au début des années 2000, en lien avec les évolutions réglementaires appliquées à ce secteur, ainsi qu'au secteur du transport et à la branche énergie (réduction de la teneur en soufre des combustibles, mise en œuvre de limitations réglementaires plus sévères, etc.) La baisse est moins marquée depuis 2009 et on observe une légère variabilité des émissions annuelles en lien avec la variation de l'activité des sites industriels émetteurs.

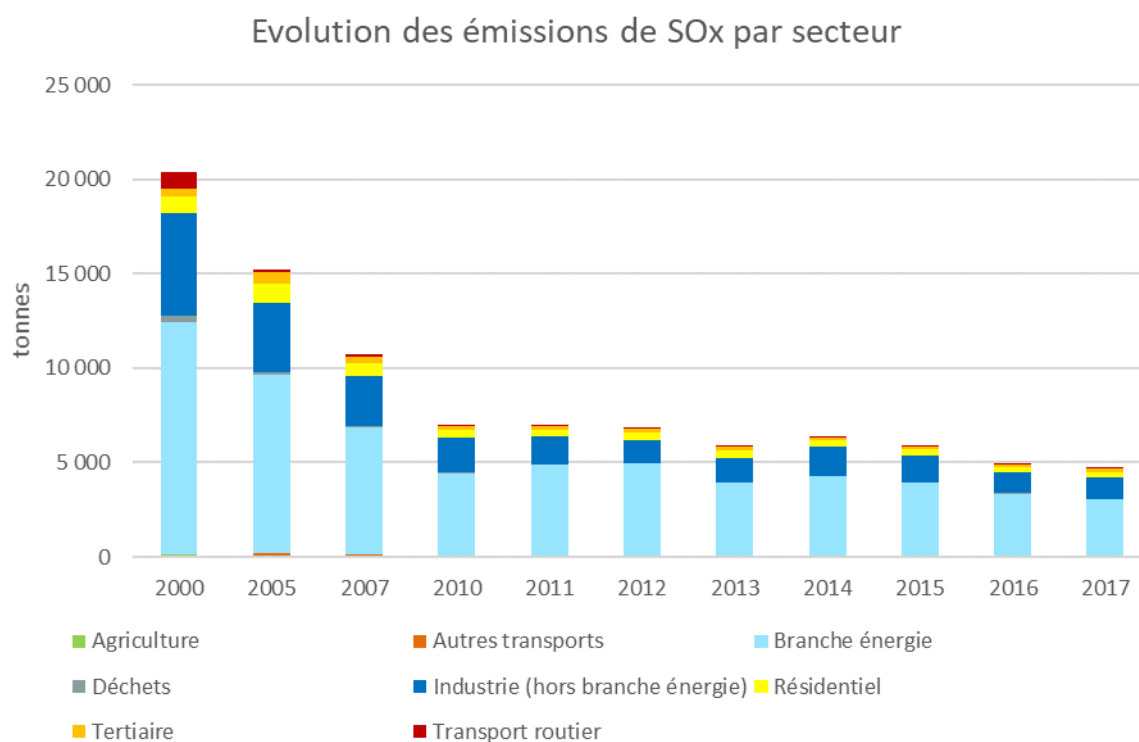


Figure 26 : Evolution des émissions de SO_x / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

2.5.8. Analyse des émissions par EPCI

La figure ci-dessous présente la contribution de chacun des 22 EPCI de la zone d'étude pour chacun des polluants analysés précédemment.

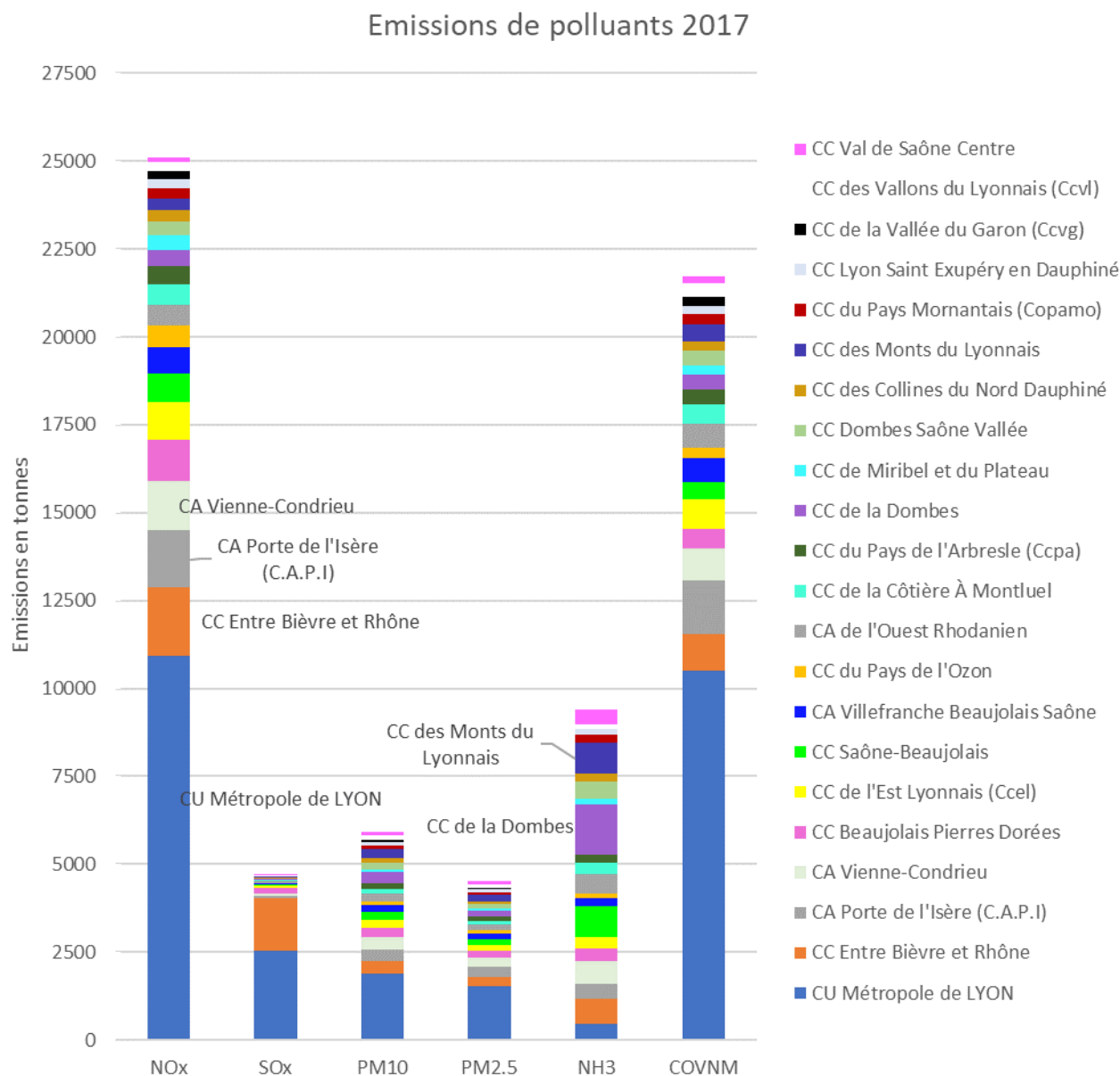


Figure 27 : Répartition des émissions polluantes par EPCI / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

Pour les NOx, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emissions 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Métropole de LYON	10 941	CC de l'Est Lyonnais (CCEL)	1 087
CC Entre Bièvre et Rhône	1 936	CC Saône-Beaujolais	802
CA Porte de l'Isère (CAPI)	1 625	CA Villefranche Beaujolais Saône	744
CA Vienne-Condrieu	1 405	CC du Pays de l'Ozon	608
CC Beaujolais Pierres Dorées	1 161	CA de l'Ouest Rhodanien	597

Pour les **PM₁₀**, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
CU Métropole de LYON	1 876	CC des Monts du Lyonnais	254
CC Entre Bièvre et Rhône	360	CC de l'Est Lyonnais (CCEL)	249
CA Vienne-Condrieu	352	CC Beaujolais Pierres Dorées	238
CA Porte de l'Isère (CAPI)	350	CC Saône-Beaujolais	229
CC de la Dombes	326	CA de l'Ouest Rhodanien	228

Pour les **PM_{2,5}**, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
CU Métropole de LYON	1 536	CC Beaujolais Pierres Dorées	186
CA Porte de l'Isère (CAPI)	280	CC Saône-Beaujolais	185
CC Entre Bièvre et Rhône	273	CC de la Dombes	169
CA Vienne-Condrieu	259	CC des Monts du Lyonnais	165
CA de l'Ouest Rhodanien	191	CC de l'Est Lyonnais (CCEL)	158

Pour le **NH₃**, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
CC de la Dombes	1 440	CA de l'Ouest Rhodanien	555
CC des Monts du Lyonnais	872	CC Dombes Saône Vallée	477
CC Saône-Beaujolais	864	CU Métropole de LYON	458
CC Entre Bièvre et Rhône	727	CC Val de Saône Centre	423
CA Vienne-Condrieu	645	CA Porte de l'Isère (CAPI)	415

Pour les **COVnm**, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Métropole de LYON	10 493	CA de l'Ouest Rhodanien	691
CA Porte de l'Isère (CAPI)	1 508	CA Villefranche Beaujolais Saône	689
CC Entre Bièvre et Rhône	1 060	CC de la Côtière À Montluel	573
CA Vienne-Condrieu	910	CC Beaujolais Pierres Dorées	556
CC de l'Est Lyonnais (CCEL)	845	CC des Monts du Lyonnais	500

Pour les **SOx**, les émissions les plus importantes sont observées sur les territoires des EPCI suivants :

EPCI	Emission 2017 (t)	EPCI	Emissions 2017 (t)
Métropole de LYON	2 544	CC de l'Est Lyonnais (CCEL)	56
CC Entre Bièvre et Rhône	1 496	CA Porte de l'Isère (CAPI)	50
CC Beaujolais Pierres Dorées	161	CC des Monts du Lyonnais	38
CA de l'Ouest Rhodanien	83	CC Saône-Beaujolais	30
CA Vienne-Condrieu	79	CA Villefranche Beaujolais Saône	29

Les émissions de polluants proviennent principalement de quatre EPCI : la Métropole de Lyon, la CC Entre Bièvres et Rhône, les CA Porte de l'Isère et de Vienne Condrieu, ce qui s'explique en premier lieu par le fait qu'il s'agit des EPCI les plus peuplés de la zone d'étude. Ils représentent de 50% à 64% des émissions de NOx, PM₁₀, PM_{2,5} et COVnm. Ils ne représentent en revanche que 24% des émissions de NH₃, lesquelles sont

d'avantage un marqueur de l'activité agricole et font donc davantage ressortir des EPCI dont la composante rurale est la plus étendue. Concernant les SO_x , la Métropole de Lyon et la CC Entre Bièvre et Rhône, territoires les plus industriels de la zone d'étude, présentent des niveaux d'émissions très nettement supérieurs aux autres EPCI.

En complément de ces données, la représentation cartographique ci-après permet de surcroît d'identifier deux groupes d'EPCI :

- Des EPCI de taille relativement petite en première couronne autour de la métropole de Lyon, avec en moyenne une contribution aux émissions dans les mêmes proportions pour les différents polluants. Seule la contribution aux émissions de SO_x apparaît plus faible. Ces caractéristiques proviennent d'un usage du chauffage au bois plus courant dans ces EPCI que dans la métropole, d'une présence du secteur agricole plus importante et d'une faible contribution du secteur industriel.
- Des EPCI généralement de plus grande taille, plus éloignés de la métropole de Lyon, avec une forte contribution aux émissions de NH_3 dû à l'activité agricole présente sur le territoire et une plus faible contribution aux émissions de NO_x .

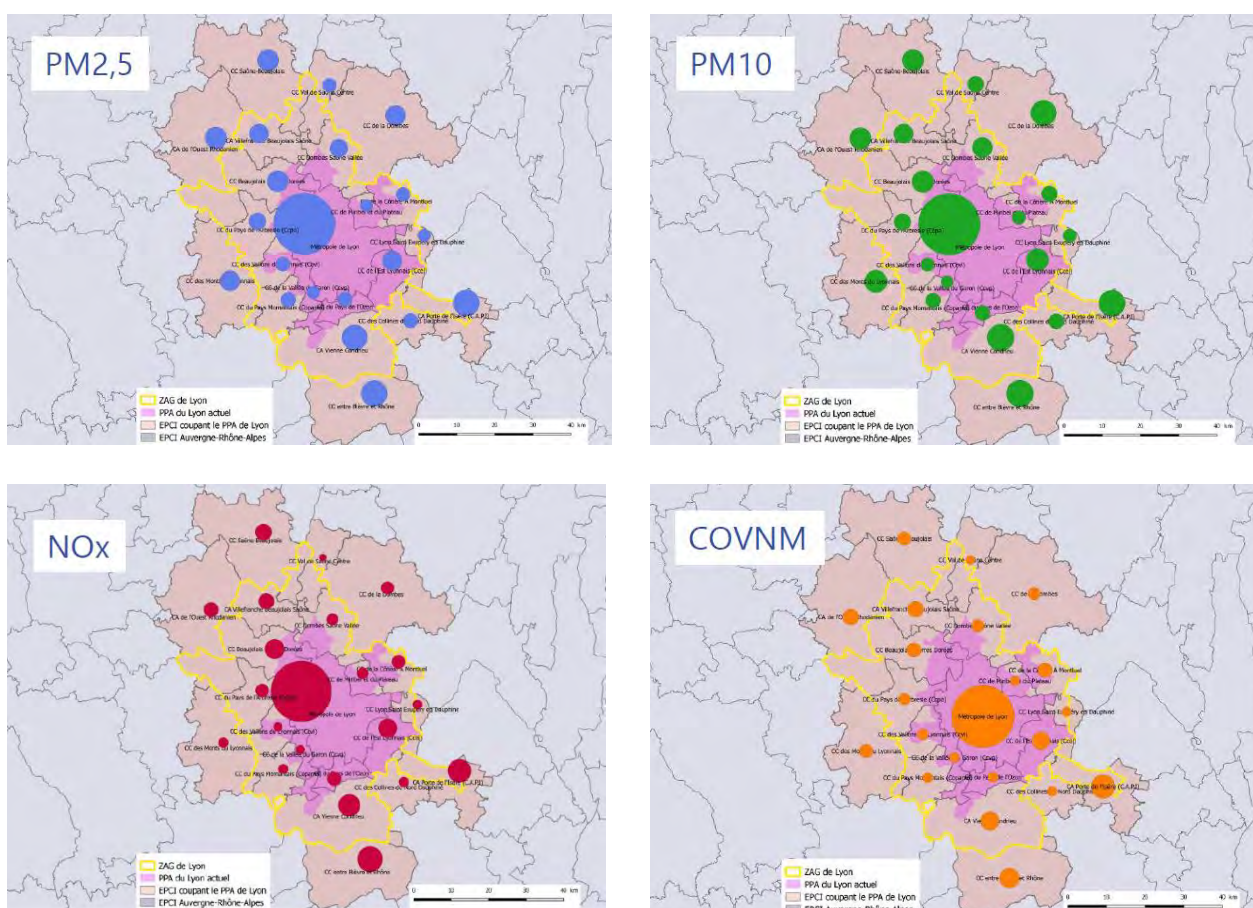


Figure 28 : Cartographie des émissions polluantes par EPCI / Source : Inventaire Atmo Aura ESPACE V2020

2.6. 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* (cf partie 3) 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).

2.6.1. Présentation des outils de modélisation

2.6.1.1. 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, ...

2.6.1.2. 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).

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

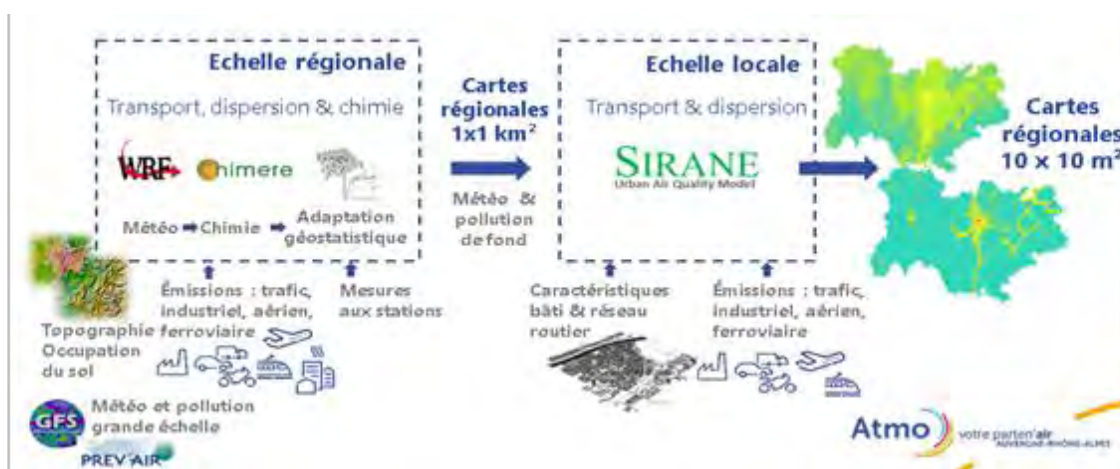


Figure 29 : Chaîne de modélisation régionale

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.

2.6.1.3. 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

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.

⁵ Le 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

déduire les niveaux d'exposition de la population, ainsi que le nombre d'habitants exposés au-dessus d'un seuil.

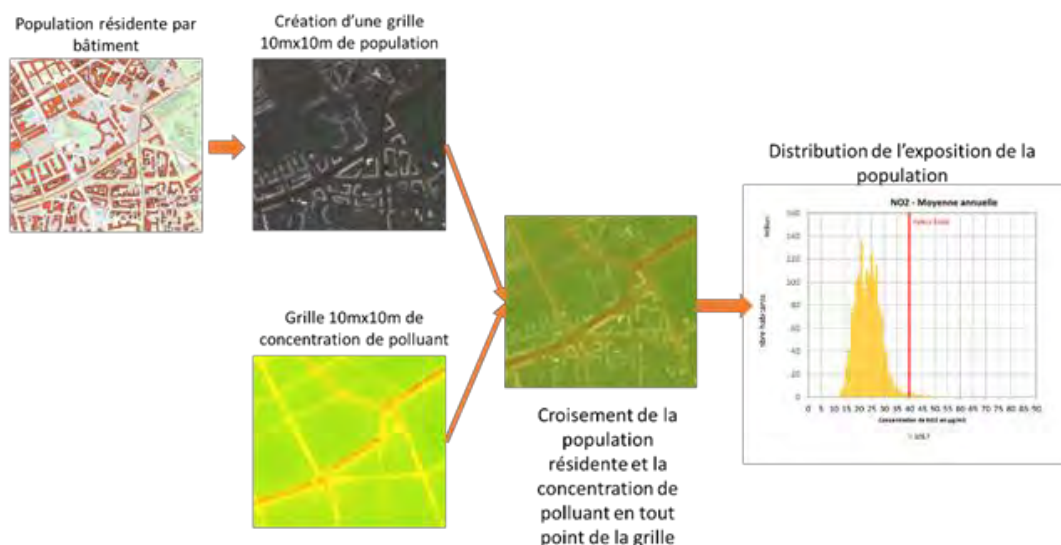


Figure 30 : Schéma de calcul de l'exposition de population

Les émissions de polluants sont présentées à partir des données de l'inventaire de l'année 2017 qui constituera l'année de référence retenue pour l'évaluation du PPA3. L'analyse des concentrations détaillée ci-après couvre l'ensemble de la zone d'étude prise en compte pour la révision de ce PPA.

2.6.2. 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 sur les différents types de stations de mesures du réseau d'Atmo sur le périmètre d'étude : en proximité routière et en fond urbain/périurbain.

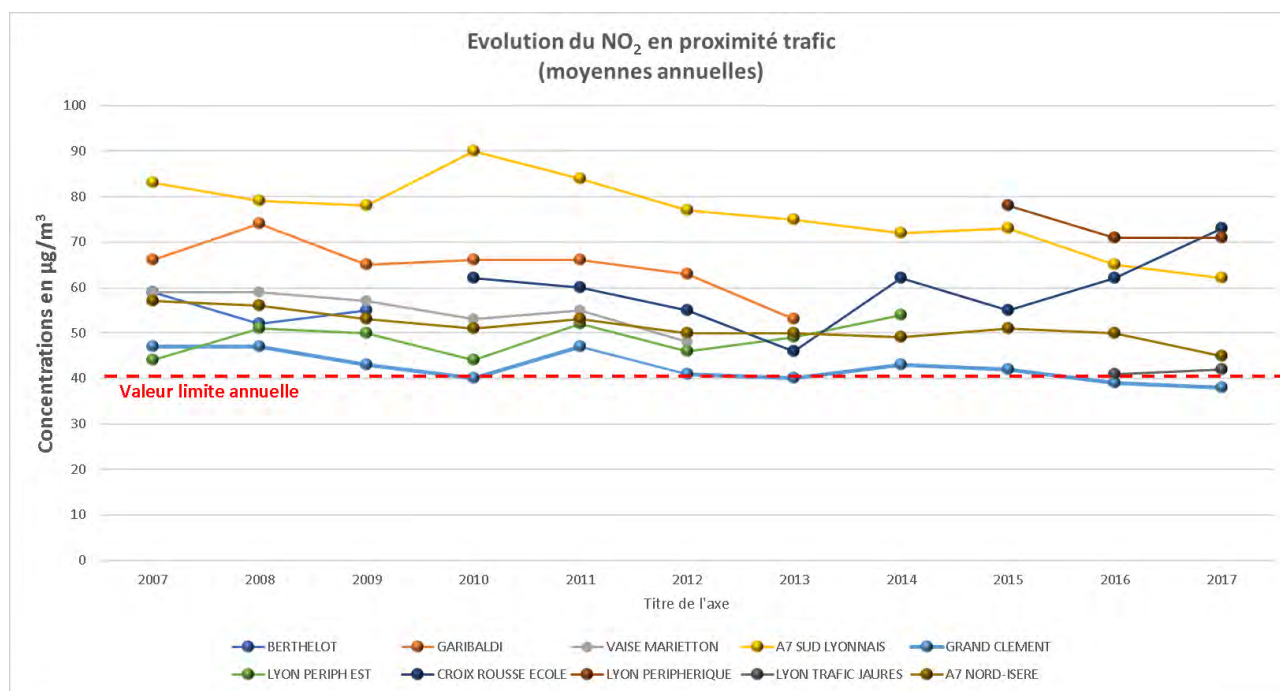


Figure 31 : Historique des moyennes annuelles en NO₂ en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère

En cohérence avec l'évolution des émissions décrite précédemment, les concentrations de dioxyde d'azote ont tendance à diminuer régulièrement ces dernières années. Ainsi en 2016 et 2017, les mesures effectuées le long de certains axes du centre-ville, comme à « Villeurbanne place Grand Clément » respectent la valeur réglementaire annuelle.

En bordure des grands axes de circulation, les niveaux de NO₂ restent élevés, avec des concentrations nettement au-dessus de la valeur annuelle réglementaire (40 µg/m³), notamment pour des sites proches des autoroutes et du périurbain, ainsi que pour des points particuliers comme le site en sortie Rhône du tunnel de la Croix-Rousse. Les niveaux observés sur ces sites constituent les maxima observés en région Auvergne-Rhône-Alpes.

Dans le reste du périmètre d'étude du PPA, la station de l'A7 nord Isère présente sur la communauté de communes Entre Bièvre et Rhône était également en dépassement en 2017 et les années précédentes.

Dans l'Ain, les niveaux de NO₂ étant relativement faibles par rapport aux valeurs réglementaires, il n'y a pas d'obligation réglementaire de mesurer ce polluant en proximité trafic (les niveaux sont évalués grâce à la modélisation).

Pour les sites implantés en situation de fond et renseignant sur le niveau moyen du périmètre d'étude, les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire. On observe une diminution relativement faible mais régulière des concentrations entre 2007 et 2017 sur l'agglomération lyonnaise, ainsi que sur le secteur nord Isère et dans l'Ain.

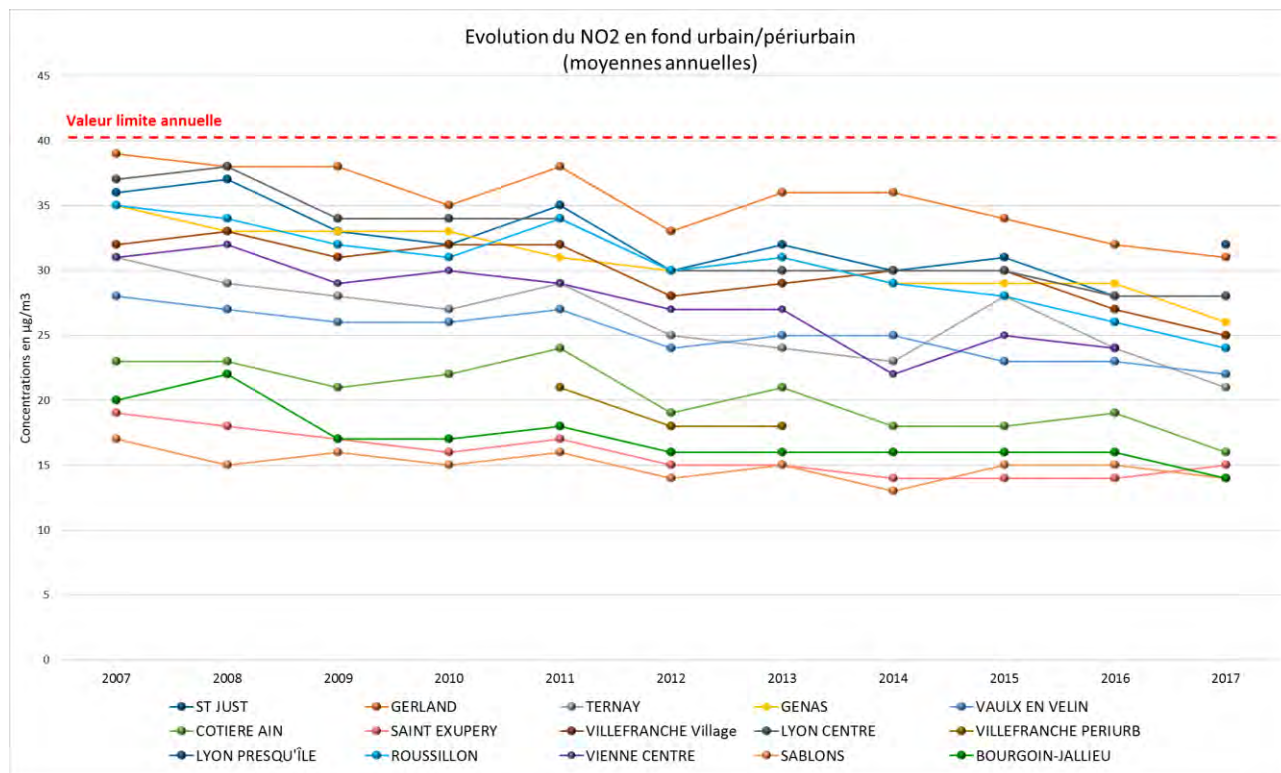


Figure 32 : Historique des moyennes annuelles en NO₂ en situation de fond urbain/périurbain sur le périmètre d'étude

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 concentration annuelle en NO₂ modélisés sur l'aire d'étude pour l'année 2017, avec une valeur limite réglementaire annuelle à 40 µg/m³.

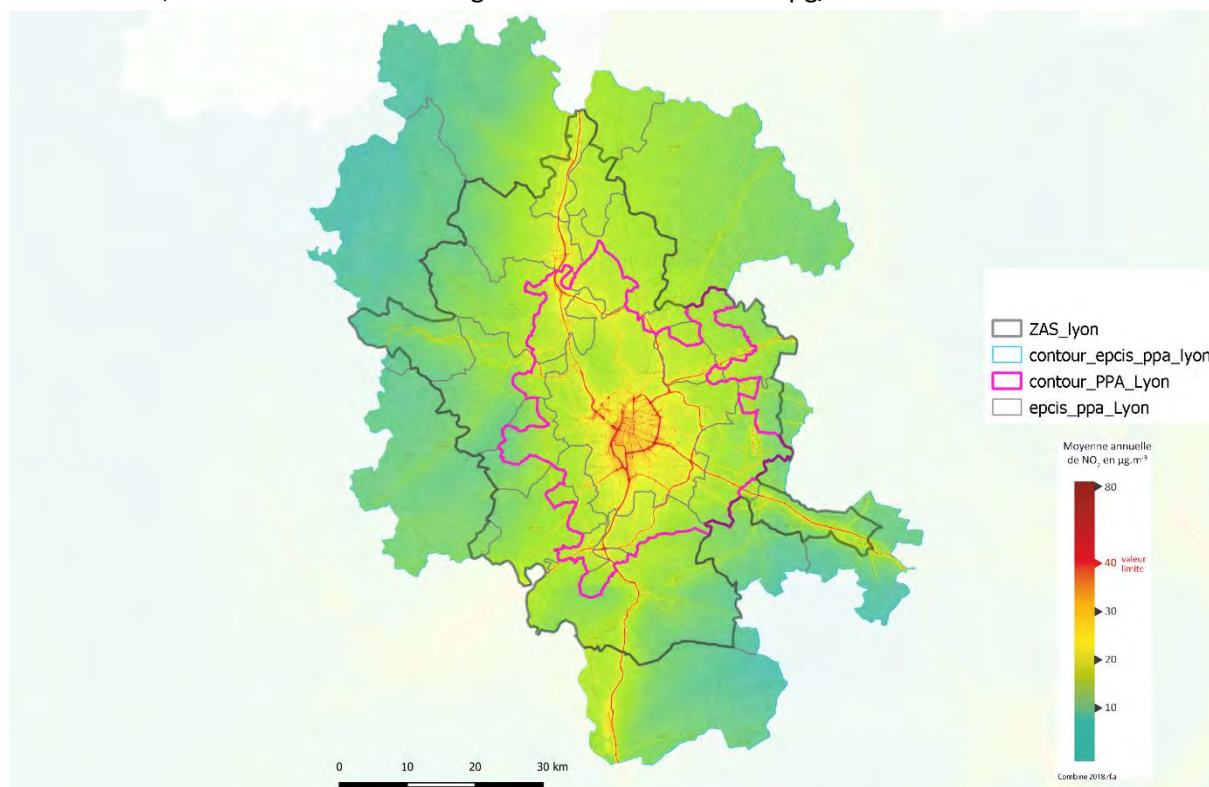


Figure 33 : Concentrations annuelles en NO₂ en 2017

Le NO₂ étant très lié aux émissions routières, les zones en dépassement sont principalement situées au sein de la métropole de Lyon et en bordure de grands axes routiers : A6 et A7 au nord et au sud de Lyon, A42 dans l'Ain et A43 en direction de Grenoble et Chambéry. La Métropole concentre la majeure partie (94%) des populations de la zone d'étude exposées à ces dépassements. Ainsi, sur le périmètre d'étude du PPA, Atmo estimait à environ 28 300 le nombre de personnes exposées à des niveaux supérieurs à la valeur limite annuelle en concentration en NO₂.

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

En 2017, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes estime que l'exposition des populations à des dépassements de la valeur limite annuelle (40 µg /m³) concernait environ 28 300 habitants sur la zone d'étude, dont 27 000 dans la Métropole de Lyon. Au-delà quelques centaines d'habitants étaient exposés sur Villefranche Beaujolais Saône (environ 350), ainsi que sur la CC Beaujolais Pierres Dorées, la CC Saône Beaujolais, la CA Porte de l'Isère, la CA Vienne Condrieu et la CC Entre Bièvre et Rhône où quelques riverains d'axes autoroutiers ou de la RN7 étaient exposés à ces dépassements.

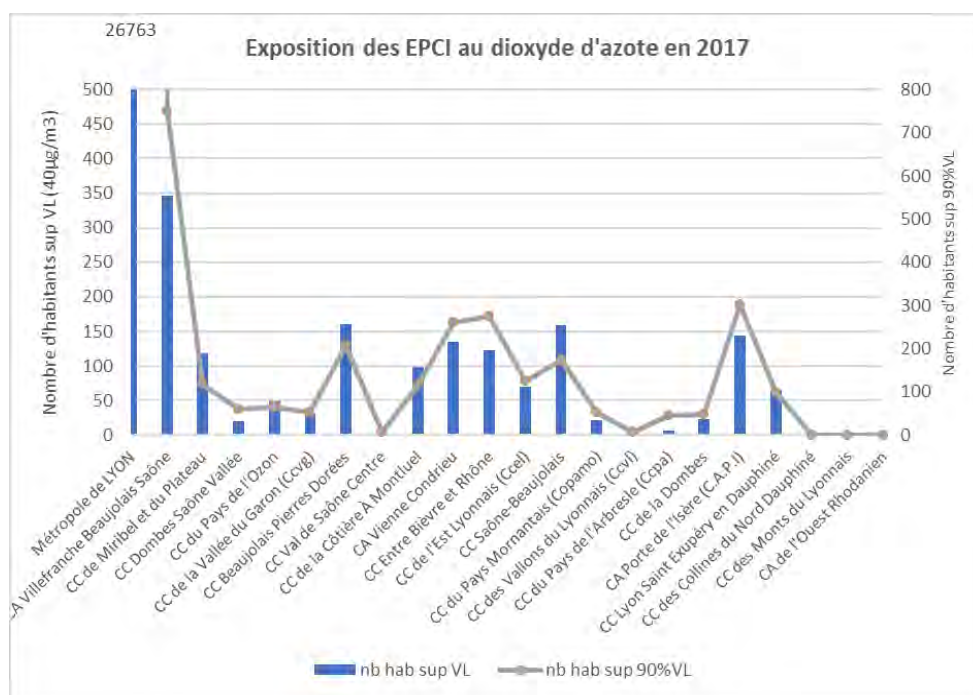


Figure 34 : Exposition de la population des EPCI au dioxyde d'azote en 2017

2.6.3. Les particules fines 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 sur les différents types de stations de mesures du réseau d'Atmo du périmètre d'étude : en proximité trafic et en fond urbain/périurbain.

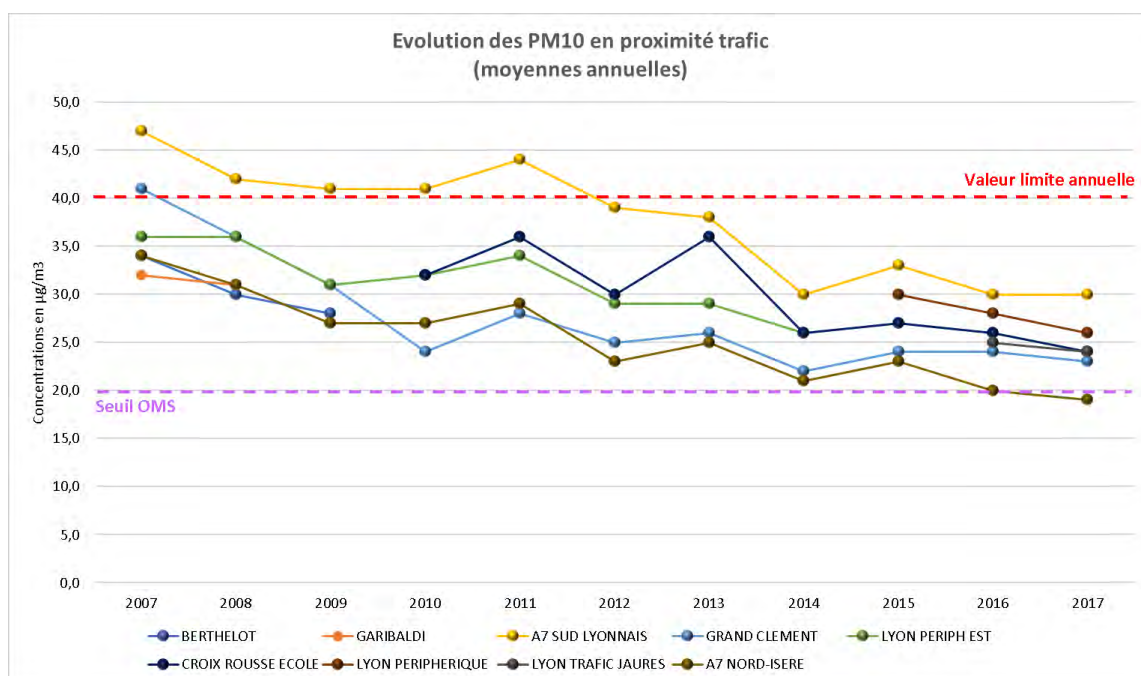


Figure 35 : Historique des moyennes annuelles en NO₂ en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère

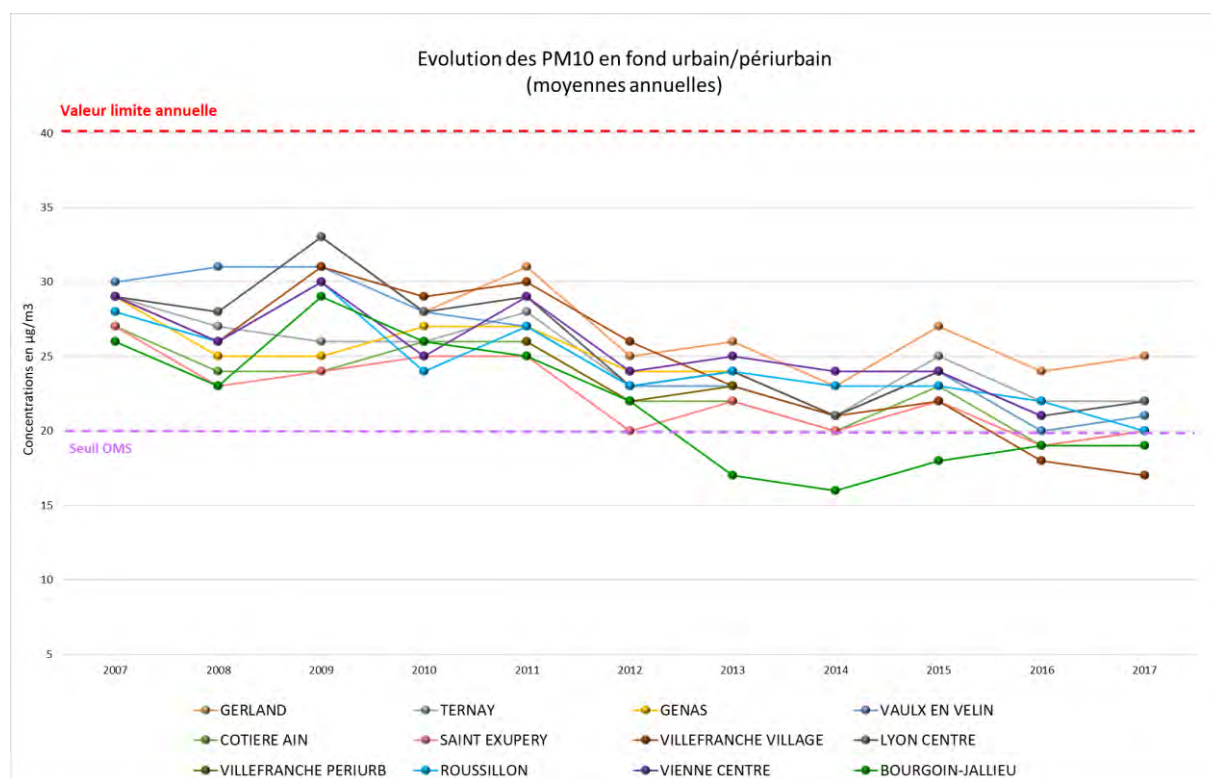


Figure 36 : Historique des moyennes annuelles en PM10 en situation de fond sur le périmètre d'étude

Au niveau du réseau de mesures fixes de la métropole de Lyon, la valeur limite en moyenne annuelle ($40\mu\text{g}/\text{m}^3$), est respectée déjà depuis plusieurs années, quelle que soit la typologie des stations de mesures. En revanche, le seuil recommandé par l'OMS₂₀₀₅ ($20\mu\text{g}/\text{m}^3$) est encore dépassé au niveau de la plupart des stations en particulier celles proximité trafic.

Dans le secteur nord Isère les concentrations de PM₁₀ sont en diminution régulière depuis les 10 dernières années, en milieu urbain comme à proximité des axes routiers.

Les concentrations évaluées grâce à la modélisation montrent que l'agglomération lyonnaise est encore en 2017 un territoire sensible vis-à-vis de la valeur limite en moyenne journalière ($50\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an), en particulier autour des principaux axes routiers.

En ce qui concerne les sites de mesures situés dans l'Ain les concentrations en PM₁₀ sont en baisse régulièrement au cours des dix dernières années.

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 $40\mu\text{g}/\text{m}^3$.

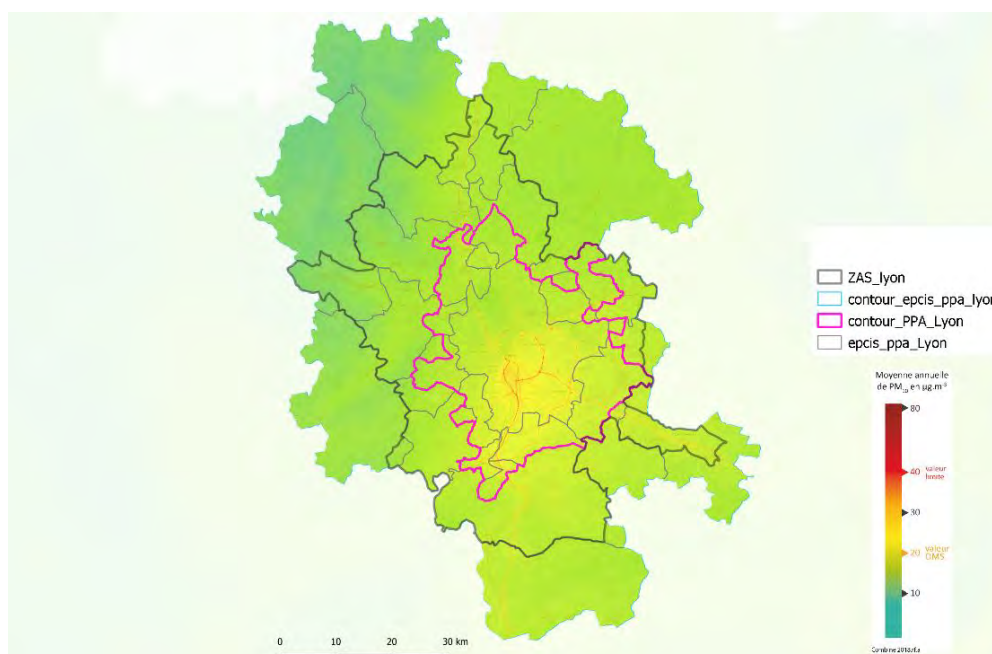


Figure 37 : Concentrations annuelles en PM10 sur le périmètre d'étude

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du territoire sauf très ponctuellement, avec une centaine de personnes exposées à une valeur de l'ordre de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en bordure de certains axes routiers. Le seuil recommandé par l'OMS₂₀₀₅ (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est quant à lui encore dépassé, en particulier au sein de la Métropole de Lyon où environ 90 % de la population est concernée par un niveau de pollution dépassant ce seuil OMS.

La carte ci-dessous illustre le nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM₁₀ en 2017, avec une valeur limite réglementaire journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

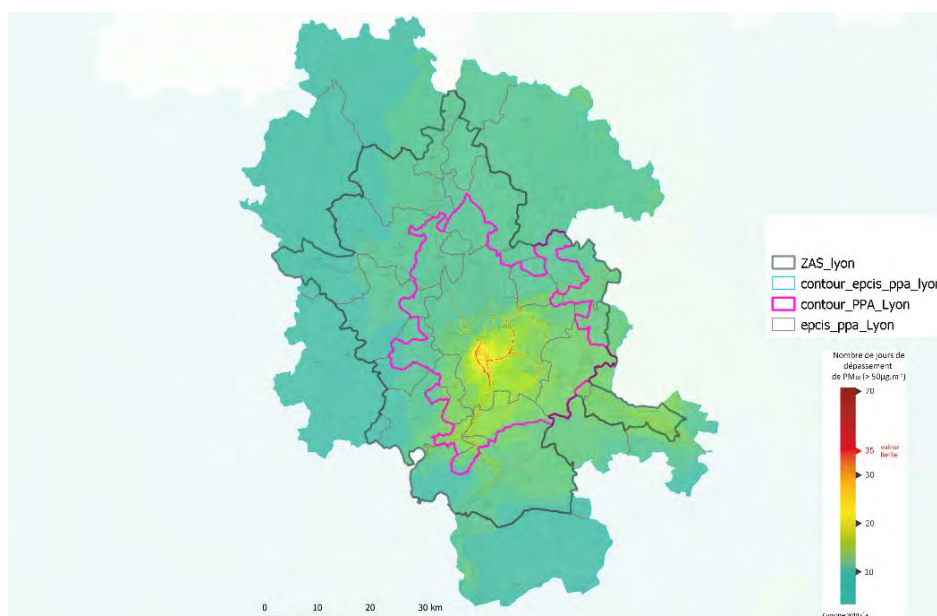


Figure 38 : Nombre de jours au-dessus du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2017

L'année 2017 constitue la première année où cette valeur limite en moyenne journalière (35 jours an > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) est respectée au niveau de toutes les stations de mesure d'Atmo. L'évaluation des niveaux par modélisation montre toutefois que le cœur de l'agglomération lyonnaise, notamment sa partie sud, reste

assez proche de cette valeur limite réglementaire ; avec néanmoins, un nombre d’habitants exposés à ce dépassement estimé à environ 500 personnes pour l’année 2017.

2.6.4. Les particules fines PM_{2,5}

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

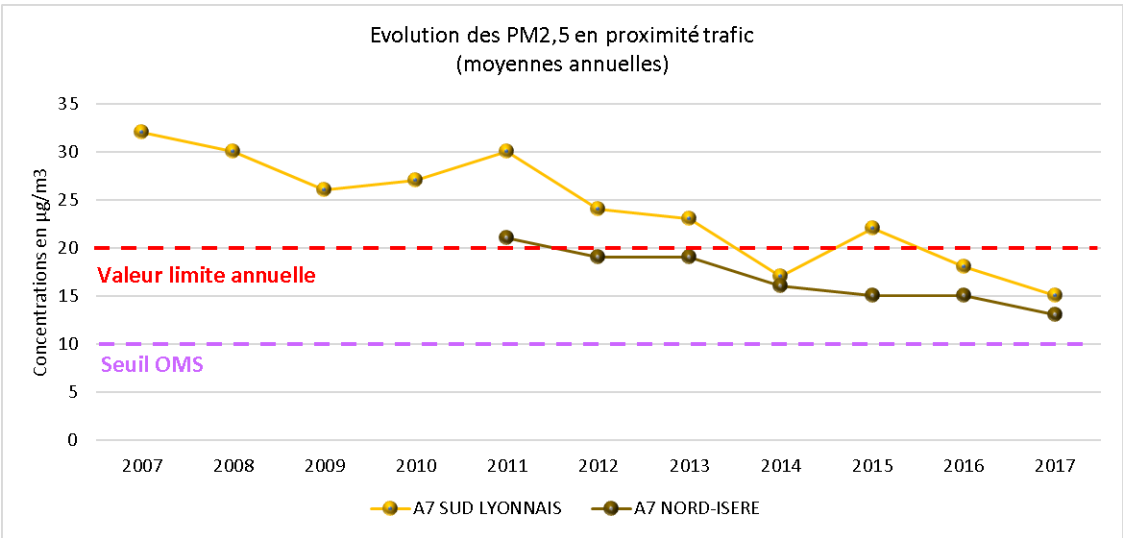


Figure 39 : Historique des moyennes annuelles en PM_{2.5} en proximité de trafic dans le Rhône et le nord de l'Isère

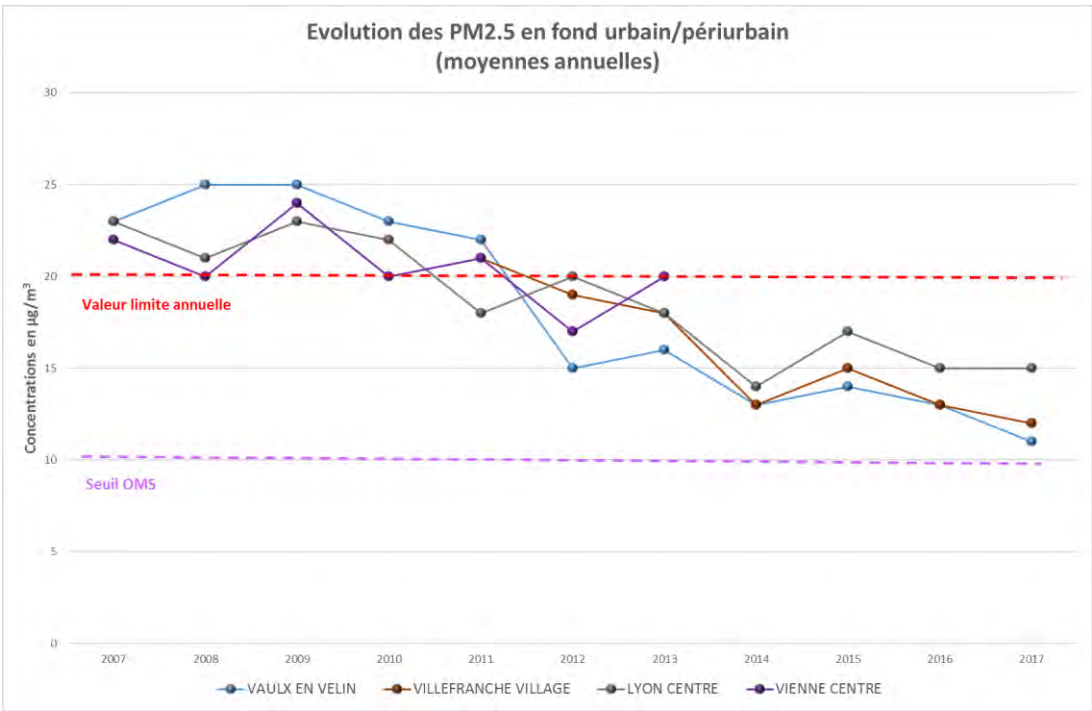


Figure 40 : Historique des moyennes annuelles en PM_{2.5} en situation de fond urbain/périurbain sur la zone d'étude

Sur le territoire du Rhône et du nord de l'Isère, comme c'est le cas pour les PM_{10} , les concentrations moyennes annuelles de $PM_{2,5}$ respectent depuis plusieurs années le seuil réglementaire fixé par la directive européenne à $20 \mu g/m^3$ en moyenne annuelle⁶ et cela pour l'ensemble des stations de la zone d'étude. On peut également souligner que, depuis 2014, la diminution des moyennes annuelles se poursuit mais à un rythme plus faible. A noter que la partie du département de l'Ain incluse dans le périmètre d'étude du PPA ne dispose pas de site de mesure des $PM_{2,5}$.

Là encore, le seuil recommandé par l'OMS₂₀₀₅ pour les $PM_{2,5}$ ($10 \mu g/m^3$ en moyenne annuelle) est toujours dépassé sur une large partie du territoire, que ce soit au niveau des stations mesurant la pollution de fond qu'au niveau de celles implantées en proximité trafic.

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 $20 \mu g/m^3$.

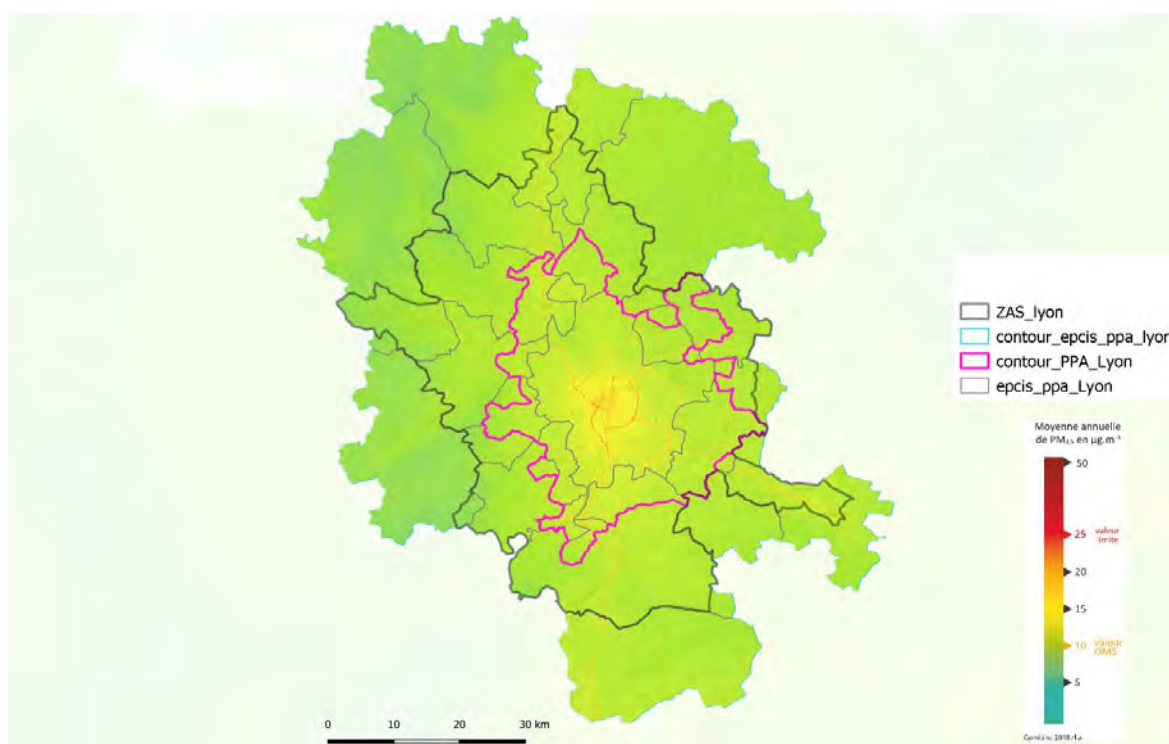


Figure 41 : Concentrations annuelles en $PM_{2,5}$ en 2017

La valeur limite annuelle est respectée sur l'ensemble du périmètre, mais les abords des grandes voiries de circulation restent concernés par des niveaux de $PM_{2,5}$ relativement proches de la valeur réglementaire. En revanche le seuil recommandé par l'OMS ($10 \mu g/m^3$) est dépassé sur la quasi-totalité de la zone d'étude, à l'exception des secteurs les plus ruraux de l'ouest et du nord du département du Rhône.

⁶ Ce seuil a été abaissé au 1^{er} janvier 2020 de $25 \mu g/m^3$ à $20 \mu g/m^3$ dans la réglementation européenne, mais cela n'a pas encore été retranscrit en droit français dans le code de l'environnement.

Exposition des populations aux PM_{2,5} par EPCI

Il n'y a aucune exposition à un dépassement de la valeur limite annuelle de concentration de 25 µg /m³ en 2017. En revanche, l'exposition au seuil de 20 µg /m³ (valeur cible en 2017 et nouvelle valeur limite européenne au 1^{er} janvier 2020) concernait en 2017 un peu moins de 1000 habitants, tous situés dans la métropole de Lyon, d'après les estimations d'Atmo.

La quasi-totalité de la population du périmètre d'étude était cependant exposée à des dépassements de la concentration annuelle maximum recommandée par l'OMS₂₀₀₅ (10 µg /m³).

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

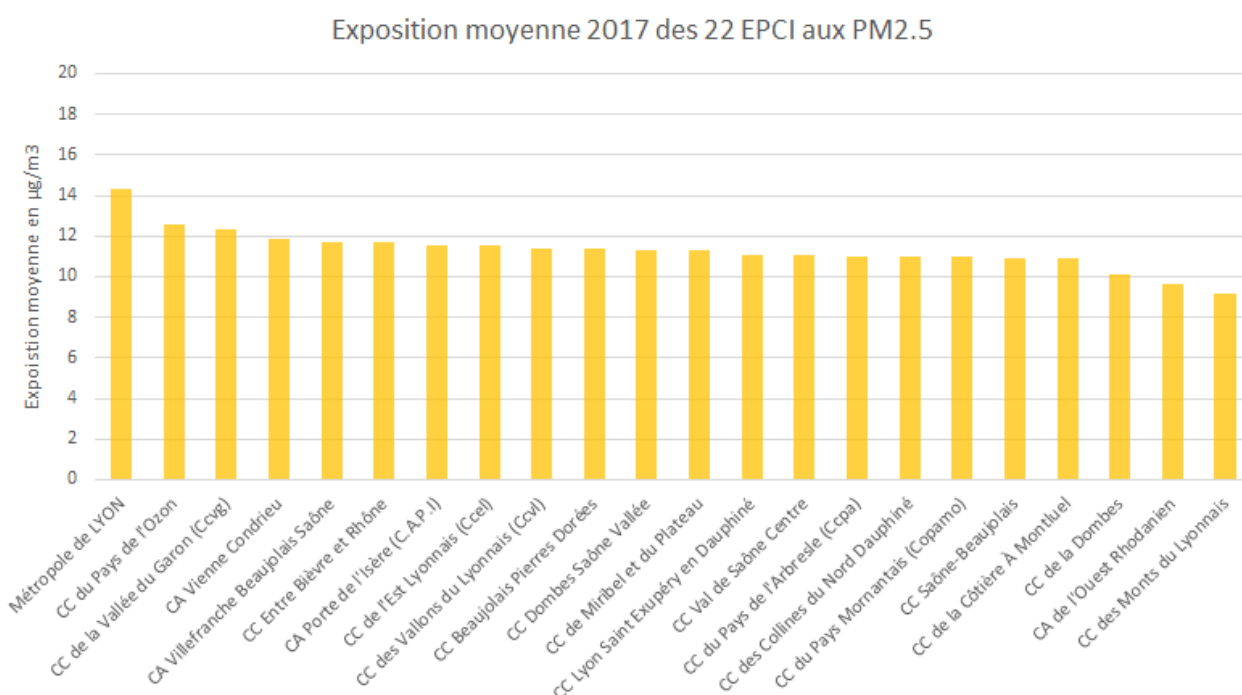


Figure 42 : Concentrations moyennes en PM_{2,5} auxquelles sont exposées les habitants des EPCI en 2017

Il apparaît que les EPCI des Monts du Lyonnais et de la CA de l'Ouest Rhodanien sont les seuls qui présentaient en 2017 des concentrations annuelles inférieures au seuil OMS₂₀₀₅ à 10 µg /m³. D'autre part, la métropole de Lyon présente une concentration annuelle en PM_{2,5} (14,7 µg /m³) sensiblement supérieure aux autres EPCI.

2.6.5. L'ozone

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

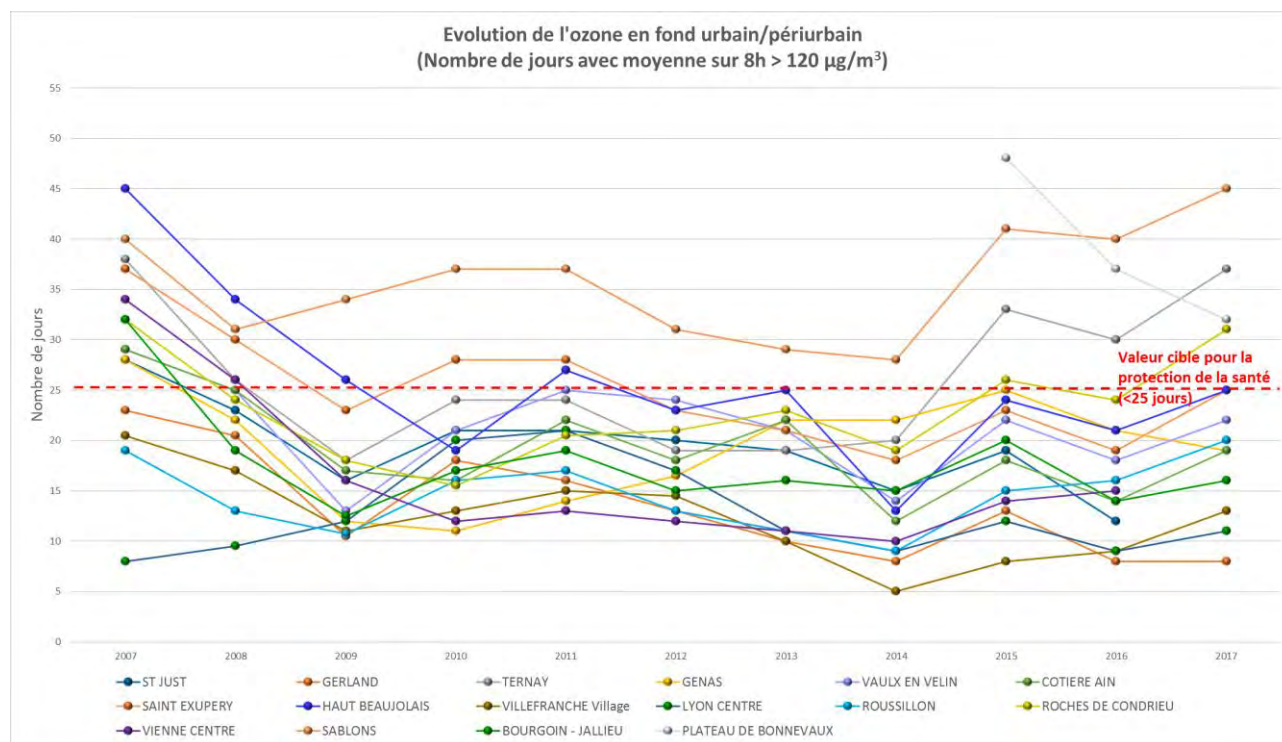


Figure 43 : Evolution des concentrations moyennes en O₃ relevées sur les sites de mesure du périmètre d'étude en 2017

Depuis 2013, les concentrations moyennes d'ozone ont tendance à augmenter sur la plupart des stations de mesure du Rhône, de l'ouest de l'Ain et du nord de l'Isère. 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.

L'ozone est ainsi le seul polluant qui a connu une hausse sensible en deuxième moitié de la décennie 2010, après une période de stagnation. Les périodes estivales ont notamment été plutôt favorables à des épisodes de plusieurs jours de concentrations élevées d'ozone sur une large partie du territoire de l'ex-région Rhône-Alpes, impactant au passage des territoires qui étaient plutôt épargnés jusqu'ici, comme le bassin lyonnais et le département de l'Ain.

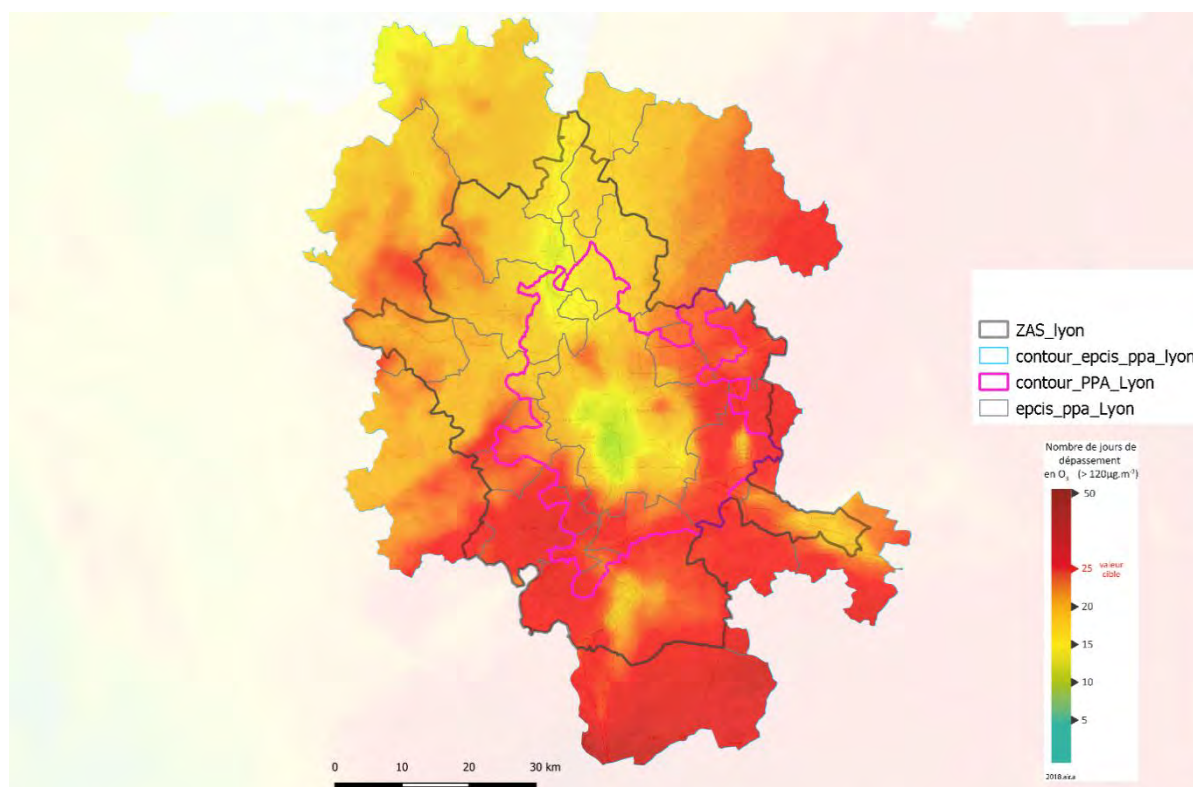


Figure 44 : Nombre de jours de dépassement en O₃ en 2017

La présence notable d'émissions de composés précurseurs (NO_x, COV) associée à un ensoleillement important dans la vallée du Rhône sont deux facteurs qui expliquent la formation d'ozone plus importante dans la partie sud de ces territoires.

Pour ce polluant secondaire, les niveaux maximums sont très souvent localisés en zones périurbaines : seulement 1,5% des habitants de la Métropole étaient exposés à un dépassement réglementaire de la valeur cible pour la santé, contre 12% pour le reste du département du Rhône. Ceci s'explique par la dynamique chimique de l'ozone, dont une grande partie est détruite la nuit par un excès des polluants primaires (NO_x) présents aux abords des principaux axes routiers et dans le centre-ville.

En outre, l'Objectif Long Terme (aucun dépassement de 20 µg/m³ sur 8h) est dépassé sur la totalité du territoire.

2.6.6. Focus sur quelques 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 2020⁷.

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 campagne⁸.

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 territoires (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

⁷ <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/resultats-de-la-campagne-nationale-exploratoire-de-mesure-des-residus-de-pesticides-dans>

⁸ <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2020SA0030Ra.pdf>

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.

- **Le carbone suie**

Le carbone suie (ou black carbon) est un type de particules produit par les combustions incomplètes de combustibles fossiles ou de biomasse, débarrassé de sa fraction organique. Ses principales sources sont les moteurs à combustion (diesel essentiellement), le chauffage individuel au bois, les combustions du charbon ou du fioul lourd, les centrales électriques, la combustion de déchets agricoles, ainsi que les incendies de forêt et de végétation. Le carbone suie 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 particules 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'éthalomètre est un appareil d'analyse de mesure en continu du Carbone Suie. Il 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 actuellement de 7 appareils de mesure de ce type dans la région installés à Lyon, Grenoble, Clermont-Ferrand et dans la Vallée de l'Arve.

- **Particules ultrafines**

Les particules ultrafines (PUF) se caractérisent par leur taille encore plus petite : moins de 0,1 micromètre, elles sont également dénommées nanoparticules ou PM_{0,1}. Elles peuvent rester suspendues dans l'air pendant un certain temps, et sont ainsi susceptibles d'être inhalées. Leur composition ainsi que leur origine sont multiples : il peut s'agir de poussières issues de sources naturelles (sels marins, éruptions volcaniques, des feux de forêts...) ou résultantes des activités humaines (industrie, transports, chauffage, agriculture...).

A l'heure actuelle, les PUF ne sont pas réglementées, ce qui signifie 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 sa préconisation déjà exprimée de prévoir à terme 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 du conseil régional. 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.

Des premières analyses ont pu être conduites, il en ressort notamment que les concentrations en PUF aux abords des voiries de circulation 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 sont issus d'une présentation réalisée par les AASQA et le LCSQA dans le cadre du congrès Français sur les Aérosols de 2018⁹. 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.

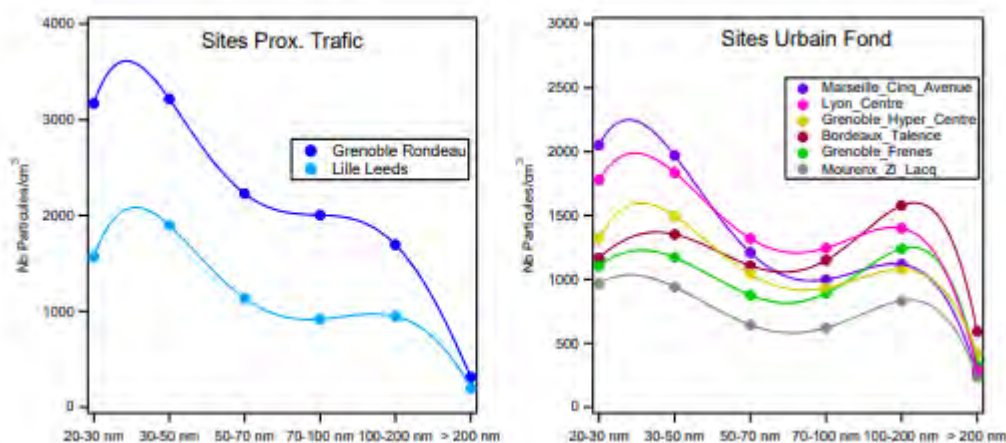


Figure 45 : Distribution granulométrique moyenne des PUF par site

• 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.

Classé cancérigène avéré pour l'homme, le 1,3-butadiène ne fait pour l'instant 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.

⁹ <https://www.asfera.org/medias/files/articles/2018/12554.pdf>

2.6.7. Analyse de la contribution des régions voisines à la pollution chronique locale

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 simulation par modélisation.

Les cartographies ci-dessous représentent la contribution relative des polluants intrants sur la région Auvergne-Rhône-Alpes par rapport à la pollution moyenne modélisée sur la zone d'étude du PPA . Elles ont été obtenues via le modèle CHIMERE sur l'année météorologique 2018 en éliminant du modèle toutes les émissions anthropiques régionales.

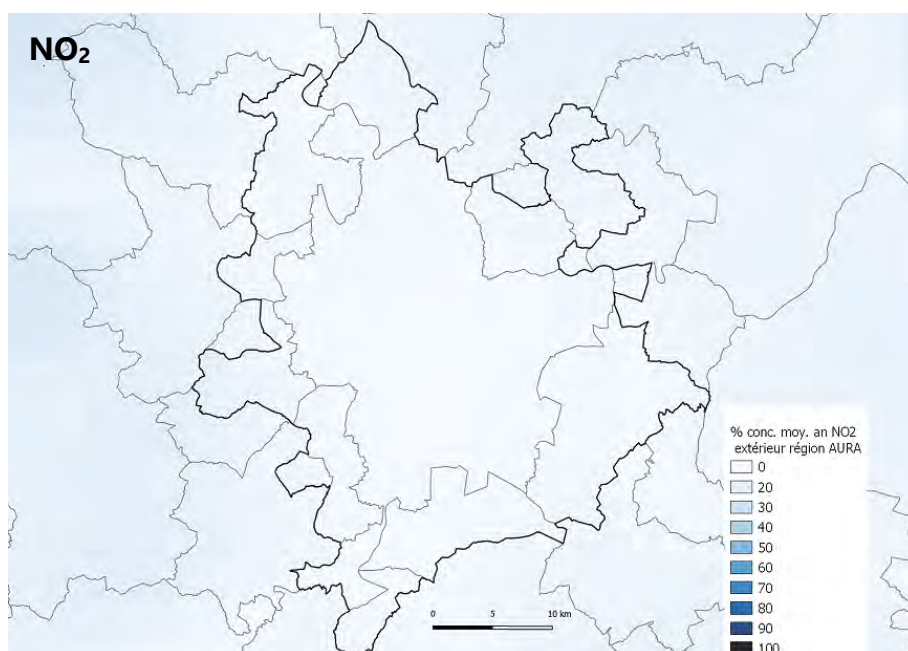


Figure 46 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en NO_2

Le NO_2 est un polluant peu persistant dans l'air, il se dégrade peu de temps après son émission (de l'ordre de 24h), si bien qu'il se déplace très peu et qu'on le retrouve surtout à proximité immédiate des sources d'émissions. Cette analyse montre très logiquement que la pollution locale constitue la principale source de pollution pour le NO_2 , quel que soit le territoire considéré, avec des contributions relatives de l'ordre de 94% aux concentrations annuelles de NO_2 sur la zone du PPA de Lyon. Ce résultat est relativement homogène sur l'ensemble du périmètre et varie entre 84% et 98% selon les secteurs.

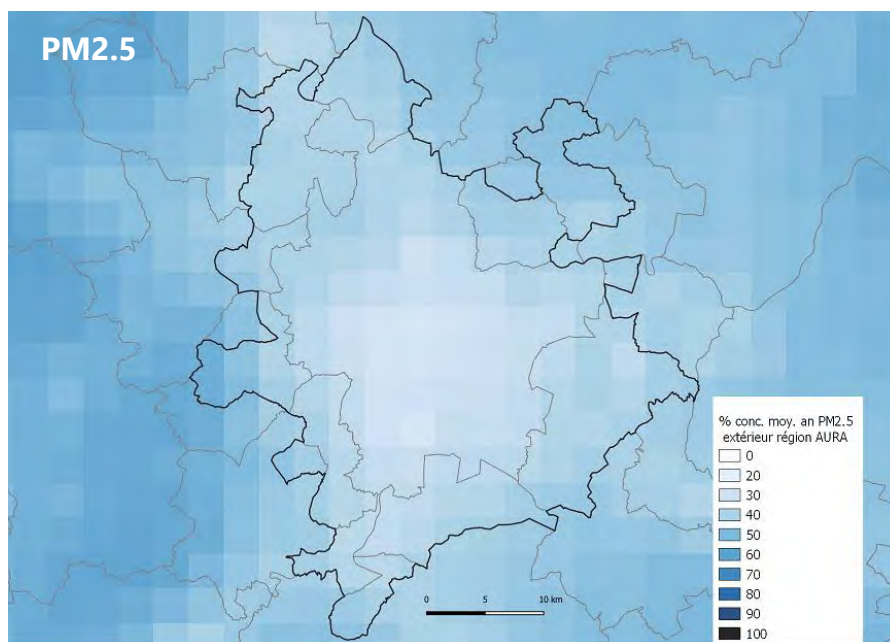


Figure 47 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM2.5

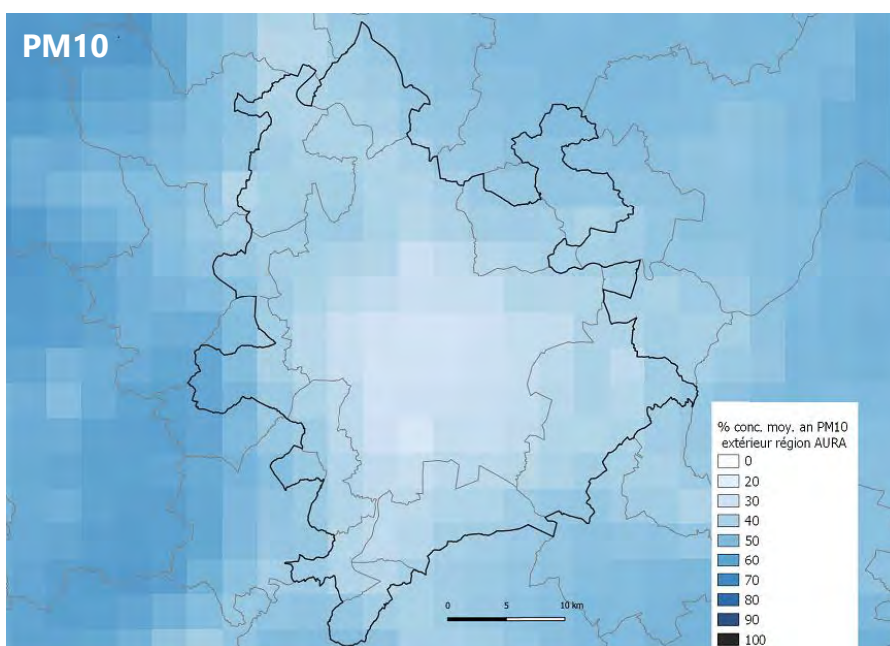


Figure 48 : Contribution de la pollution extérieure à la région AURA à la moyenne annuelle en PM10

Pour les PM₁₀, et les PM_{2,5}, la pollution émise localement reste la principale source de pollution en milieu urbain avec une contribution moyenne de 62% pour les PM_{2,5} et de 61% pour les PM₁₀ sur la zone du PPA. Selon les mailles, cette contribution moyenne varie de 45% à 74% pour les PM_{2,5} et de 41% à 74% pour les PM₁₀. Néanmoins les contributions relatives hors région Auvergne-Rhône-Alpes sont plus importantes voire majoritaires en milieu périurbain/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 DECOMBIO¹⁰ 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.

2.6.8. Les épisodes de pollution

Le dispositif préfectoral de pic de pollution est déclenché en cas de concentration importante de particules, de dioxyde d'azote, de dioxyde de soufre et/ou d'ozone. Ces niveaux de concentration s'apprécient à l'échelle de bassins d'air qui sont des zonages infra ou supra-départementaux définis dans l'arrêté cadre zonal relatif aux procédures en cas d'épisode de pollution. Le périmètre d'étude recoupe principalement deux bassins d'air : bassin Lyonnais Nord Isère et Ouest de l'Ain.

Les niveaux de vigilance ont été introduits par l'Arrêté préfectoral n°69-2017-11-16-002 du 16 novembre 2017, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a reconstitué un historique des niveaux de vigilance depuis 2011 afin d'appréhender les tendances en matière de « pic de pollution ». Le graphique ci-dessous illustre les évolutions sur les deux bassins d'air concernés par le PPA.

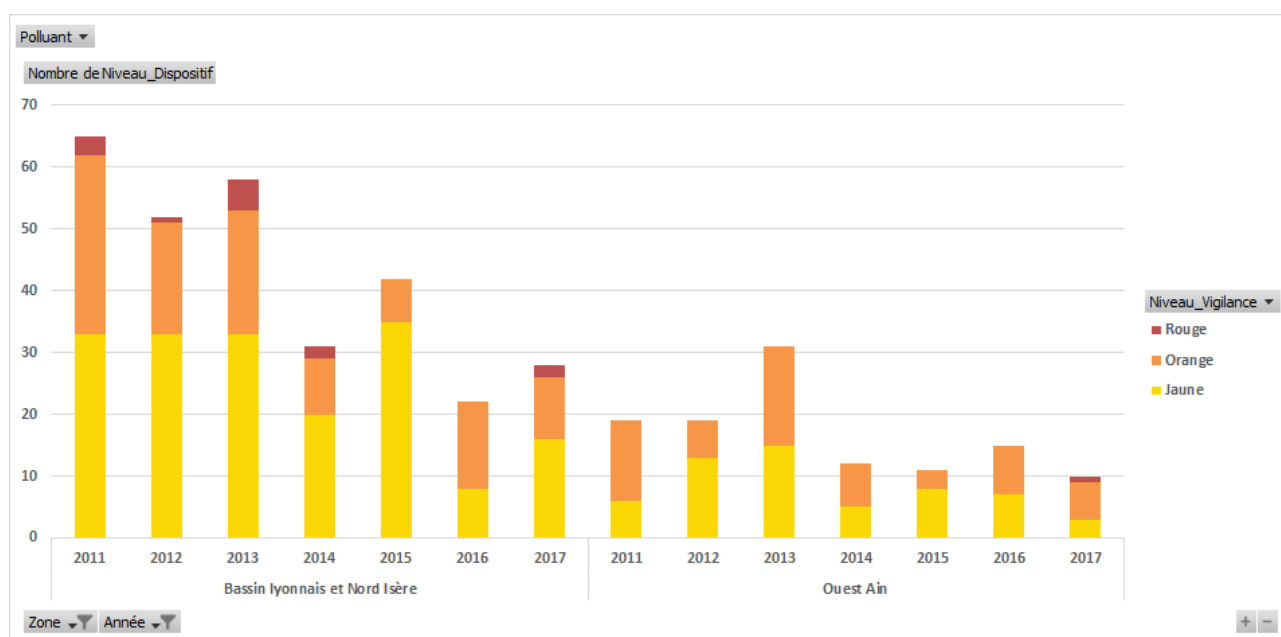


Figure 49 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance des bassins d'air du périmètre d'étude de 2011 à 2017)

Le bassin Lyonnais et Nord Isère est particulièrement touché par les épisodes de pollution avec en 2017 près de 28 jours de mise en vigilance contre 10 sur le bassin Ouest de l'Ain. Ces dernières années, le nombre de mise en vigilance est orienté à la baisse. La réduction des concentrations de fond concourant également à réduire le nombre d'épisode de pollution aiguë.

¹⁰ https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/deconvolution-combustion-biomasse-particules-vallee-arve_2018.pdf

Les facteurs responsables des dépassements

Les polluants responsables des vigilances sont les suivants :

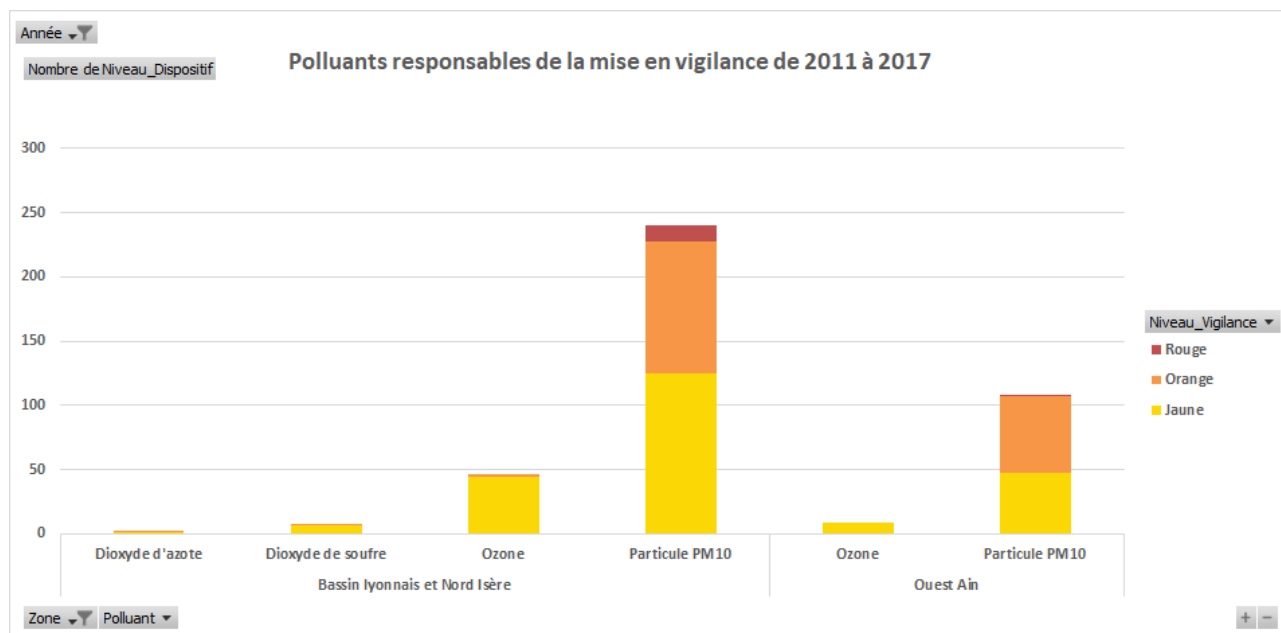


Figure 50 : Reconstitution du nombre de mise en vigilance par polluant au niveau du périmètre d'étude de 2011 à 2017

Ainsi il apparaît que sur cette période plus 80 % des vigilances sont imputables aux particules fines que l'on peut retrouver dans deux types d'épisode de pollution :

- Épisodes hivernaux dits de « combustion », dus principalement aux particules fines et oxydes d'azote. Le chauffage et le trafic routiers sont les sources principales auxquelles peuvent s'ajouter des émissions industrielles.
- Épisodes printaniers dits « mixte », caractérisés par élévation de teneurs en particules secondaires. En plus des sources habituelles (trafic routier, industrie, chauffage...), les activités agricoles peuvent être impliquées via les émissions d'ammoniac. L'ammoniac issu de la fertilisation des sols et/ou de la gestion des effluents d'élevage peut se combiner dans l'atmosphère avec les oxydes d'azote pour former des particules fines selon les conditions d'humidité.

Le deuxième polluant incriminé dans les épisodes de pollution est 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 NO_x et les composés organiques volatils COV, ce qui entraîne des dépassements.

A la marge et de plus en plus rarement, il est possible de rencontrer des épisodes de pollution au SO_2 ou NO_2 (en cas de problème sur une installation industrielle).

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

2.6.9. Conclusions sur la qualité de l'air

Le périmètre d'étude pris en compte pour l'élaboration du PPA3 est un territoire qui présente des problématiques notables vis-à-vis de plusieurs polluants réglementés : le dioxyde d'azote, les particules en suspension PM₁₀ et PM_{2.5}, et l'ozone.

L'analyse rétrospective tant des niveaux d'émissions que des concentrations mesurées montre cependant qu'entre 2013 (année précédant la mise en place du deuxième PPA) et 2018, une nette amélioration se dessine 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 depuis quelques années après une période de stagnation.

En guise de synthèse voici les problématiques qui subsistent.

- Les concentrations en dioxyde d'azote restent problématiques dans le cœur de la métropole Lyon avec des dépassements persistants et parfois très importants des valeurs limites réglementaires sur plusieurs stations de mesures ainsi qu'aux abords des autoroutes (A6, A7, A42 et A43). En dehors de la métropole Lyon la station A7 nord Isère a été en dépassement systématique jusqu'en 2017 ;
- Les concentrations en particules PM₁₀ et PM_{2.5} ont bien été ramenées sous les seuils réglementaires, ce qui constitue une première étape. Mais l'enjeu sanitaire subsiste, car les niveaux moyens dépassent encore assez nettement les valeurs recommandées par l'OMS₂₀₀₅, en particulier dans le cœur de l'agglomération (Lyon – Villeurbanne) ainsi que dans sa partie sud ;
- Concernant les particules, les dépassements journaliers restent réguliers en hiver, lorsque les conditions météorologiques sont favorables à l'accumulation des polluants ;
- La progression des niveaux d'ozone qui concerne une large partie de l'ex-région Rhône-Alpes conduit depuis ces dernières années 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.

Au regard de ces problématiques et des différents éléments apportés par Atmo Aura dans cette phase de diagnostic, le comité de pilotage du PPA du 11 décembre 2020 a décidé de retenir le périmètre suivant :

- Métropole de Lyon ;
- CC de la Côtière à Montluel ;
- CC de Miribel et du Plateau ;
- CC Lyon Saint Exupéry en Dauphiné ;
- CC de l'Est lyonnais ;
- CA Vienne Condrieu ;
- CC du Pays de l'Ozon ;
- 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.



Figure 51 : Périmètre d'étude du PPA3 de l'agglomération lyonnaise (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

3. Evaluation prospective

3.1. 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 lyonnaise 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 tendanciel « 2027 tendanciel » 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 tendanciel 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 »** : qui intègre les hypothèses d'évolution des différentes sources d'émissions résultant de la mise en œuvre complète des actions intégrées au 3ème PPA (PPA3). Il s'agit en particulier d'appliquer des baisses d'émissions supplémentaires par rapport à la trajectoire tendancielle 2027.

Il doit être souligné que ces modélisations concernent avant tout 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.

3.2. 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.

3.3. Outils et hypothèses déployées

Les outils déployés pour cette évaluation prospective sont les mêmes que ceux décrits au chapitre 2.5.1 et 2.6.1 mais alimentés avec des données d'activités prédites pour l'année 2027.

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.

3.3.1. Les hypothèses associées au scénario tendanciel

3.3.1.1. Données générales

Les données générales sont issues des modèles trafic locaux ou régional MMR pour les secteurs non couverts.

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

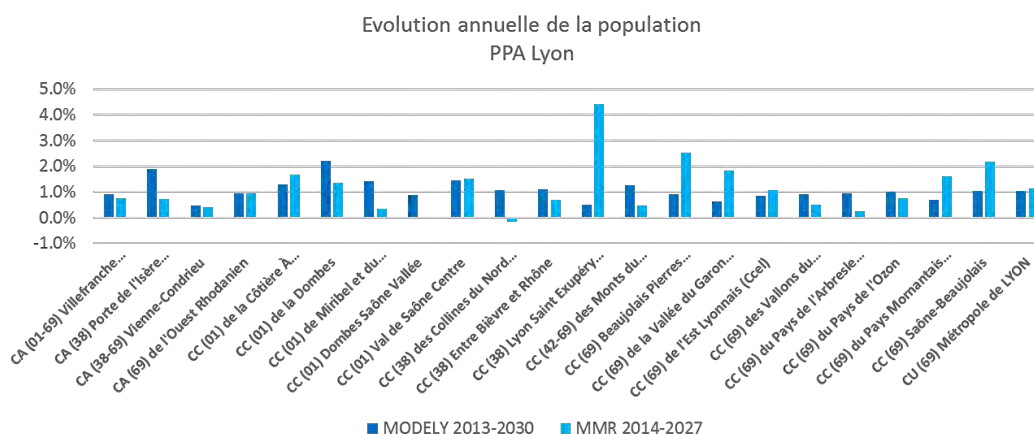


Figure 52 : Evolution annuelle de la population à partir des modèles MODEL Y et MMR (périmètre PPA étendu)

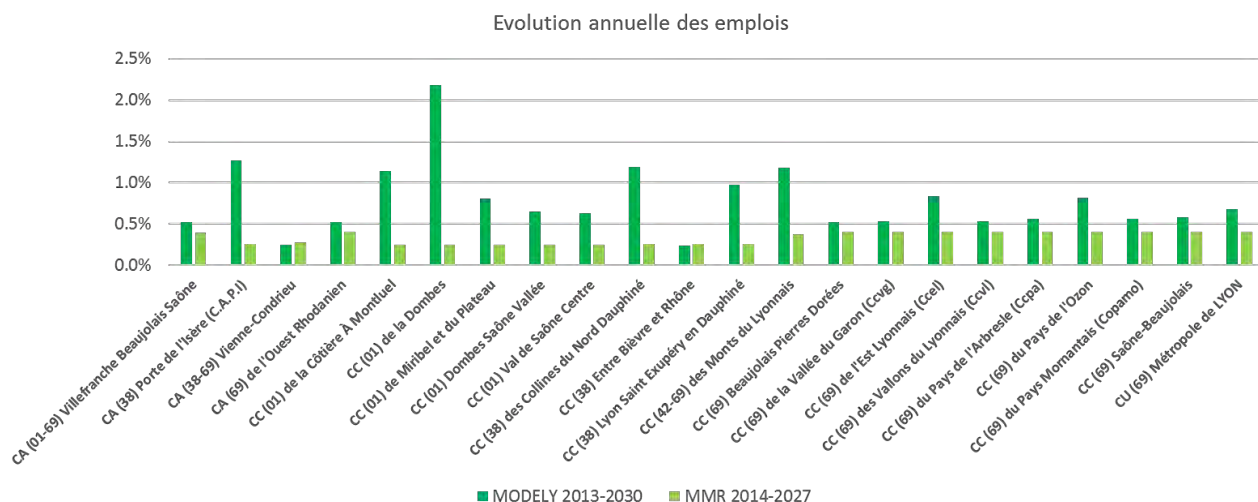


Figure 53 : Evolution annuelle des emplois à partir des modèles MODEL Y et MMR

3.3.1.2. Données par secteur d'activité

► Résidentiel

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

L'évolution des consommations d'énergie considérée est conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE), sinon à la prolongation de la tendance observée entre 2013 et 2017 pour les autres.

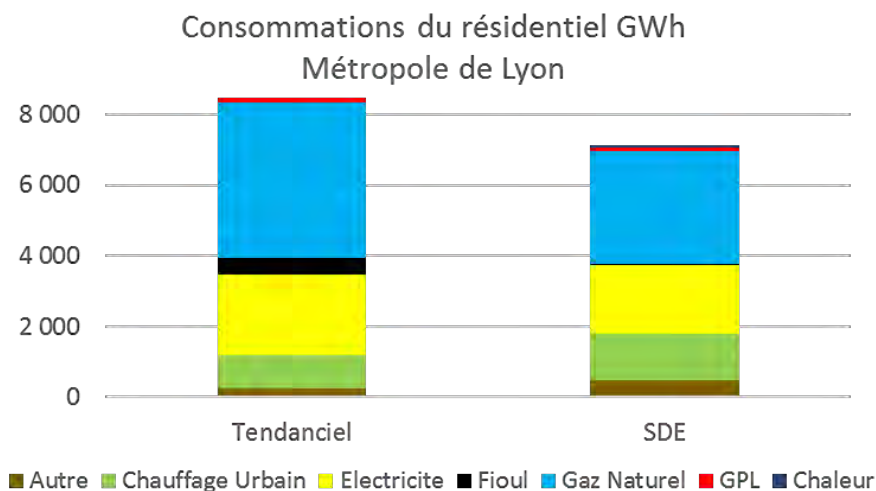


Figure 54 : Répartition des consommations du résidentiel en GWh au niveau de la Métropole de Lyon en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

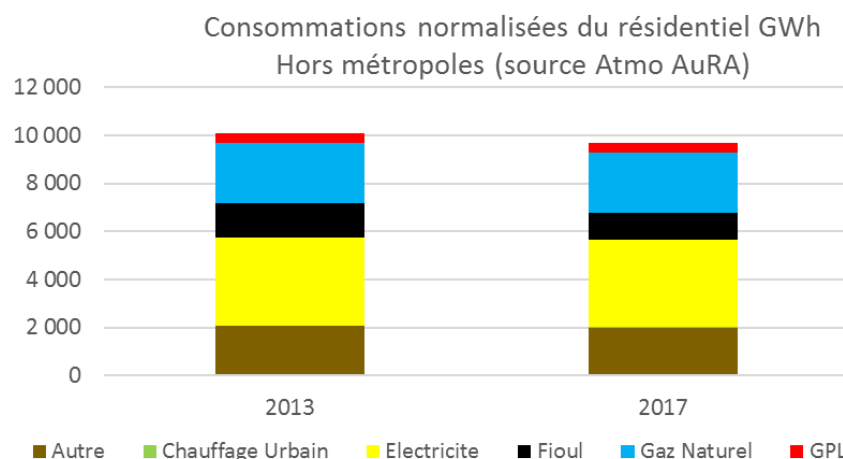


Figure 55 : Répartition des consommations normalisées du résidentiel en GWh en dehors de la Métropole de Lyon 2013 et 2017 par type d'énergie

L'évolution du parc d'appareils 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 (considéré jusqu'en 2022).

Part de bois labellisé

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 biomasse de Surville (les autres projets ayant été considérés comme non finalisés à l'horizon 2027) ;
- L'évolution du nombre de petites chaufferies biomasse existant en 2020 (compilation des recensements FIBOIS 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 104 nouvelles installations selon la répartition des classes de puissances <400kW et 400kW/1MW issue des installations mises en service entre 2010 et 2020 : 92%/8% ;
- 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 MODELy).

► 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 (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).

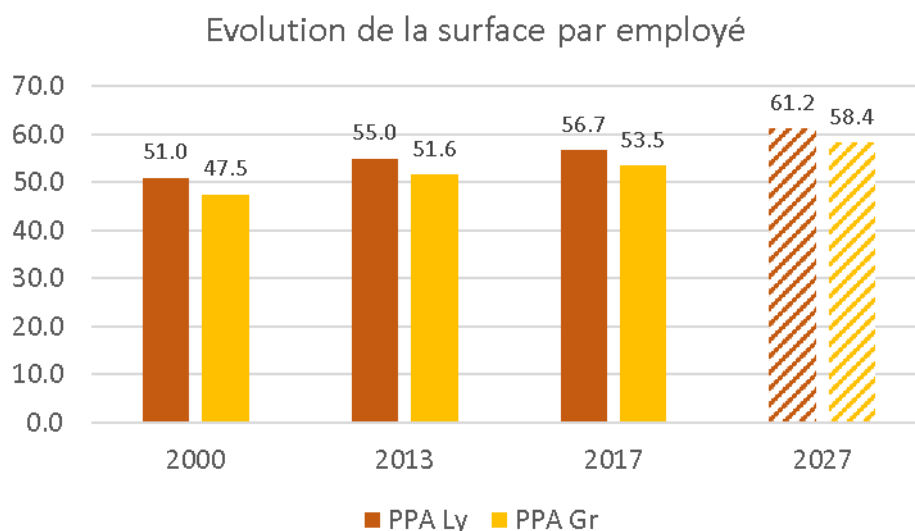


Figure 56 : Evolution de la surface par employé sur les périmètres des PPAs de Lyon et Grenoble

Tout comme pour le résidentiel, la tendance d'évolution des consommations d'énergie est conforme au scénario tendanciel du Schéma Directeur des Energies (SDE) de la Métropole sinon à la prolongation de la tendance observée entre 2013 et 2017 pour les autres EPCI.

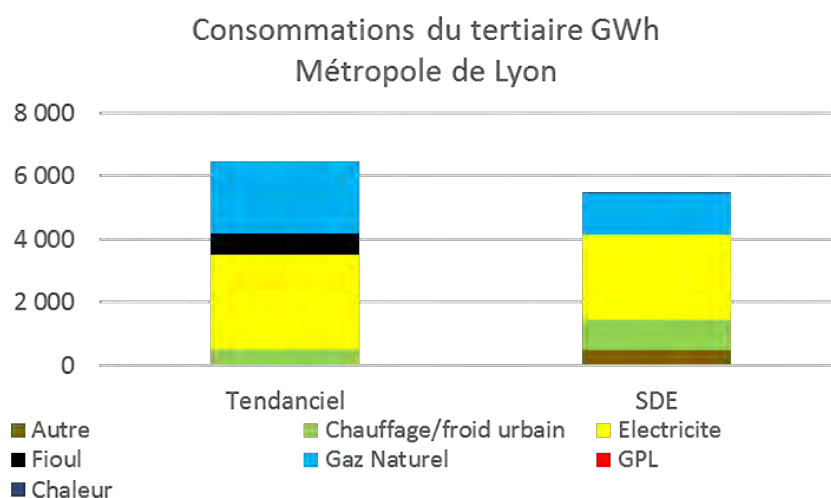


Figure 57 - Répartition des consommations du tertiaire en GWh au niveau de la Métropole de Lyon en application du tendanciel et Schéma Directeur des Energies par type d'énergie

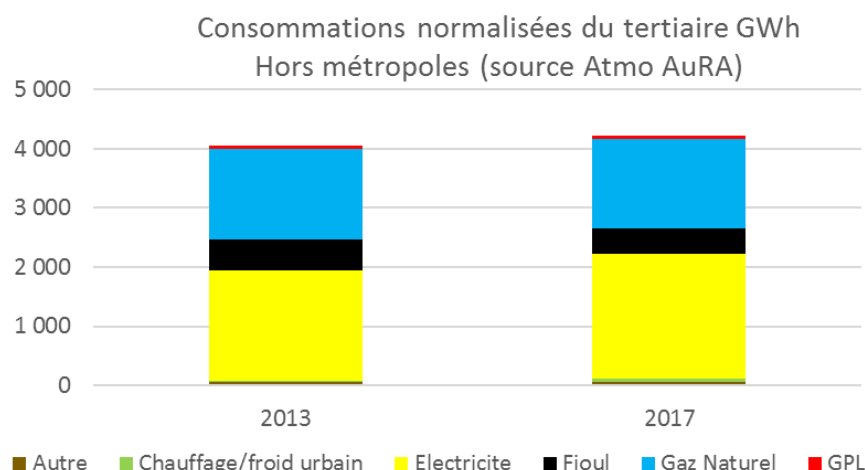


Figure 58 - Répartition des consommations normalisées du tertiaire en GWh en dehors de la Métropole de Lyon 2013 et 2017 par type d'énergie

► Transport routier

Hypothèses de calculs du tendanciel

Pour le secteur du transport routier, le modèle de trafic local est privilégié, complété par le MMR au niveau des communes non couvertes.

Evolution des veh.km via les modèles trafic :

- Modèle local MODEL Y ; Il est à noter que dans le scénario Tendanciel 2030 MODEL Y, les projets 2016-2020 n'ont pas été pris en compte (C3, T6...), seuls les « coups partis » sont considérés ;
- Modèle Multimodal Régional MMR (tronçons hors périmètre modèle local) : évolution 2014-2027 des trafics Véhicules Légers (VL) et Poids Lourds (PL) avec distinction autoroutes et autres axes.

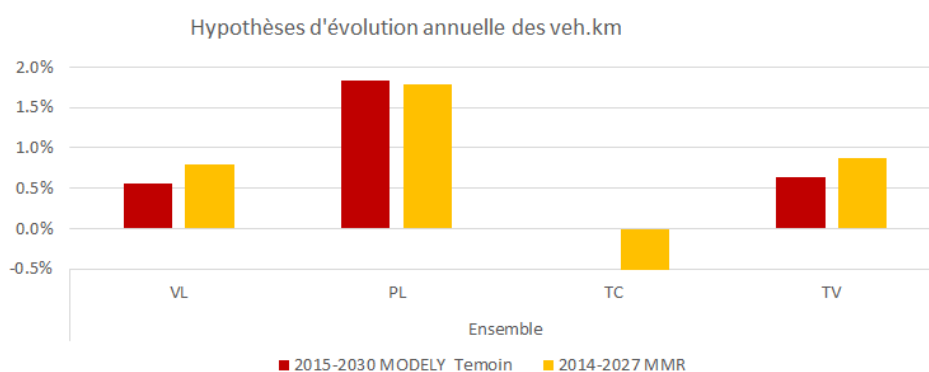


Figure 59 : Hypothèses d'évolution annuelle des veh.km par type de véhicule

Evolution du parc dynamique :

- Transports en Commun Urbains : parc local 2018 (SYTRAL) auquel sont appliquées les hypothèses nationales de renouvellement (scénario AME « Avec Mesures Existantes ») ;
- Autres véhicules : projections nationales CITEPA/MTES scénario prospectif AME :
 - o 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 parc national AME, car :
 - o Périmètre PPA définitif non validé ;
 - o Risque d'incohérence avec travaux ZFE en cours sur les agglos ;
 - o Emissions non cohérentes avec évaluation 2013-2018 du PPA2.

Evolution des facteurs unitaires (consommation et émissions)

Prise en compte des facteurs d'émissions COPERT 5.0.

Prise en compte de la ZFE actuelle

La ZFE actuelle de l'agglomération lyonnaise a été prise en considération comme suit :

- Périmètre : 5 communes (tout ou partie) hors VRU : Lyon, Villeurbanne, Vénissieux, Bron, Caluire et Cuire ;
- Véhicules concernés : les Véhicules Utilitaires Légers et Poids Lourds ;
- Crit'Air autorisés : Crit'Air 3, 2, 1 et Vert.

► Transport ferroviaire

Hypothèses prises pour le tendanciel

- 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 : hypothèses du MMR +0.1%/an ;
- Stabilisation de la part des trains.km à motorisation thermique.

► Transport aérien

Hypothèses d'évolution du tendanciel

Les hypothèses suivantes ont été considérées pour l'évolution des émissions des aéronefs :

- 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 nombre de passagers/aéronef.

Pour les émissions hors aéronefs, une diminution globale de 3% des émissions des sources fixes et mobiles a été appliquée sur la plateforme de Lyon Saint-Exupéry afin de tenir compte de l'évolution technologique des différents systèmes.

► Transport fluvial

Les hypothèses d'évolution du trafic fluvial suivantes ont été appliquées :

- Marchandises : +2.1%/an t.km sur 2014-2030 (source : VNF/DT Rhône-Saône/DDev/BETP – note du 15/03/2016) ;
- Passagers : de 23 à 30-35 bateaux de croisière/jour (source : VNF/DT Rhône-Saône/DDev/BTTCP).

En l'absence de projections PREPA, les facteurs les facteurs d'émissions sont identiques à ceux de 2018.

► Industries : ICPE

La moyenne des émissions 2014-2018 a généralement été considérée pour caractériser les émissions tendanciellées 2027. Les exceptions suivantes ont été considérées (après validation auprès des services de la DREAL) :

- Emissions 2018 pour les carrières ;
- Moyenne 2016-2018 pour les sites suivants dont les émissions ont durablement diminué entre 2014 et 2018 :
 - o Eurofloat Salaise sur Sanne (38) ;
 - o ARKEMA BALAN -01) ;
 - o HEXCEL COMPOSITES Dagneux (01).

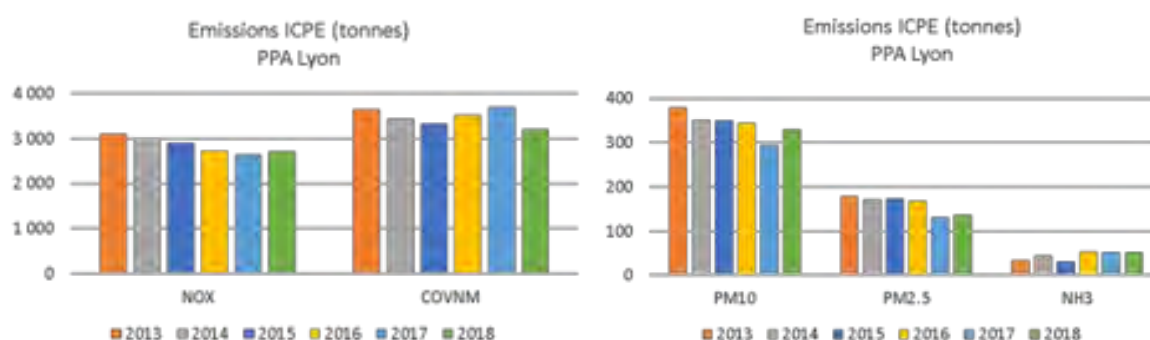


Figure 60 : Evolutions des émissions des ICPE entre 2013 et 2018 sur le territoire PPA pour aider à fixer les hypothèses d'évolution 2018-2027 des émissions

► Industries : Production d'énergie

Les hypothèses prise en compte sont détaillées dans la méthodologie générale.

Les nouveaux réseaux de chaleur considérés sur Lyon en 2027 sont :

- Lyon7 Surville : en service depuis avril 2019.

► Industrie : Carrières

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

► Industrie : Chantiers/BTP

Les émissions liées aux chantiers / BTP ont été considérées comme suit :

- 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) ;
- les émissions des engins de chantier tiennent compte de l'amélioration technologique du parc à horizon 2027 sur la base des hypothèses PREPA.

► Agriculture

Les émissions non énergétiques sont prises en compte ainsi :

- Ajustement des données en situation actuelle 2018 (DRAAF):

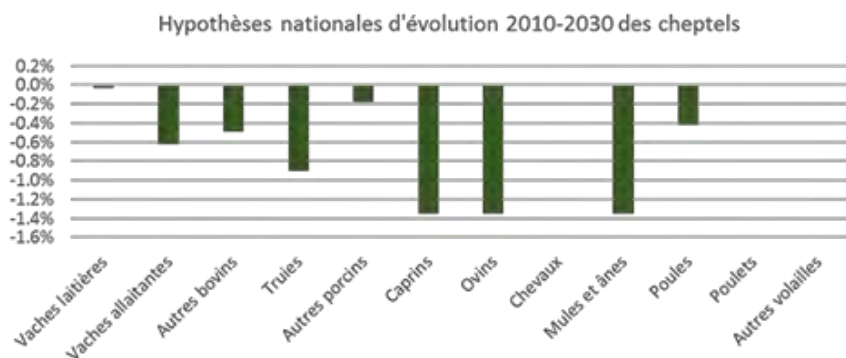
PPA Lyon	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Vaches laitières	0.930	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres bovins	0.712	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Porcins à l'engrais	0.269	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Truies	0.292	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Caprins	0.705	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Ovins	0.533	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

Tableau 4 : Détail par catégorie animale des ajustements 2018

PPA Lyon	Ajust 2018	Memo ajustement 2018
Blé tendre d'hiver	0.923	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé tendre de printemps	0.830	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur d'hiver	0.992	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé dur de printemps	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Seigle et méteil	0.986	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon d'hiver	0.926	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Orge et escourgeon de printemps	0.719	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine d'hiver	2.527	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Avoine de printemps	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais (grain et semence)	1.376	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Sorgho	1.436	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Triticale	0.905	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Autres céréales non mélangées	1.842	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Mélanges de céréales (hors méteil)	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza d'hiver (et navette)	1.246	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Colza de printemps (et navette)	1.000	constant car pas de données Atmo
Tournesol	1.148	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Soja	1.185	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lin oléagineux	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Autres oléagineux	1.000	constant car pas de donnée DRAAF
Féveroles et fèves	1.138	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Pois protéagineux	0.681	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Lupin doux	3.112	correction avec donnée draaf périmètre ppa
Blé non alimentaire	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais non alimentaire	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Colza non alimentaire	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Tournesol non alimentaire	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves non alimentaires	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Autres cultures non alimentaires	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Choux, racines et tubercules fourragers	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Mais fourrage et ensilage (plante entière)	1.376	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Betteraves industrielles	1.000	constant car pas de données Atmo
Pommes de terre	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Lin textile	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa
Vignes	0.818	correction avec donnée draaf moyenne toutes cultures sur zone ppa

Tableau 5 : Détail par type de culture des ajustements 2018

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



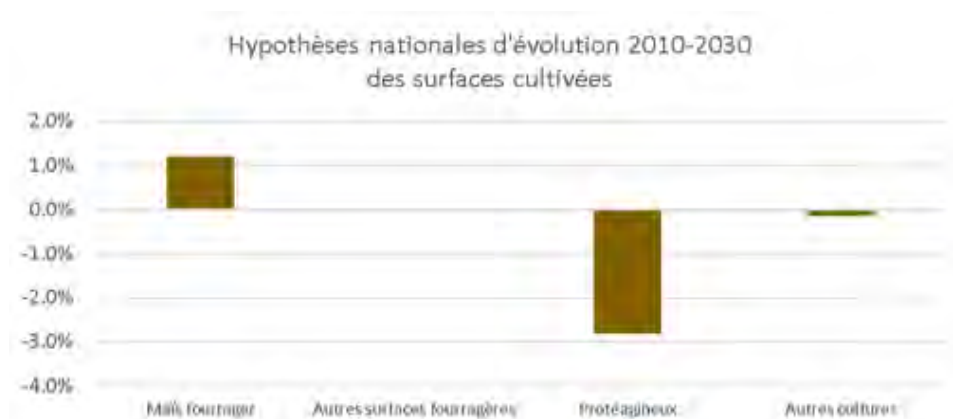


Figure 61 : Hypothèses d'évolution annuelle des cheptels et cultures

- 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).

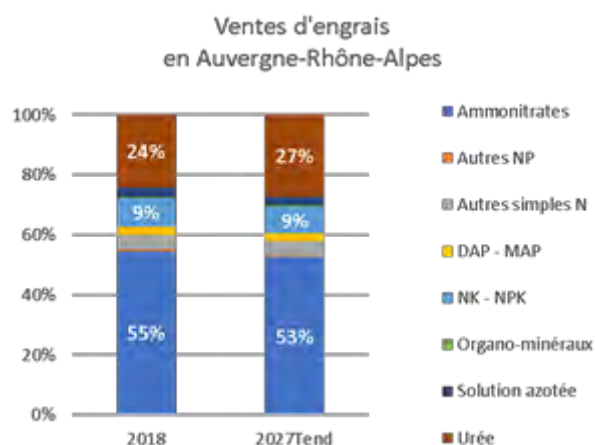


Figure 62 : Hypothèses de répartition des ventes régionales par type d'engrais

3.3.2. Les hypothèses associées au scénario PPA

Des méthodes différentes sont utilisées selon l'action à évaluer. Pour la majorité, elles consistent à appliquer un abattement¹¹ aux émissions du scénario tendanciel 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.

¹¹ Abattement = baisse des émissions

Les actions pour la zone PPA Lyon 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.

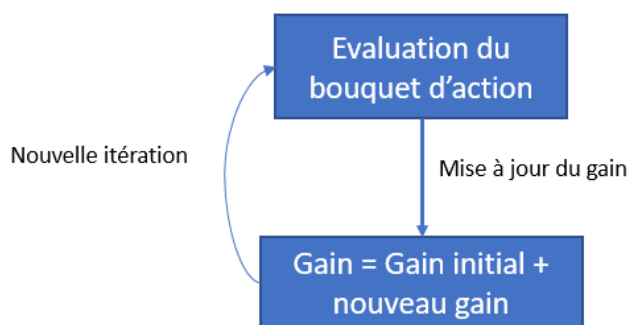


Figure 63 - Principe général d'évaluation

Les actions sont évaluées selon trois scénarios (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 scénarios. Lorsqu’une action ne présente que deux hypothèses, la première est appliquée aux scénarios bas et intermédiaire et la seconde au scénario haut.

3.3.3. Résidentiel et Tertiaire

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

Ce bouquet regroupe les actions RT1.1 et RT1.2.

Les actions 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.

Cinq scénarios sont utilisés pour réaliser des projections du parc d’appareils de chauffage au bois domestique :

- tendanciel 2027 sans Fonds Air Bois ;
- tendanciel 2027 avec 4 Fonds Air Bois jusqu’en 2022 ;
- hypothèse basse PPA Lyon ;
- hypothèse intermédiaire PPA Lyon ;
- hypothèse haute PPA Lyon.
-

Scénario	Zone PPA Lyon
Bas	- Interdiction des foyers ouverts sur la Métropole de Lyon - 4 400 dossiers Fonds Air Bois avec par EPCI : 3200 ML, 200 CCPO, 300 BR, 500 Vienne Condrieu, 200 CCMP
Intermédiaire	- Interdiction des foyers ouverts sur P4 + les 17 communes * - 4 400 dossiers FAB avec par EPCI : 3200 ML, 200 CCPO, 300 BR, 500 Vienne Condrieu, 200 CCMP
Haut	- Interdiction des foyers ouverts sur le périmètre PPA - 10 000 dossiers FAB

Tableau 6 - Hypothèses de projection du parc d'appareils de chauffage au bois domestique

* Le périmètre P4 représente 81 des 175 communes du périmètre PPA retenu.

Pour tous ces scénarios, 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 des scénarios du PPA avec celui du tendanciel comprenant les FAB jusqu'en 2022.

- *Augmentation de la part de bois labellisé*

Ce bouquet correspond à l'action RT1.3.

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 à Lyon et Grenoble prévoit ainsi une augmentation de la part de bois labellisé pour le chauffage domestique. Cette proportion passe de 5% dans le scénario tendanciel à 20% dans le scénario PPA3 Lyon. Le coefficient d'évolution à partir des émissions tendanciennes est calculé comme suit :

$$EMI_{ppa} = 0,8 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} + 0,2 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * (1 - 0,2)} * EMI_{tendanciel} * (1 - 0,2)$$

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 :

$$EMI_{ppa} = EMI_{tendanciel} * [0,8 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,2 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8]$$

$$coeff_{evol} = 0,8 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} + 0,2 * \frac{1}{0,95 + 0,05 * 0,8} * 0,8 = 0,96969697$$

Ce coefficient est ensuite appliqué aux émissions tendanciennes 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 RT3.1.

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

L'UD69 de la DREAL fournit 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 commune, 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% provient 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 RT4.1.

Une diminution de 15% est appliquée sur l'ensemble des émissions concernées par l'utilisation de solvants pour les zones PPA Lyon.

- *Brûlage de déchets verts*

Ce bouquet correspond à l'action RT2.1.

Une diminution de 50% des brûlages de déchets verts est envisagé pour le scénario bas. Pour le scénario haut, la diminution est de 100%.

Scénario	Coefficient d'évolution
Bas – Intermédiaire	0,5
Haut	0

Tableau 7 - Coefficients d'évolution utilisés pour les actions RT2.1

3.3.4. Transports

► Transport routier

Les effets des développements d'offres de transports en commun, de requalification de voiries et de mobilités cyclables (actions M1) ont été pris en compte en utilisant un scénario dit MODEL SCOT 2030, du

modèle de trafics partagé métropolitain. Ce scénario reste toutefois imparfait pour les besoins de notre étude en ce qu'il prend en compte certains projets d'aménagements routiers dont la réalisation interviendra post-PPA3 ou bien a été abandonnée (cf. Tableau ci-dessous). Cela peut se traduire localement par de légers biais dans les projections et les modélisations lesquels restent en toute hypothèse assez mineurs lorsque le territoire est appréhendé de manière globale.

Le tableau ci-dessous liste les projets du territoire par scénario. Le scénario SCoT 2030 reprend les projets du scénario Fil de l'eau auxquels s'ajoutent de nouveaux projets.

Type de projets	Scénario Fil de l'eau	Scénario SCoT 2030
Transports en commun et mobilités douces	- Modification des attractions zonales 2030 - Modification des populations zonales 2030 - Réseau vélo 2030 - Extension Velo'v 2020 - Métro A – Augmentation de capacité et fréquence - Tramway T1, T2, T3 et T4 – Augmentation de capacité et de fréquence - TER - Mise à jour offre TER 2015-2016 - TER - Desserte halte Irigny - Terminus T2 à Montrochet - TC _ T3_Capacité, fréq 7', capa 287 - TC _ MB_Prolongement à Hôpitaux Sud, fréq 3'12/4, capa 531 - Réductions de capacité pour le transport individuel liées au bus C3 <i>et double site propre sur une portion</i> - Ligne T6 à Hopitaux Est et impact viaire - TER - Evolution liaison Lyon-Saint Etienne	- Anneau des Sciences - Création des lignes 73e et C24e, une sur deux au départ de Perrache - Création d'une ligne de St Fons à Vaulx-en-Velin - A4_Nord_Création d'une ligne BHNS - Bus C1, C2, 26, 37 - Amélioration de la fréquence - Bus C25 - Site propre sur Parilly-St Priest - Création d'une ligne entre Brignais et Hôpitaux Sud - <i>Lignes sur Anneau des Sciences</i> - CHNS Meyzieu-Cremieu - CHNS Lyon-Trévoux - Requalification A6-A7 - horizon 2030
Transport routier	- BUE Aviation - <i>CEL - avec A46S 2*3 voies entre BUS et A43</i> - Accès Puisoz - Projet Part-Dieu - Nouvel accès Peyssillieu - A46S 2*3 voies entre A7 et BUS - Requalification Garibaldi - phase 2	- BUE Nord - BUE Venissieux - BUE Charles de Gaulle - PPA - Réduction des vitesses en approche de Lyon (hors périphérique) - Anneau des Sciences - Projets vélo 2030 - Pont des Girondins

	- Projet Champ du Pont - Voirie hôpitaux Sud - Projet Confluence - Autres projets viaires coups partis - Impact projets vélo coups parti - Projet La Soie - Réaménagement Zola-Vitton - PPA - Réduction des vitesses sur le périphérique - Passage à une voie avenue Lacassagne - Projet Gratte Ciel - prolongement de la rue Racine - Diffuseur de Quincieux - CEL - Shunt du noeud de Manissieux - P+R_Zones P+R Hopitaux Sud 2030 - P+R_Zones P+R Alai - Matrice échange/transit 2030 - Requalification A6-A7 - horizon 2020 - Réaménagement échangeurs extrémité A450-A7 - Bretelle d'Irigny	- Réaménagement échangeurs extrémité A450-A7 - Anneau des Sciences : RD42 2*2 voies sud - Nouvel accès sud eurexpo, partie sud de RD306 - Requalification Garibaldi - phase 3 - Autres projets de voirie 2030 - Densite_arret_SCOT2030 - P+R_Zones P+R A450 - Interdiction du Transit PL sur les voiries structurantes d'accès à Lyon - Passage du C20 en BHNS et impact viaire - Ligne T6 à La Doua et impact viaire - Ligne Centre Est et impact viaire
--	--	---

Tableau 8 - Liste des projets de MODEL Y pour les scénarios Fil de l'eau et SCot 2030

- *Poursuite et amplification de la ZFE*

Ce bouquet regroupe les actions M1, M2 et M3.

Les évolutions prises en compte de la ZFE-m (action M2) correspondent aux intentions annoncées de l'exécutif métropolitain, à savoir à horizon 2027 une interdiction des véhicules particuliers (VP), des poids lourds (PL) et des véhicules utilitaires légers (VUL) Crit'Air 2+ sur le périmètre actuel, et une interdiction VP, PL et VUL Crit'Air 3+ sur un périmètre plus étendu dit intermédiaire, considéré comme correspondant à l'intérieur de la rocade est, du boulevard urbain sud et de la RD432. Ce périmètre reste hypothétique au jour de la rédaction du présent rapport. Il sera confirmé au premier semestre 2022 à l'issue des phases de concertations portées par la Métropole de Lyon.

Actions	Hypothèses
ZFE VP	CQA2+ sur périmètre actuel CQA3+ sur périmètre intermédiaire (jusqu'à la rocade Est et RN346 exclues)
ZFE VUL/PL	CQA2+ sur périmètre actuel CQA3+ sur périmètre intermédiaire (jusqu'à la rocade Est et RN346 exclues)

Effet ZFE hors périmètre (% de véhicules affectés hors ZFE)	70% sur VRU ML 46% hors VRU ML 0% hors ML
---	---

Tableau 9 - Hypothèses par type de ZFE

Le trafic routier et les émissions à l'année sont obtenus via un travail de modélisation (MODEL Y pour la Métropole de Lyon). 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 par zone PPA.

- *Limitation des vitesses routières sur certains tronçons*

Ce bouquet correspond à l'action M4.1.

Certains tronçons sont concernés par des réductions de vitesse (passage de 130 à 110km/h et de 110 à 90km/h) en zone PPA Lyon. Au total, un linéaire de 30km est concerné et les réductions d'émission sont réparties uniformément sur les communes en fonction de la longueur de linéaire supérieure ou égale à 110km/h.

- *Développement en faveur du report modal*

Ce bouquet correspond à l'action M1, hors Métropole de Lyon.

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 PPA.

EPCI	Hypothèses	Coefficient d'évolution
Communauté de Communes entre Bièvre et Rhône	1,5% de réduction des veh.km	0,985
Vienne Condrieu Agglomération	1,5% de réduction des veh.km	0,985
Communauté de Communes de l'Est Lyonnais	1% de réduction des veh.km	0,9
Communauté de Communes du Pays d'Ozon	1% de réduction des veh.km	0,9
Communauté de Communes de Miribel et du Plateau	1% de réduction des veh.km	0,9

Tableau 10 - Coefficients d'évolution par EPCI pour évaluer l'impact du report modal sur la zone PPA Lyon

En plus du scénario SCot 2030 pour la Métropole de Lyon, des hypothèses de réduction supplémentaires des distances parcourues. On entend par « veh.km » le produit du trafic moyen par la longueur la portion de route étudiée. Le tableau ci-dessus liste ces hypothèses par EPCI pour la zone PPA Lyon. On considère les émissions atmosphériques parfaitement corrélées aux veh.km des véhicules particuliers.

► Transport aérien

Ce bouquet correspond à l'action M5.2.

Le secteur aérien fait l'objet de deux actions spécifiques. Les hypothèses ci-après sont fournies par Lyon Aéroports et concernent l'aéroport Lyon Saint-Exupéry :

- Diminution du temps de roulage des aéronefs de 20% contre 0% dans le tendanciel ;

- Électrification de 20% des engins de piste contre 0 dans le tendanciel. Cela entraîne une suppression des émissions directes de polluants à l'exception des particules dues à l'abrasion des pneus, freins et de l'usure des pistes.

Le coefficient d'évolution à appliquer aux émissions pour ces deux actions est donc de $1 - 0,2 = 0,8$

Remarque : Il n'a pas été possible de distinguer les émissions dues à l'abrasion des engins de piste de celles liées à la combustion du carburant. Pour cette raison, les gains de particules sont surévalués.

► Transport fluvial

Ce bouquet correspond à l'action M5.1.

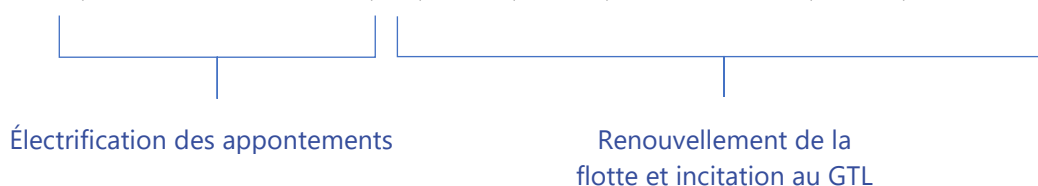
Plusieurs actions sont regroupées autour du transport fluvial sur la zone PPA Lyon. Celles-ci se basent sur les données transmises par VnF :

- Renouvellement de la flotte de 10% entre 2018 et 2027 avec un abattement de 60% des NOx et 90% des PM pour les nouveaux appareils. On ne suppose aucun renouvellement dans le scénario tendanciel ;
- Electrification des appontements : abattement de 80% des émissions en 2027 par rapport au tendanciel sur un trajet type. On définit un taux d'application de la mesure à 75% contre 0 dans le scénario tendanciel ;
- Passage du GnR au GTL pour les appareils non renouvelés entraînant un abattement de 10% des émissions de NOx. Le taux d'application est de 50% pour le scénario bas et 75% pour le scénario haut contre 0 dans le tendanciel.

Un coefficient d'évolution unique par polluant permet de prendre en compte l'impact de ces différentes actions. On considère ici que l'électrification des appontements est indépendante des deux autres actions et que ces actions touchent à l'ensemble des trajets fluviaux sur le territoire. Également, plus de 98% de l'énergie consommée sur les zones PPA Lyon et Grenoble pour le fluvial est du GnR. Enfin, on suppose qu'aucune action n'est entreprise dans le scénario tendanciel.

Exemple pour les NOx scénario bas :

$$coeff_evol = (0,75 * (1 - 0,8) + 0,25) * (0,25 * (1 - 0,6) + 0,75 * 0,5 * (1 - 0,1) + 0,75 * 0,5)$$



Polluant	Scénario	Coefficient d'évolution
NOx	Bas/intermédiaire	0,325
NOx	Haut	0,3175
PM10/PM2,5	Bas/intermédiaire/haut	0,31

Tableau 11 - Liste des coefficients d'évolution par polluant et scénario pour l'action M5.1

3.3.5. Industrie

- Réduire les émissions des installations industrielles

Ce bouquet d'action regroupe les actions I1.1 et I2.2.

La liste des établissements concernés pour chaque action est directement fournie par la DREAL. Pour l'action I1.1, il s'agit des installations de combustion de puissance supérieure ou égale à 50MW et donc classé IED. Pour l'action I2.2, il s'agit cette fois des établissements de puissance comprise entre 1 et 50 MW. Sur la zone PPA Lyon, il est considéré uniquement les établissements existants utilisant des combustibles autres que le gaz ou l'hydrogène et dont les émissions de NOx et poussières sont respectivement supérieures à 10 tonnes et 1 tonne.

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 :

$$\text{gain} = \text{gain_initial} + \text{emission} - \text{coeff_evol} * \text{emission}$$

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	Scénario	Polluant	Puissance	Coefficient d'évolution
I.1.1	Bas	Tous	> 50 MW	0,983
I.1.1	Intermédiaire	Tous	> 50 MW	0,967
I.1.1	Haut	Tous	> 50 MW	0,95
I.2.2	Bas	NOx	1 – 50 MW	0,6
I.2.2	Intermédiaire	NOx	1 – 50 MW	0,6
I.2.2	Haut	NOx	1 – 50 MW	0,6
I.2.2	Bas	TSP, PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I.2.2	Intermédiaire	TSP, PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I.2.2	Haut	TSP, PM10, PM2.5	1 – 5 MW	0,6
I.2.2	Bas	TSP, PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67
I.2.2	Intermédiaire	TSP, PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67
I.2.2	Haut	TSP, PM10, PM2.5	5 – 50 MW	0,67

Tableau 12 - Coefficients d'évolution appliqués aux actions I1.1 et I2.2

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 scénario 1, 10% pour le scénario 2 et 15% pour le scénario 3 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 tendanciennes par installation de combustion, l'évaluation se base ici sur l'établissement complet. Cela entraîne des incertitudes dans l'évaluation des actions.

- *Evaluer l'impact des projets futurs de création et modifications d'installations de combustion*

Cette action est incluse à l'évaluation de l'action I1.1.

La DREAL a listé plusieurs projets de création et modifications d'installations de combustion sur la zone :

- **Fin de l'utilisation de charbon sur le site Osiris et passage au gaz naturel.** Interrogé, l'exploitant du site Osiris estime que l'utilisation du gaz naturel en remplacement du charbon entrainera 100 tonnes d'émissions de NOx chaque année. Pour les poussières et les oxydes de soufre, les émissions sont considérées proches de 0 ;
- **Création de la chaufferie Arsenal à Vénissieux.** Elle comprendra une chaudière gaz de 8370 kW PCI (pour 2572 MWh PCS de consommation annuelle soit 2317 MWh PCI) et une chaudière biomasse de 7500 kW PCI (pour 25728 MWh PCI de consommation annuelle). Un filtre à manches et un multicyclone seront installés et une VLE poussières est définie à 10mg/Nm3 à 6% d'O2 ;
- **Modification de la chaufferie urbaine la Duchère à Champagne au Mont d'Or** avec extension du réseau prévu sur Ecully/Champagne. Remplacement de 3 chaudières biomasses plus performantes et augmentation de la puissance, modification des chaudières GAZ/FOD en GAZ/biocombustible. Le tableau ci-dessous dresse la liste des chaudières actuelles et suite au projet. La consommation annuelle de gaz en 2025 est inchangée par rapport à la situation initiale et est de 39 000 MWh PCI. Seul le tonnage est disponible pour la biomasse. En repartant du cas de la chaufferie Arsenal à Vénissieux (25728 MWh PCI pour 9356 tonnes/an), on suppose que la consommation annuelle sera de 94107 MWh PCI contre 51264 auparavant (étant donné que la puissance était 46% moindre) ;

Chaufferie	Chaudière	Situation actuelle		Projet futur		
		Puissance utile (MW)	Combustible	Puissance utile (MW)	Combustible	Priorisation
Chaufferie de la Duchère	Bois 1	7	Bois	13,2	Bois	1
	Bois 2	7	Bois	8,2	Bois	1
	Condenseur			4,3	Bois	1
	Gaz 1	13	Gaz/FOD	13	Gaz / biofioul	2
	Gaz 2	13	Gaz/FOD	13	Gaz / biofioul	2
	Gaz 3	13	Gaz	13	Gaz	2
	Total	53 MW (46,3 MW max possible)		64,7 MW (38,7 MW hors secours)		

Tableau 13 - Modification de la chaufferie urbaine la Duchère à Champagne-au-Mont-d'Or

- **Arrêt de COGESTAR à Balan.**

Pour la chaufferie Arsenal ainsi que celle de la Duchère, la méthode présentée en Annexe 2 sert de base pour convertir les valeurs limites d'émission des chaudières biomasse en facteur d'émission exprimé en g/GJ pour les NOx et poussières (voir tableau ci-dessous). Cette donnée est combinée à la consommation annuelle de l'installation pour obtenir les émissions par polluant.

Pour les chaudières utilisant du gaz naturel, les facteurs d'émission sont repris des données de l'étude menée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes à la chaufferie de Surville. Faute de données supplémentaires, le passage du gaz/FOD au gaz/biofioul n'est pour l'instant pas évaluable et les émissions restent inchangées après évaluation.

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

Ce bouquet d'action correspond à l'action I2.3.

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 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 14 - Calcul des gains d'émission par polluant pour les actions I2.3

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

Ce bouquet d'action correspond à l'action I3.2.

Pour la zone lyonnaise, l'action met en place des restrictions d'émission. Faute de pouvoir estimer les émissions initiales à Lyon, il est supposé qu'elles respectent les mêmes limites de départ qu'à Grenoble (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 seuls 50% des exploitants respecteront la limite soit un abattement de 15%.

L'évaluation consiste à appliquer un coefficient d'évolution aux émissions tendanciellles 2027 des établissements ciblés :

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

- Bonnes pratiques des chantiers

Ce bouquet correspond à l'action I3.3.

La mise en place d'une charte de bonnes pratiques sur les chantiers fait partie des mesures préconisées par le PPA3 de Lyon et 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 15% des chantiers l'adopteront. Il est possible que cette part représente les chantiers les plus émetteurs. Toutefois, on suppose ici que ces chantiers représentent 30% des émissions totales pour chaque zone ce qui donne un coefficient d'évolution de 0,9625.

Le calcul est ensuite réalisé comme suit :

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

3.3.6. Agriculture

- Utilisation de fertilisants artificiels

Ce bouquet correspond à l'action A1.2 sur le volet bio.

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 tendanciel donne une part de surface d'agriculture biologique constante par rapport à 2018 (9%). Cette part passe à 15% sur la zone Lyon.

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 A1.2 sur le volet épandages.

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 15 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario tendanciel

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 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 16 - Calcul des taux d'ajustement pour le scénario PPA Lyon 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 17 - 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 hypothèse basse pour l'ensemble des systèmes au détriment de la tonne à lisier seule. Pour le scénario 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.

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

Tableau 18 - Coefficients d'évolution utilisés pour l'action A1.2 (volet épandages)

- *Pratiques d'élevage*

Ce bouquet correspond à l'action A1.2 pour le 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	0,4%	5%	10%	1%	9%
	Avicole	39%	40%	80%	4%	68%

Tableau 19 - 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 20 - 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 des PPA de Lyon et Grenoble 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 Lyon. 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
 - o 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%) :

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

$$coeff_0 = 1,1609$$

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

- o 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

o 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%) :

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

$$coeff_0 = 1,3824$$

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

o 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%) :

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

$$coef f_0 = 1,3824$$

$$coef f_{evol} = 0,6 * 0,68 * coef f_0 * (1 - 0,8) + 0,4 * 0,68 * coef f_0 * (1 - 0,5) + 1 - (0,6 * 0,68 + 0,4 * 0,68) = 0,6208$$

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

Tableau 21 - 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 l'action A2.1.

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).

3.4. Scénario retenu

Par suite de l'évaluation des actions, un scénario supplémentaire est finalement retenu pour modéliser les polluants atmosphériques (scénario 4). Il reprend pour l'essentiel les hypothèses du scénario intermédiaire (scénario 2 détaillé ci-dessus) avec quelques ajustements :

- l'hypothèse haute de 15% est retenue pour l'action I1.1 ;
- l'hypothèse basse est retenue pour l'action A1.2 volet épandages ;
- le taux d'application de la brumisation dans les bâtiments porcins est de 75% pour l'action A1.2 volet élevages ;
- l'hypothèse basse d'un abattement de 50% est retenue pour les actions A2.1 et RT2.1 ;
- l'hypothèse finale autour du parc d'appareils de chauffage au bois retient l'interdiction des foyers ouverts sur la Métropole de Lyon ainsi que le renouvellement de 10 000 appareils. Pour ce dernier point, le volume excède les intentions connues des EPCI à fin 2021.

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

3.5. 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.

À défaut de pouvoir identifier précisément les mailles à l'intersection de la zone PPA Lyon, les hypothèses de l'action M5.1 portant sur le transport fluvial sont appliquées à l'ensemble de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Cela diminuera donc les émissions importées potentielles sur la zone PPA et pourrait avoir des répercussions sur la modélisation des concentrations.

Pour le transport aérien, l'action M5.2 est modélisée uniquement sur les mailles correspondant à l'aéroport Lyon Saint-Exupéry (voir tableau ci-dessus).

Site industriel	Commune	Coordonnées x	Coordonnées y
Arsenal	Vénissieux	845652	6513738

Tableau 22 – Coordonnées décimales (Lambert 93) des nouveaux sites industriels à modéliser

Pour le secteur industriel enfin, un nouveau site a été ajouté pour le scénario PPA (cf. Tableau ci-dessus). Il est intégré au modèle de façon à pouvoir spatialiser précisément leurs émissions.

3.6. Evaluation prospective des gains en matière de qualité de l'air

Les principaux résultats sont présentés en matière :

- d'atteinte des objectifs de réduction des émissions fixés par le comité de pilotage du PPA,
- d'atteinte des objectifs en matière de concentrations en polluants et de populations exposés aux valeurs sanitaires et réglementaires.

Pour ne pas alourdir le document, toutes les cartographies et analyses propres au scénario tendanciel seul sont renvoyées en annexe.

3.6.1. Rappel du périmètre

Le périmètre retenu pour le PPA de Lyon inclut 9 EPCI :

- Métropole de Lyon ;
- CC de la Côtière à Montluel ;
- CC de Miribel et du Plateau ;
- CC Lyon Saint Exupéry en Dauphiné ;
- CC de l'Est lyonnais ;
- CA Vienne Condrieu ;
- CC du Pays de l'Ozon ;
- CC des Monts du lyonnais de la Vallée du Garon ;
- CC Entre Bièvre et Rhône.



Figure 64 : Périmètre d'étude du PPA3 de l'agglomération lyonnaise (Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

3.6.2. Bilan global de l'évolution des émissions

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 Lyon. 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, elles restent néanmoins insuffisantes au regard des objectifs à atteindre pour certains polluants.

PREPA : objectifs nationaux de réduction des émissions atmosphériques					
Polluants	Emissions 2005	Emission tendancielle 2027	Évolution 2005-2027 tendanciel	Objectif PPA 2027 fixé	Réduction en 2027
NH3	2660	2591	-3%	-11%	224
COVM	25094	13701	-45%	-46%	150
NOx	32405	11484	-65%	-61%	0
SOx	13824	4648	-66%	-68%	225
PM2,5	4111	2033	-51%	-50%	0
Plan d'action chauffage au bois : -50% d'émissions entre 2020 et 2030					
Polluants	Emissions 2018	Projection émissions 2020	Emissions tendancielle 2027	Projection émissions 2030	Réduction en 2027
PM2,5	1470	1387	1097	973	195
PM10	1501	1417	1121	994	200

Tableau 23 - Objectifs de réduction d'émissions (en tonnes) sur la zone PPA Lyon

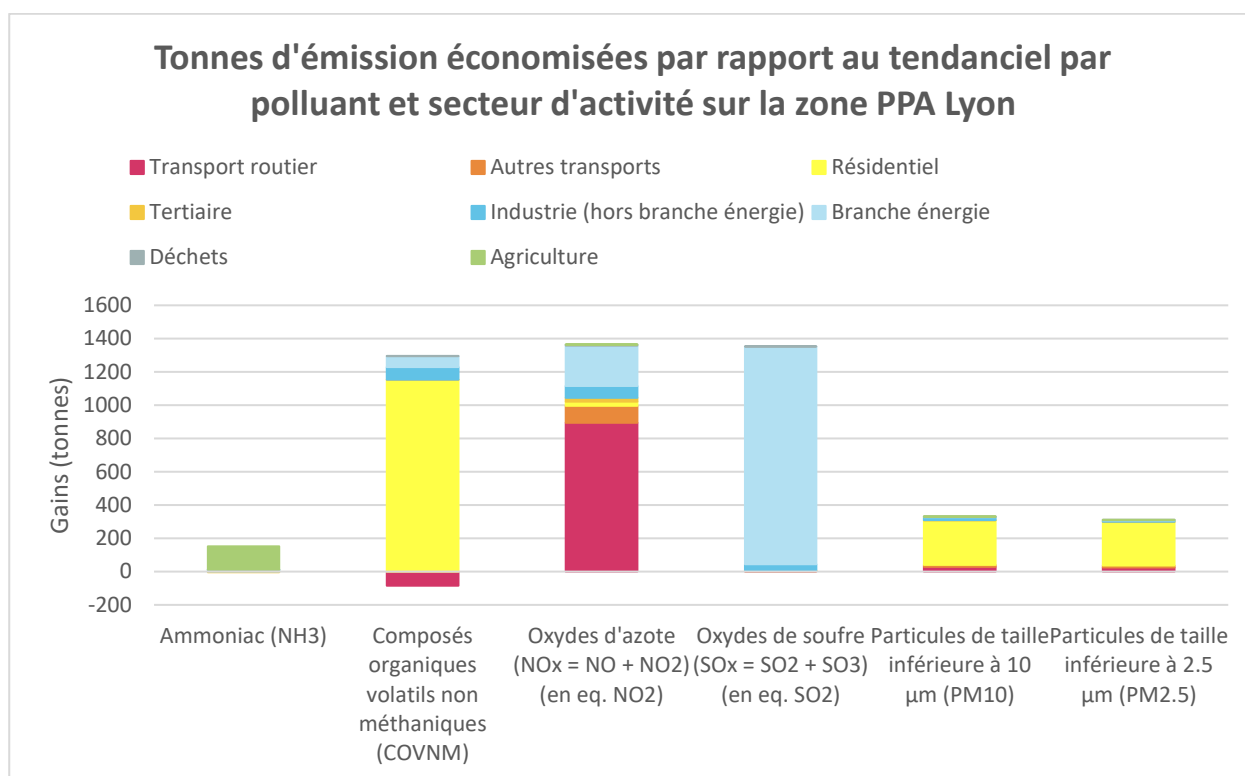


Figure 65 – Réductions d'émission par rapport au tendanciel par polluant et secteur d'activité sur la zone PPA Lyon

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.

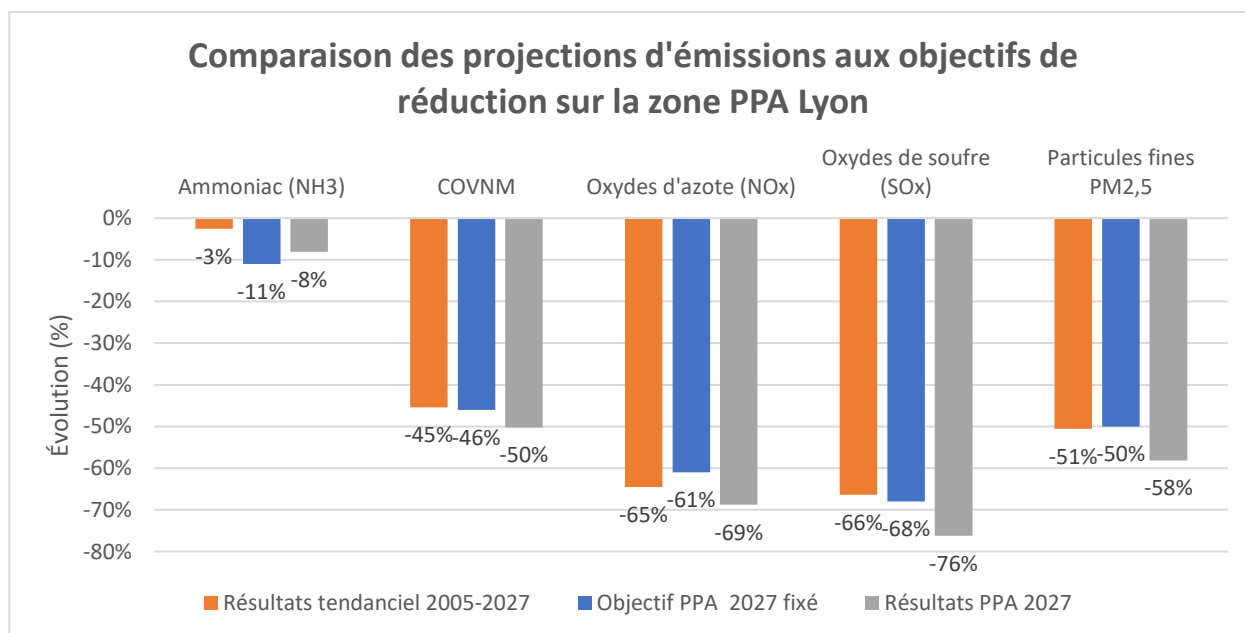


Figure 66 - Comparaison des projections d'émissions aux objectifs de réduction sur la zone PPA Lyon

Les 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, voire d'être en avance.

Un écart à l'objectif est toutefois visible sur l'ammoniac et s'explique par la difficulté des actions à engendrer des gains significatifs malgré des niveaux d'ambition déjà importants. Cet écart est également une réalité à l'échelle nationale et au niveau de plusieurs autres pays européens, traduisant la difficulté à mobiliser les leviers d'actions concernant ces émissions ou/et le manque de moyens mobilisés pour accompagner la profession agricole dans l'évolution de ses pratiques. À cet égard, la révision attendue du plan d'actions du PREPA est susceptible d'apporter des réponses à ces difficultés.

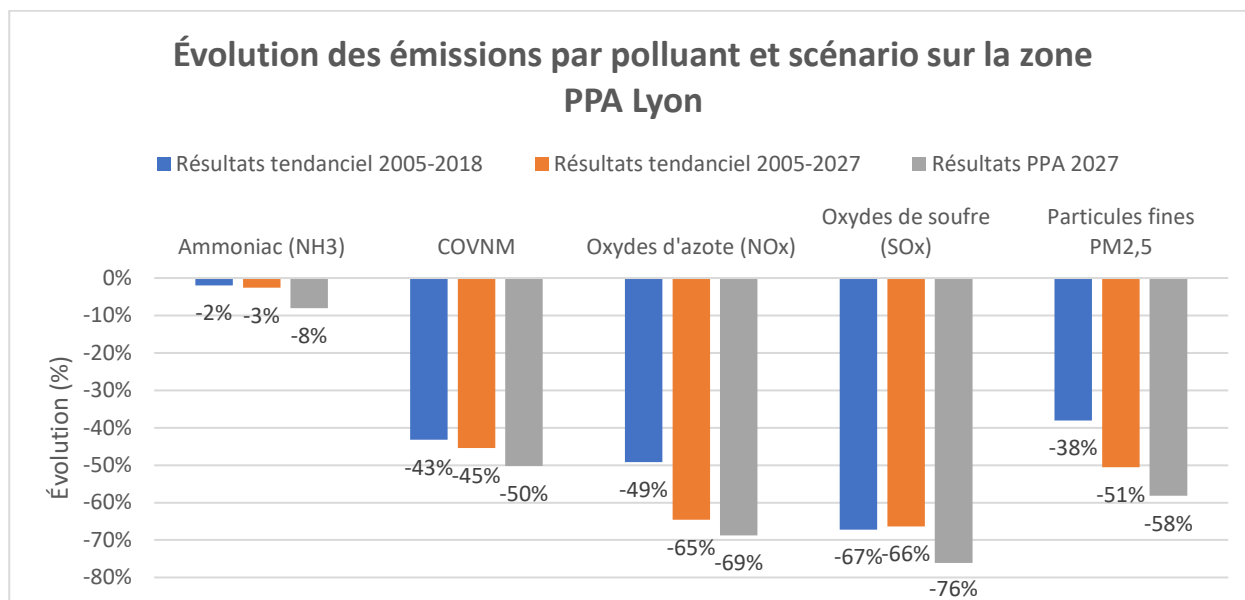


Figure 67 - Évolution des émissions par polluant et scénario sur la zone PPA Lyon

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.

Pour l'ammoniac par exemple, près de 90% des tonnes économisées proviennent du scénario PPA.

Cette part descend jusqu'à 20% dans le cas des oxydes d'azote où le scénario tendanciel prévoit déjà des efforts importants – bien qu'insuffisants à eux seuls.

Zone PPA Lyon – Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action						
Identifiant de l'action	NOx	SOx	PM10	PM2,5	NH3	COVNM
RT1.1 et 1.2	0%	0%	59%	62%	5%	45%
I1.1	22%	99%	2%	2%	2%	12%
M1 M2 M3	63%	0%	8%	7%	-3%	-7%
A1.2 (volet bio)	0%	0%	0%	0%	56%	0%
RT4.1	0%	0%	0%	0%	0%	38%
RT1.3	0%	0%	10%	11%	1%	7%
RT3.1	3%	0%	7%	7%	1%	5%
A1.2 (volet élevages)	0%	0%	0%	0%	22%	0%
A1.2 (volet épandages)	0%	0%	0%	0%	17%	0%
M5.2	7%	0%	3%	3%	0%	0%
RT2.1	0%	0%	4%	4%	0%	1%
M5.1	2%	0%	1%	1%	0%	0%
M4.1	1%	0%	1%	1%	0%	0%
I3.3	0%	0%	2%	1%	0%	0%
I3.2	0%	0%	2%	0%	0%	0%
A2.1	0%	0%	1%	1%	0%	0%
M1, hors Métropole de Lyon	1%	0%	0%	0%	0%	0%
I2.2	0%	0%	0%	0%	0%	0%
I2.3	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Tableau 24 - Part du gain d'émission total par polluant pour chaque action

Les actions ne contribuent pas toutes de la même façon aux tonnes économisées sur les différents polluants. Par exemple, 62% 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.

3.6.3. Résultats pour les oxydes d'azote (NO_x)

Evolution des émissions de NO_x selon le scénario PPA Actions 2027

Scénario	Emissions (tonnes)
Tendanciel 2027	11484
Evolution PPA3 2027	10118
Réduction d'émission	-1366
Objectif 2027	Atteint

Tableau 25 - Comparaison des émissions de NO_x entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon

Les émissions de NO_x à horizon 2027 diminuent sur le territoire grâce aux actions du PPA3. Les 1366 tonnes économisées permettent de s'approcher de l'objectif 2030 du PREPA (qui est de -1438 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

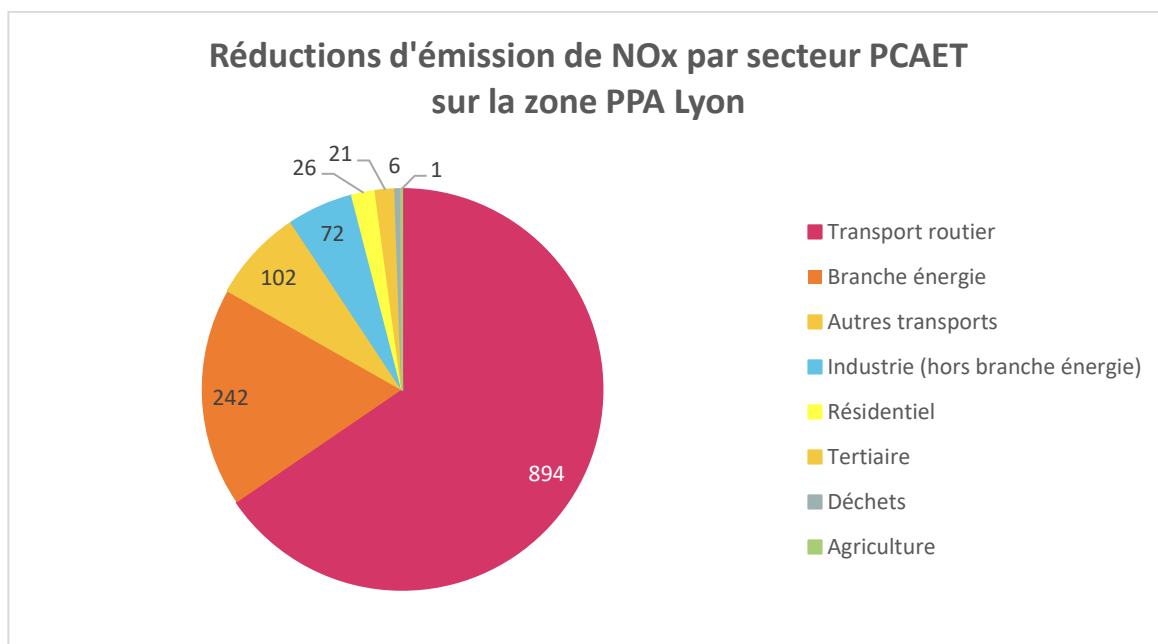


Figure 68 – Réductions d'émission de NOx par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

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 (18%), ainsi que les actions sur les autres modes de transport (7%).

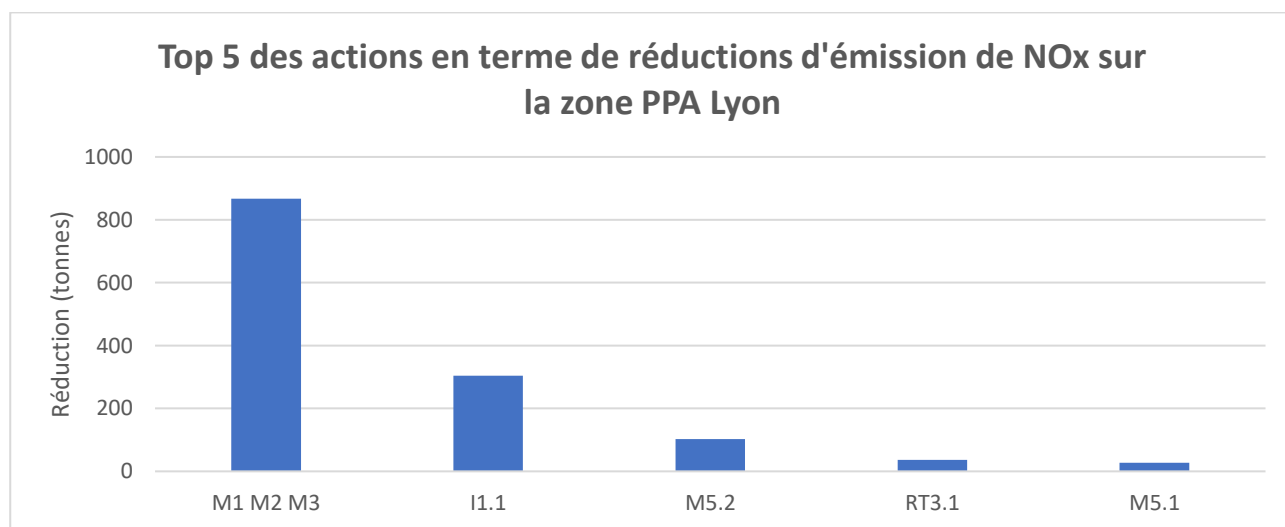


Figure 69 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NOx sur la zone PPA Lyon

Identifiants d'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
M1 M2 M3	Actions de mobilité sur la Métropole de Lyon (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-867	63%
I1.1	Installations IED	-305	22%
M5.2	Emissions transport fluvial	-102	7%
RT3.1	Rénovation thermique	-36	3%
M5.1	Emissions aéroports	-28	2%
M4.1	Limitation des vitesses	-15	1%
M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors Métropole de Lyon	-12	1%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-7	0%
I2.2	Renforcement des VLE	-5	0%
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-3	0%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	-1	0%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	-1	0%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
I3.2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
RT4.1	Sensibilisation solvants	0	0%

Tableau 26 – Réductions d'émission de NOx par action sur la zone PPA Lyon

Les tonnes économisées sur le transport routier sont en quasi-totalité dues au renforcement de la ZFE et de la prise en compte des autres projets intégrés au SCoT/PDU sur la Métropole de Lyon (97% du gain total du secteur). Le report modal hors Métropole de Lyon et la limitation des vitesses représentent la part manquante des réductions du secteur. D'autres actions contribuent de façon plus marginale à l'évolution des émissions, notamment la baisse issue des installations IED.

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

NO2	Mesures 2017	2027 Tendanciel	2027 Actions
Lyon Périphérique	71	35	26
Lyon trafic Jaurès	42	23	14
A7 Sud lyonnais	61	35	17
Lyon Centre	28	16	11
A7 Nord-Isère	45	23	22

Tableau 27 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 8 à 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de NO_2 estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération lyonnaise, et de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de NO_2 estimée sur la station de fond de Lyon centre.

Sur la station de proximité trafic située sur la CC Entre Bièvre et Rhône (A7 Nord-Isère), les actions mises en place n'ont qu'un faible impact et ne permettent de réduire que de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la concentration moyenne annuelle de NO_2 estimée par rapport au scénario tendanciel.

Concentrations moyennes annuelles de NO_2 selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

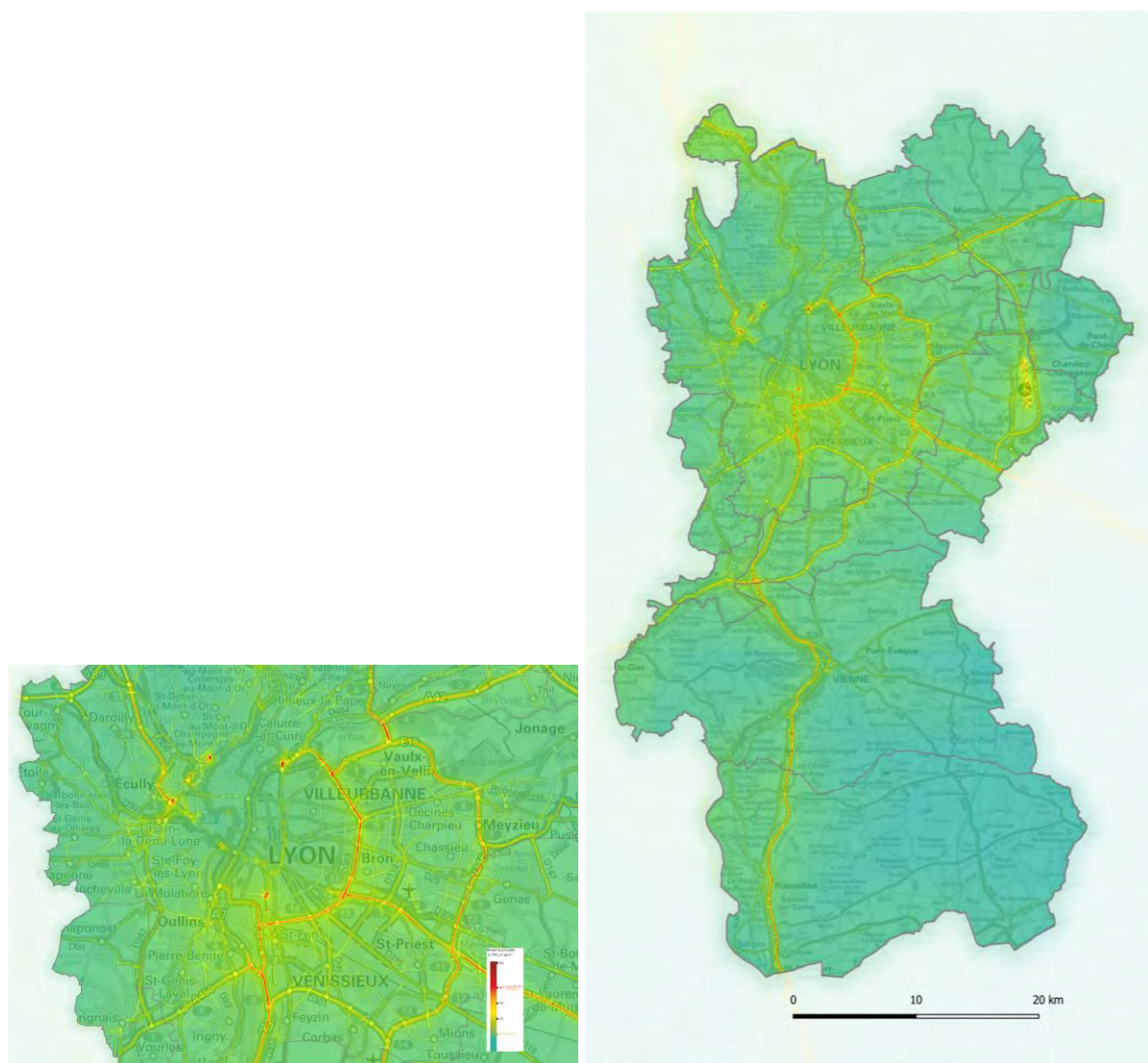


Figure 70 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en NO_2 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

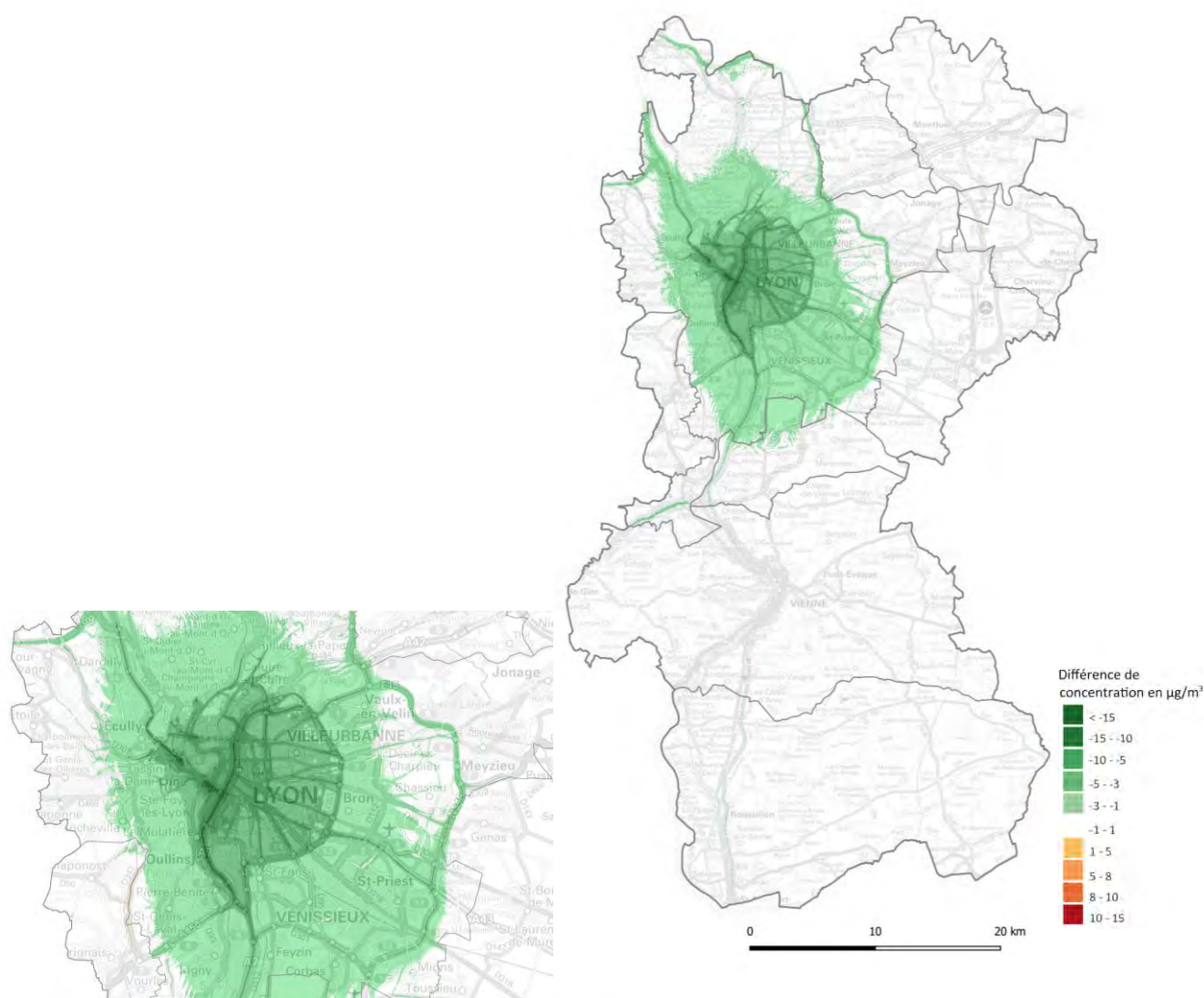


Figure 71 : Différences de concentration moyennes annuelles en NO_2 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

Ces cartes montrent des niveaux de concentrations de NO_2 qui passent assez significativement en-deçà du seuil réglementaire fixé à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Les niveaux sont en particulier en baisse très sensible (-3 à $-6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit -20 à -30%) dans le cœur de l'agglomération lyonnaise, traduisant l'impact majeur sur les émissions de NO_x du renforcement à venir de la ZFEm de la Métropole de Lyon. De surcroît, l'effet favorable du plan d'action se voit également nettement sur une assez vaste couronne autour de l'hypercentre, notamment dans le sud et le sud-est lyonnais, traduisant le fait que le rajeunissement des parcs de véhicules circulant dans le cœur de l'agglomération profitera également aux périphéries. On constate aussi des améliorations importantes sur les principales autoroutes de ces secteurs (A42, A43, A46 et rocade est notamment)

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

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027

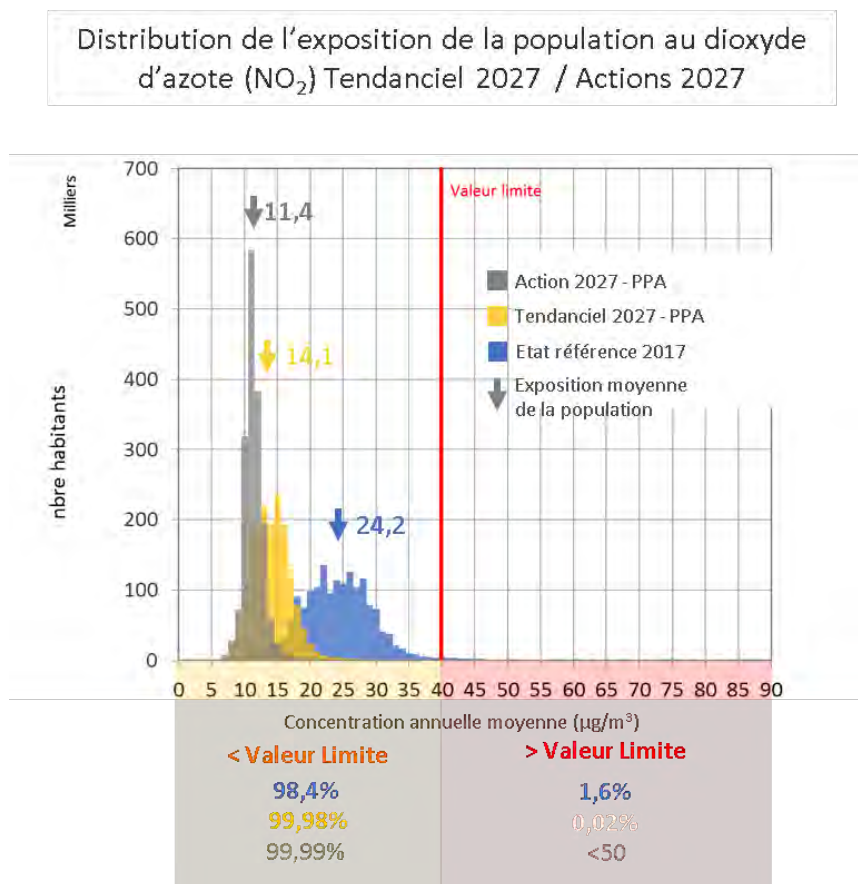


Figure 72 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

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 (en particulier celle due au renouvellement des parcs de véhicules) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de 10 µg/m³ en 2027.

Les actions du PPA permettront en sus, un gain de 2,7 µg/m³ pour atteindre une concentration moyenne d'exposition à peine supérieure à 11 µg/m³. Cette exposition moyenne 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.

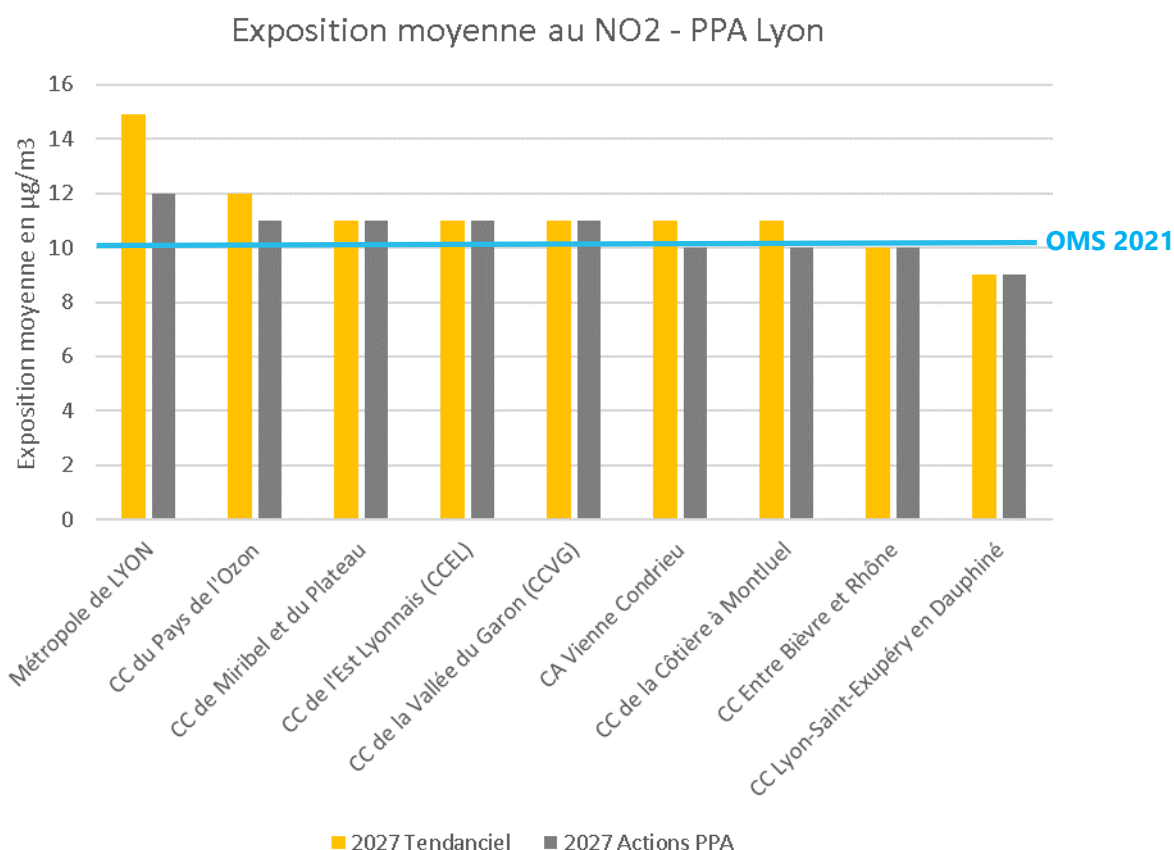


Figure 73 : Evolution de l'exposition moyenne au NO₂ sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que les actions du PPA3 permettront d'abaisser assez fortement l'exposition moyenne des habitants de chaque EPCI notamment dans la Métropole de Lyon (près de 3 µg/m³ en moins), mais également dans les EPCI les plus proches (environ 1 µg/m³ en moins). 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. L'histogramme permet également de comparer ces niveaux moyens d'exposition avec le nouveau seuil d'exposition recommandé par l'OMS2021 et montre que 4 EPCI du territoire verraient leur niveau d'exposition moyen aux NO₂ passer en dessous de ce seuil.

En abaissant sa valeur recommandée à 10 µg/m³ fin septembre 2021, l'OMS a également introduit, des seuils intermédiaires à 20, 30 et 40 µg/m³.

Le tableau ci-après illustre la répartition de la population selon ces quatre seuils :

		Seuil intermédiaire OMS 2021			Niveau recommandé OMS 2021	Valeur limite = OMS 2005
		1	2	3		
		>40	>30	>20	>10	>40
Tendanciel 2027	NO ₂ Moy. Annuelle en µg/m ³	0,02%	0,10%	3,7%	95,0%	0,02%
		350 hab	2 500 hab	62 800 hab	1 629 600 hab	350 hab
Actions 2027		<0,01%	0,02%	0,5%	94%	<0,01%
		<50 hab	390 hab	7 800 hab	1 600 800 hab	<50 hab

Alors que le scénario tendanciel permettrait de réduire à 350 le nombre d'habitants qui resteraient exposés au-dessus de la valeur limite en 2027, la mise en place des actions du PPA réduirait encore ce nombre à moins de 50 personnes exposées au-dessus de cette valeur. Ils se situeraient en proximité trafic. Il a noter que la majeure partie de la population se situe entre les seuils intermédiaires de 10 et 20 traduisant le fait que cette exposition se rapproche de la nouvelle valeur OMS en 2027. Celle-ci ne serait cependant respectée en 2027 avec les actions PPA que pour 6 % de la population du territoire.

3.6.4. Les particules PM_{2,5}

Evolution des émissions à l'horizon 2027

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM _{2,5}
Tendanciel 2027	2033
PPA3 2027	1721
Réduction d'émission	-312
Objectif 2027	Atteint

Tableau 28 - Comparaison des émissions de particules entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM _{2,5}
Réduction d'émission 2020-2027	-250
Objectif 2027	-195

Tableau 29 - Comparaison des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre les scénarios tendanciel et PPA sur la zone PPA Lyon

Les émissions de PM_{2,5} diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3.

Si le tendanciel permet déjà d'atteindre l'objectif fixé pour les PM_{2,5} en 2027, les 312 tonnes économisées permettent d'atteindre l'objectif 2030 du PREPA (-176 tonnes par rapport au tendanciel 2027) dès 2027.

L'évolution est aussi en phase pour atteindre la réduction de moitié des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre 2020 et 2030 (-195 tonnes).

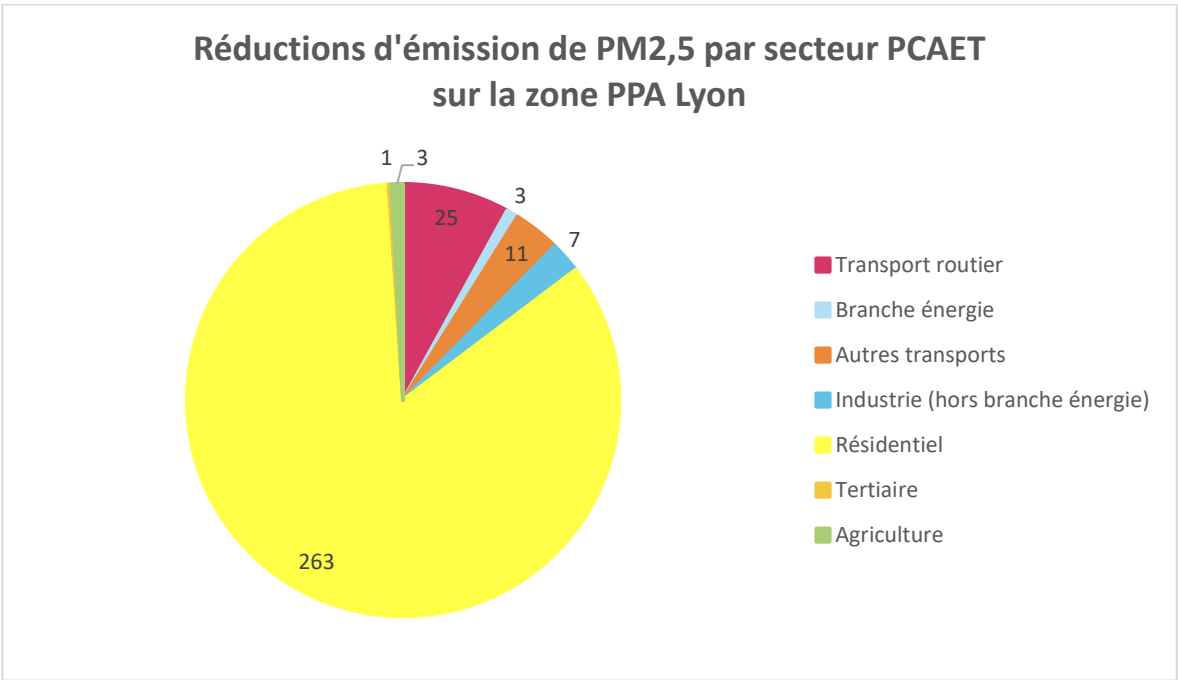


Figure 74 – Réductions d'émission de PM2,5 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

Le secteur résidentiel contribue en majorité à cette baisse (près de 85% du total des gains) suivi par le transport routier (8%).

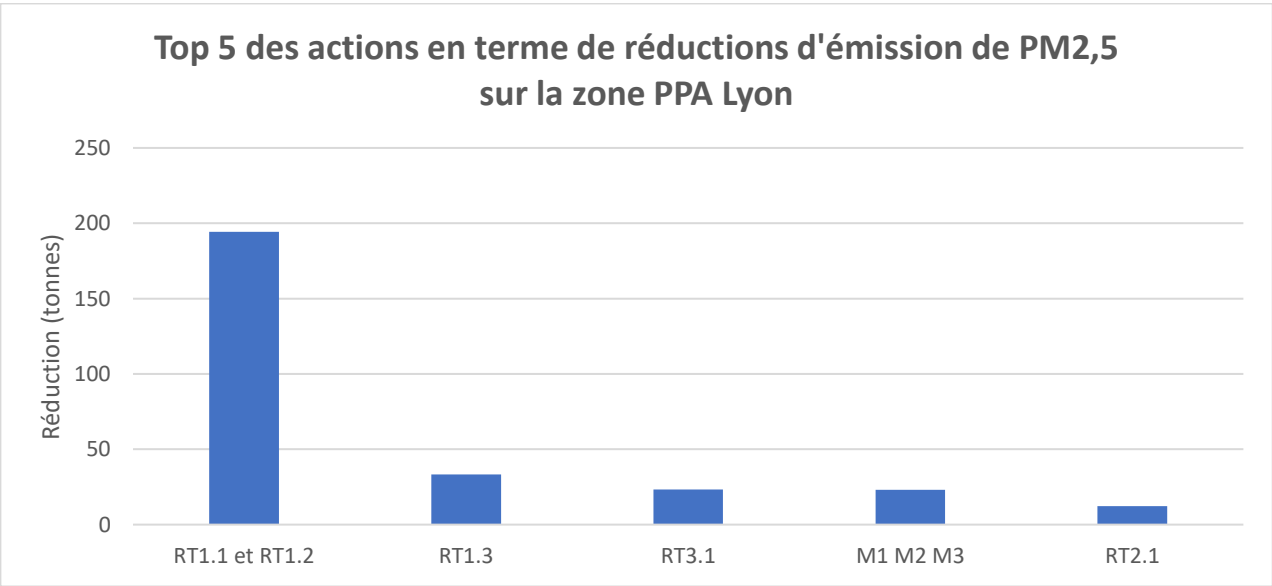


Figure 75 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM2,5 sur la zone PPA Lyon

Identifiants d'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-194	62%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-33	11%
RT3.1	Rénovation thermique	-23	7%
M1 M2 M3	Actions de mobilité sur la Métropole de Lyon (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	-23	7%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	-12	4%
M5.2	Emissions transport fluvial	-11	3%
I1.1	Installations IED	-7	2%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	-3	1%
M5.1	Emissions aéroports	-2	1%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	-2	1%
M4.1	Limitation des vitesses	-2	1%
I3.2	Limitation des émissions des carrières	-1	0%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors Métropole de Lyon	0	0%
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
RT4.1	Sensibilisation solvants	0	0%
A1.2 (volet élevages)	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
I2.2	Renforcement des VLE	0	0%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%

Tableau 30 – Réductions d'émission de PM_{2,5} sur la zone PPA Lyon

Les tonnes économisées proviennent pour plus de la moitié des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois (près de 75% des gains du secteur résidentiel soit plus de 60% du total). L'augmentation de la part de bois labellisé arrive en deuxième position avec environ 10% du gain total.

Evolution des concentrations mesurées de PM_{2.5} selon le scénario PPA Actions 2027

PM2.5	Mesures 2017	2027 Tendanciel	2027 Actions
A7 SUD LYONNAIS	15	16	13
Lyon Périphérique		15	14
LYON TRAFIC JAURES		14	12
Lyon Centre	15	14	12
A7 Nord-Isère	13	11	11

> valeur limite (25 µg/m³)
 > valeur OMS 2021 seuil 3
 > Valeur OMS 2005/2021
 µg/m³)
 > valeur OMS 2021 (5µg/m³)

Tableau 31 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{2.5} mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 1 à 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de PM_{2.5} estimées aux stations de proximité trafic de l'agglomération lyonnaise, et de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de PM_{2.5} estimée sur la station de fond de Lyon centre.

Sur la station de proximité trafic située sur la CC Entre Bièvre et Rhône (A7 Nord-Isère), les actions mises en place n'ont qu'un faible impact et ne permettent pas de réduire la concentration moyenne annuelle de PM_{2.5} estimée.

Concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} selon le scénario Actions PPA 2027 estimées sur le territoire du PPA

Si, à l'inverse du NO₂, il n'existe plus de problématiques de dépassement des valeurs limites réglementaires sur les poussières depuis plusieurs années sur l'agglomération lyonnaise, les PM_{2.5} demeurent un polluant particulièrement préoccupant en matière d'impacts sanitaires. Aussi, la valeur recommandée par l'OMS2005 de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour ces poussières fines constitue une cible à atteindre à terme sur le territoire. Les cartes ci-dessous illustrent les concentrations modélisées à l'horizon 2027 selon le scénario Actions PPA en PM_{2.5}, de la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027 ainsi que le rapport entre ces 2 mêmes scénarios.

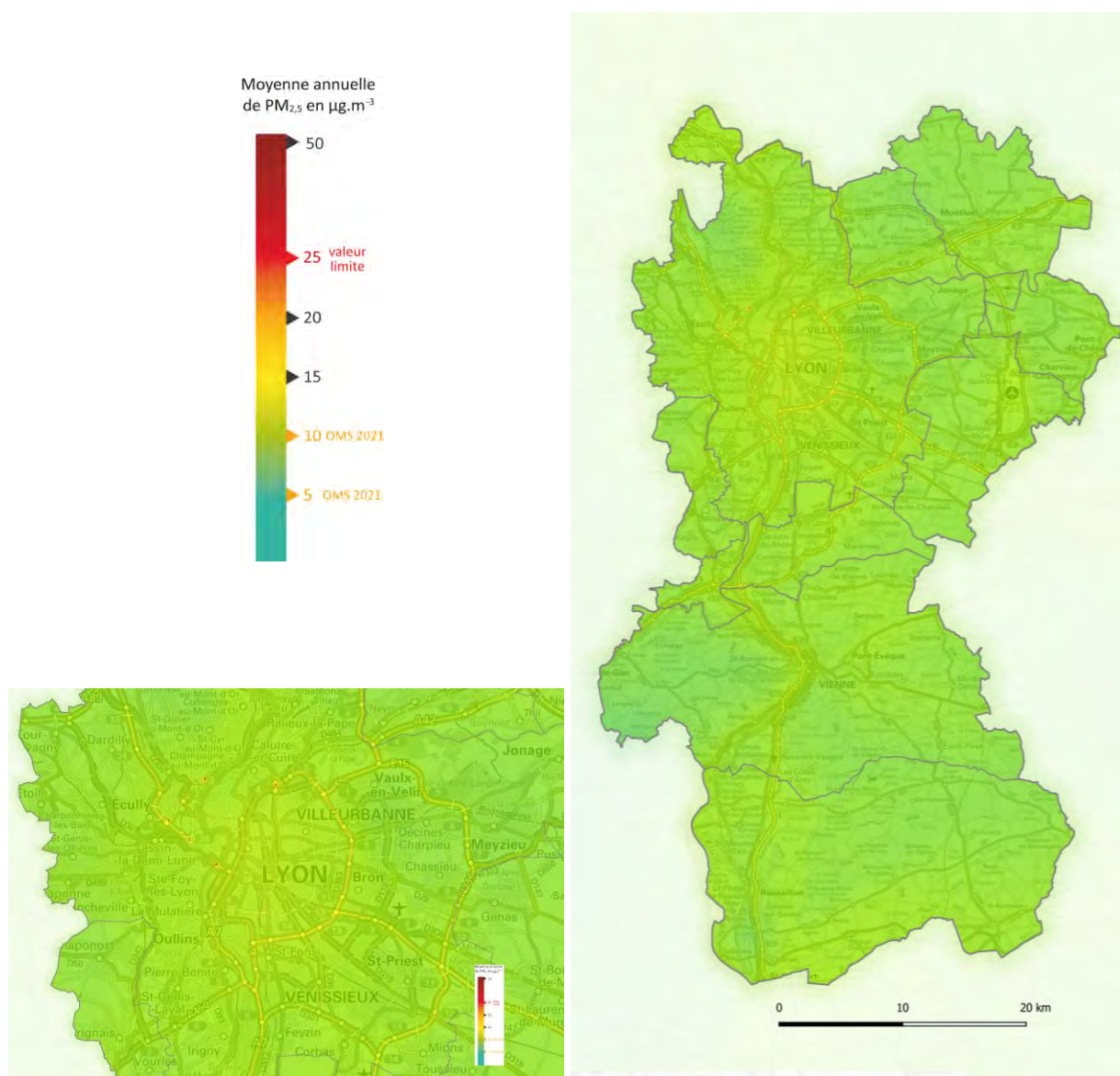


Figure 76 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM_{2.5} attendues selon le scénario Actions PPA 2027

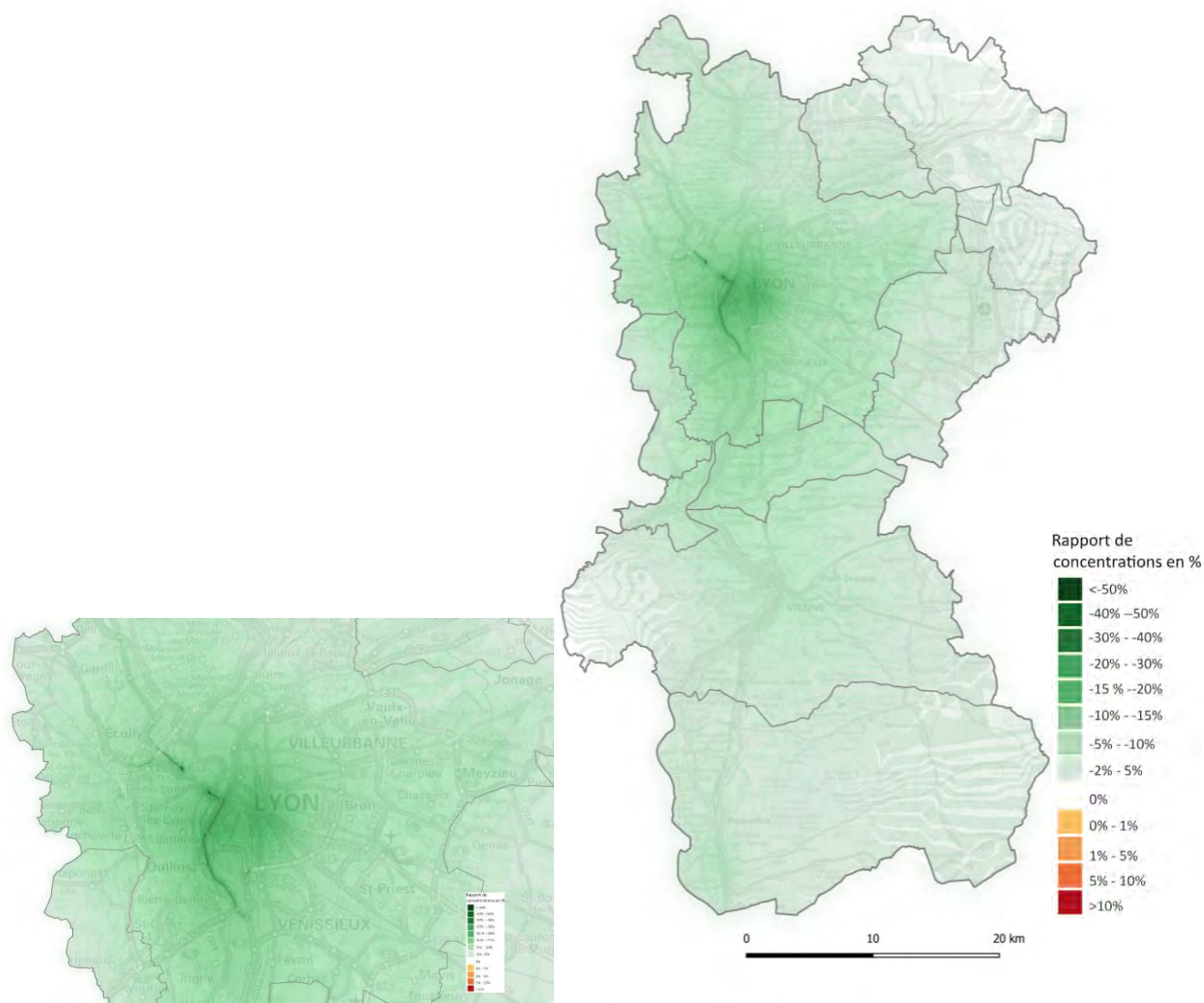


Figure 77 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM2.5 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

Ces cartes montrent des niveaux de concentrations moyennes annuelles en particules PM2.5 relativement homogènes sur le territoire variant entre 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les secteurs les plus urbains et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou un peu moins en zone plus rurale. La valeur limite réglementaire française (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est respectée partout, mis à part en des points très spécifiques (entrées, sorties et bouches d'aérations des tunnels où il existe une forte incertitude quant à la précision des résultats de la modélisation).

La carte comparative du scénario tendanciel et du scénario PPA montre que l'impact des mesures prises est surtout visible sur le centre, l'ouest, l'est et le sud de la Métropole de Lyon en lien avec les mesures prises concernant le chauffage au bois. Le pays de l'Ozon et le nord viennois sont également dans la zone identifiée comme susceptible de connaître un effet favorable. Ailleurs, les réductions sont inférieures à 5% (1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027

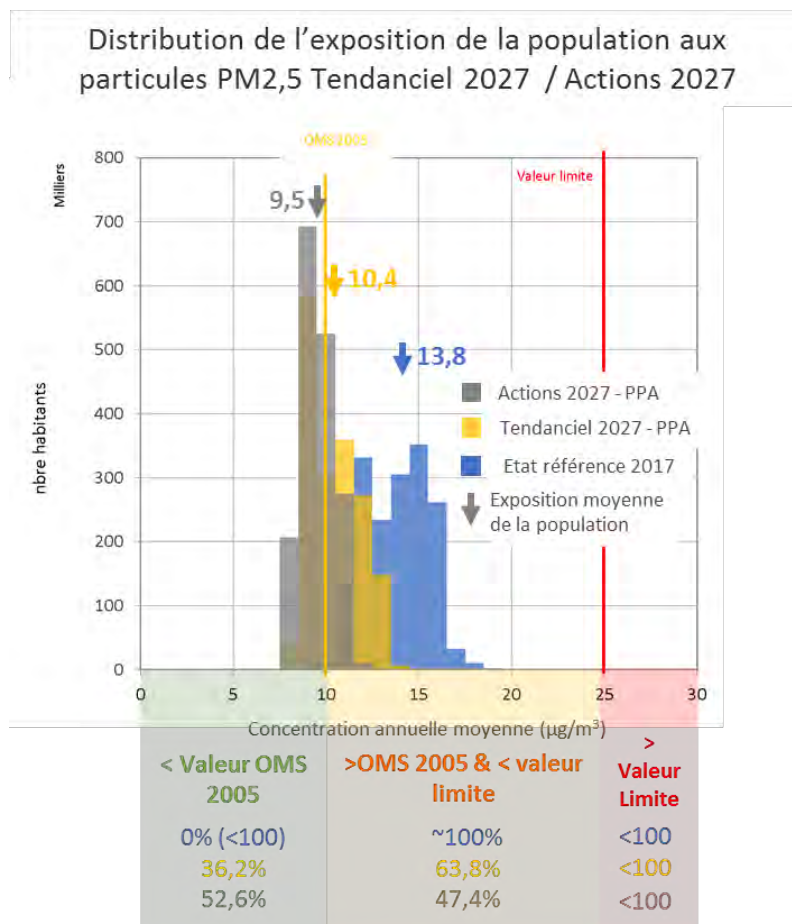


Figure 78 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM_{2.5} selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

L'histogramme ci-dessus présente la distribution de l'exposition des populations par classe de concentration moyenne annuelle de particules PM_{2.5}. Il met en évidence que la diminution tendancielle des émissions de particules PM_{2.5} (en particulier celle due au fond air-bois qui se prolonge encore) induit une baisse de l'exposition moyenne des habitants du PPA de 3,5 µg/m³ en 2027.

Les actions du PPA permettront en sus, un gain de 1 µg/m³ pour atteindre une concentration moyenne d'exposition en dessous de la valeur guide de l'OMS fixée en 2005 à 10 µg/m³.

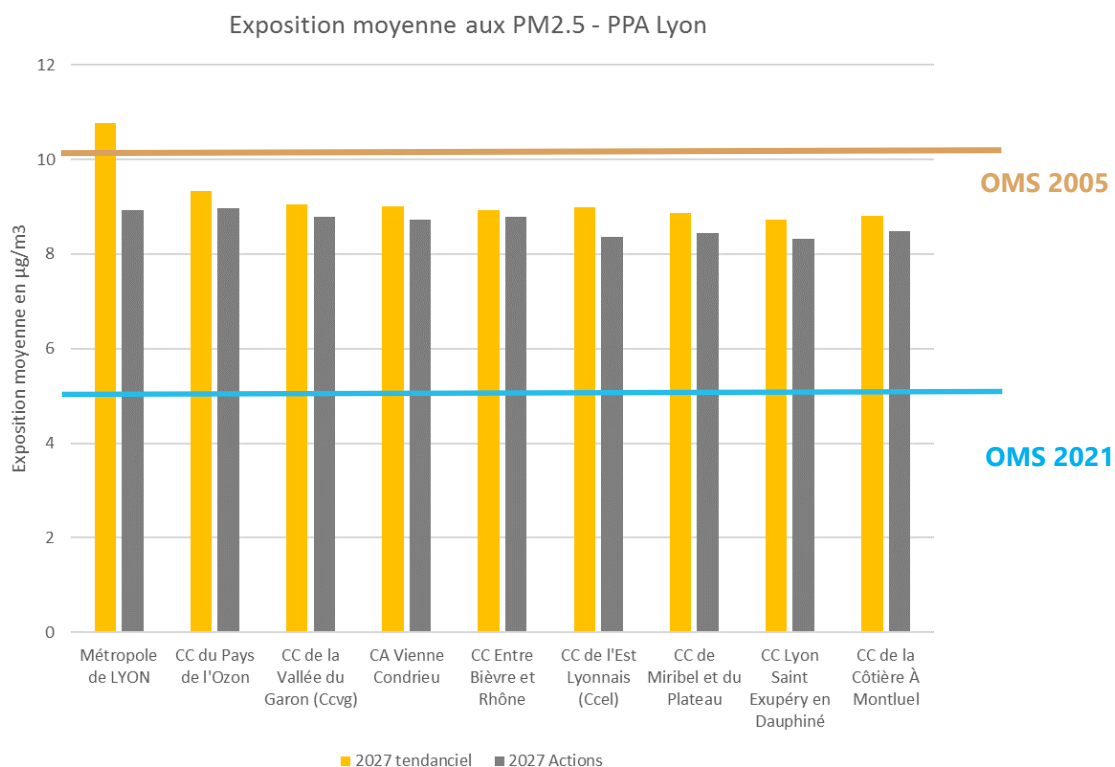


Figure 79 : Evolution de l'exposition moyenne au PM2.5 sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que les actions du PPA3 permettront d'abaisser assez fortement l'exposition moyenne des habitants de chaque EPCI notamment dans la Métropole de Lyon (près de 2 µg/m³ en moins), mais également d'environ 1 µg/m³ en moins sur les autres territoires.

A noter que l'exposition moyenne de tous les EPCI selon le scénario Actions PPA 2027 est inférieure à la valeur guide de l'OMS fixée en 2005 à 10 µg/m³.

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 station de fond rural exposée 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		
Tendanciel 2027	PM2.5 Moy. Annuelle en µg/m³	>35	>25	>15	>10	>5	>25
		<0,01%	<0,01%	0,1%	63,8%	100%	<0,01%
		<10 hab	<100 hab	1 200 hab	1 091 500 hab	1 710 100 hab	<100 hab
		0%	<0,01%	0,01%	47,4%	100%	<0,01%
Actions 2027		-	<100 hab	180 hab	810 300 hab	1 710 100 hab	<100 hab

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 quasi-totalité de la population. La mise en œuvre des actions du PPA à l’horizon 2027 permettrait également de réduire de près de 300 000, le nombre d’habitants soumis à des niveaux supérieurs à l’ancien seuil OMS2005 devenu le 4^{ème} palier intermédiaire. 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.

3.6.5. Particules PM10

Evolution des émissions à l’horizon 2027

Emissions périmètre PCAET (tonnes)	
Scénario	PM10
Tendanciel 2027	2781
PPA3 2027	2449
Réduction d'émission	-332
Objectif 2027	NA

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

Emissions chauffage au bois domestique (tonnes)	
Scénario	PM10
Réduction d'émission 2020-2027	-256
Objectif 2027	-200

Tableau 33 - Comparaison des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre les scénarios tendanciel et PPA sur la zone PPA Lyon

Les émissions de PM10 diminuent sur le territoire à horizon 2027 grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). L’évolution est en phase pour atteindre la réduction de moitié des émissions de particules du chauffage au bois domestique entre 2020 et 2030 (-256 tonnes par rapport au tendanciel).

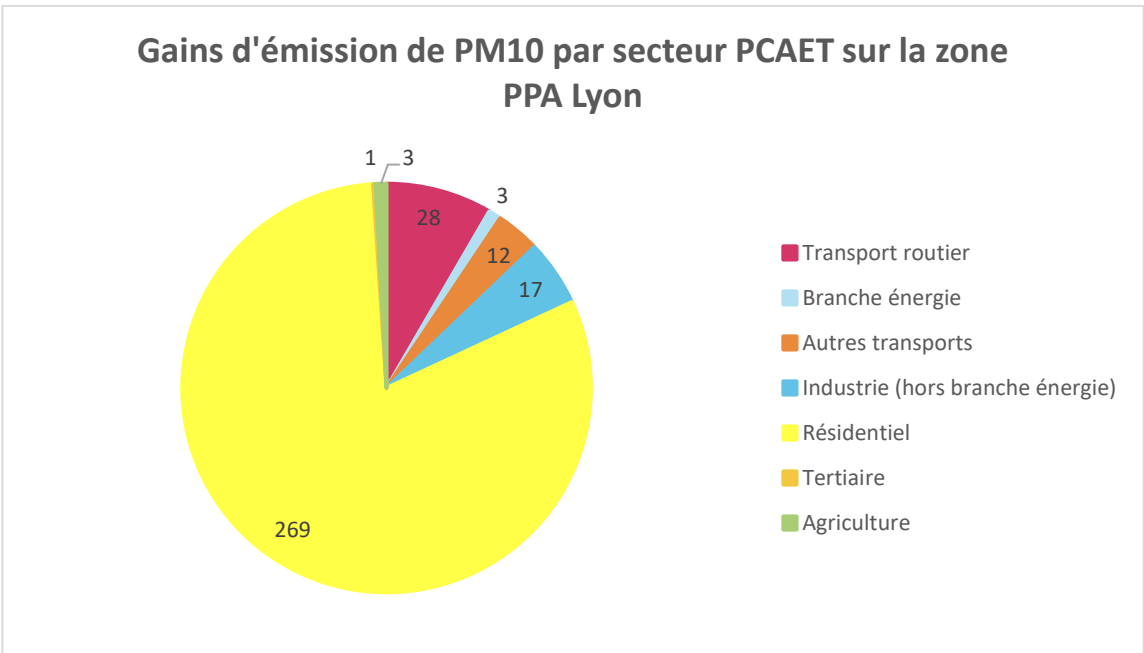


Figure 80 – Réductions d’émission de PM10 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

Comme pour les PM2.5, le secteur résidentiel contribue en majorité à cette baisse (près de 85% du total des gains) suivi par le transport routier (8%).

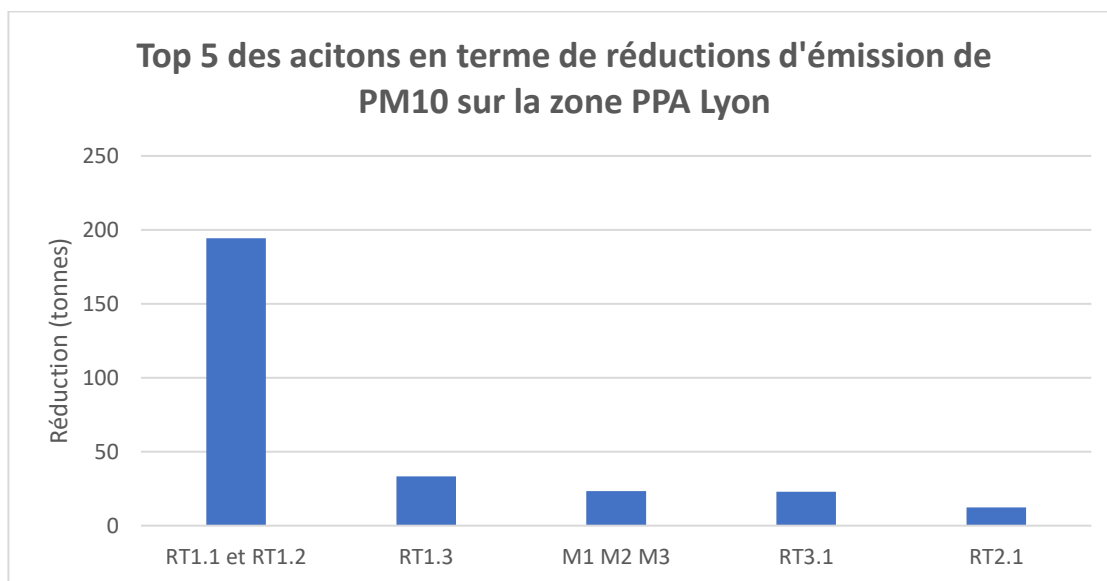


Figure 81 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Lyon

Identifiants d'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	199	59%
RT1.3	Bois bûche labellisé	34	10%
M1 M2 M3	ZFE	25	8%
RT3.1	Rénovation thermique	24	7%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	13	4%
M5.2	Emissions transport fluvial	12	3%
I1.1	Installations IED	8	2%
I3.2	Limiter les émissions des carrières	6	2%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	5	2%
M5.1	Emissions aéroports	3	1%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	3	1%
M4.1	Limitation des vitesses	2	1%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors ML	0	0%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
A1.2 (volet élevages)	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
RT4.1	Sensibilisation solvants	0	0%
I2.2	Renforcer les VLE	0	0%
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%

Tableau 34 – Réductions d'émission de PM10 sur la zone PPA Lyon

Les tonnes économisées proviennent pour plus de la moitié des actions autour du parc d'appareil de chauffage au bois (près de 75% des gains du secteur résidentiel soit plus de 60% du total). L'augmentation de la part de bois labellisé arrive en deuxième position avec environ 10% du gain total.

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

PM10	Mesures 2017	2027 Tendanciel	2027 Actions	
A7 SUD LYONNAIS	30	29	23	
LYON PERIPHERIQUE	26	26	25	> valeur limite (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) > valeur OMS 2021 seuil 3 (30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
LYON TRAFIC JAURES	24	22	19	> Valeur OMS 2005/2021 seuil 4 (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Lyon Centre	22	19	17	> valeur OMS 2021 (15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
A7 Nord-Isère	19	19	17	

Tableau 35 : Concentrations moyennes annuelles en PM10 mesurées ou estimées au niveau des stations fixes de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes situées dans l'agglomération lyonnaise en 2017, selon le scénario tendanciel 2027 et selon le scénario Actions PPA 2027

La mise en place des actions PPA permet de réduire de 1 à 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de PM10 estimées au stations de proximité trafic de l'agglomération lyonnaise, et de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ la moyenne annuelle de PM10 estimée sur la station de fond de Lyon centre comme sur la station de proximité trafic située sur la CC Entre Bièvre et Rhône (A7 Nord-Isère)..

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, de la différence calculée par rapport au scénario tendanciel 2027 ainsi que le rapport entre ces 2 mêmes scénarios.

Les tendances sont similaires à celles des particules PM2.5. Ces cartes montrent que les concentrations moyennes annuelles en PM10 s'inscrivent globalement entre 15 et 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le territoire avec des concentrations plus élevées en proximité immédiate des axes routiers importants.

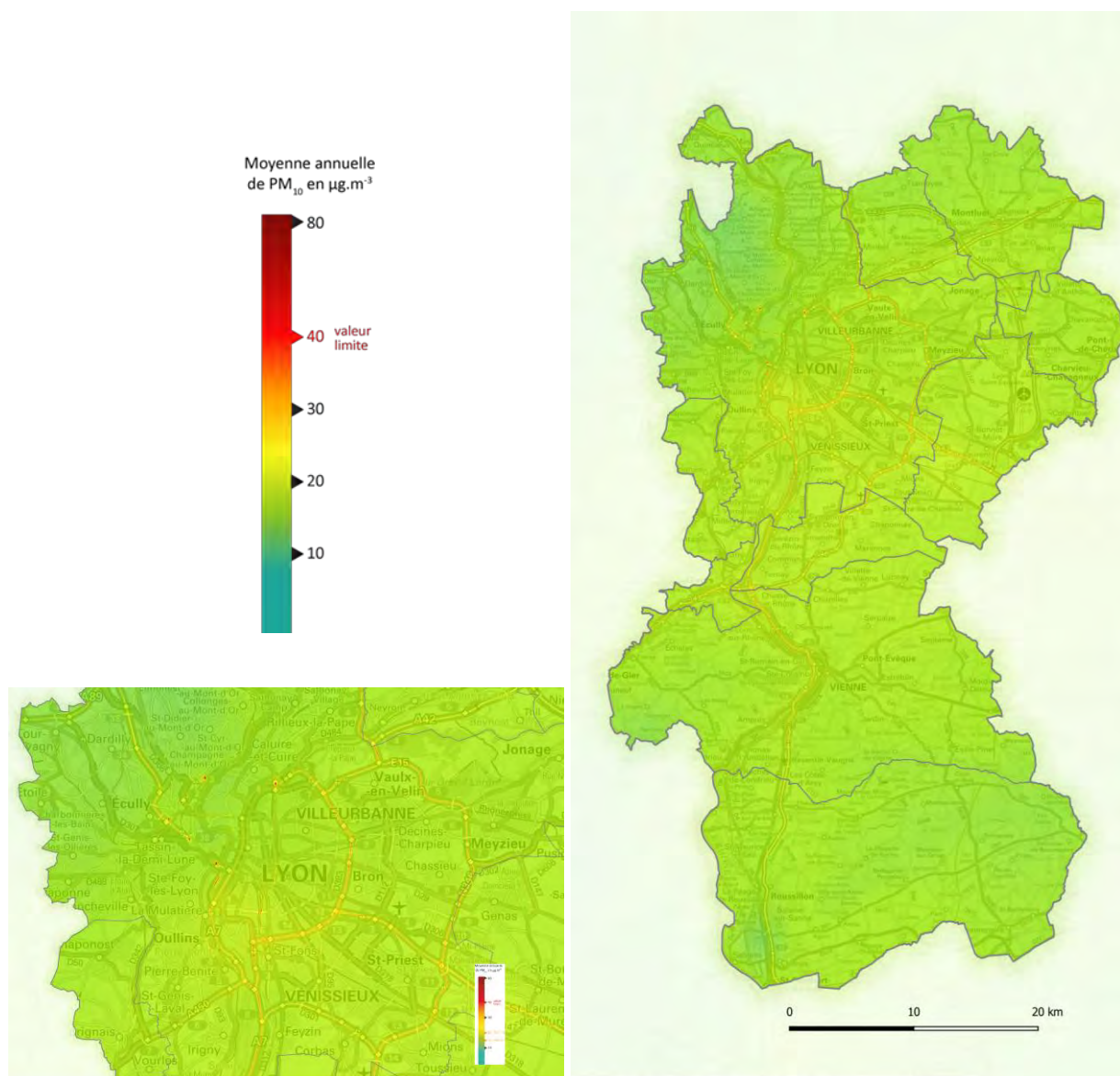


Figure 82 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en PM10 attendues selon le scénario Actions PPA 2027

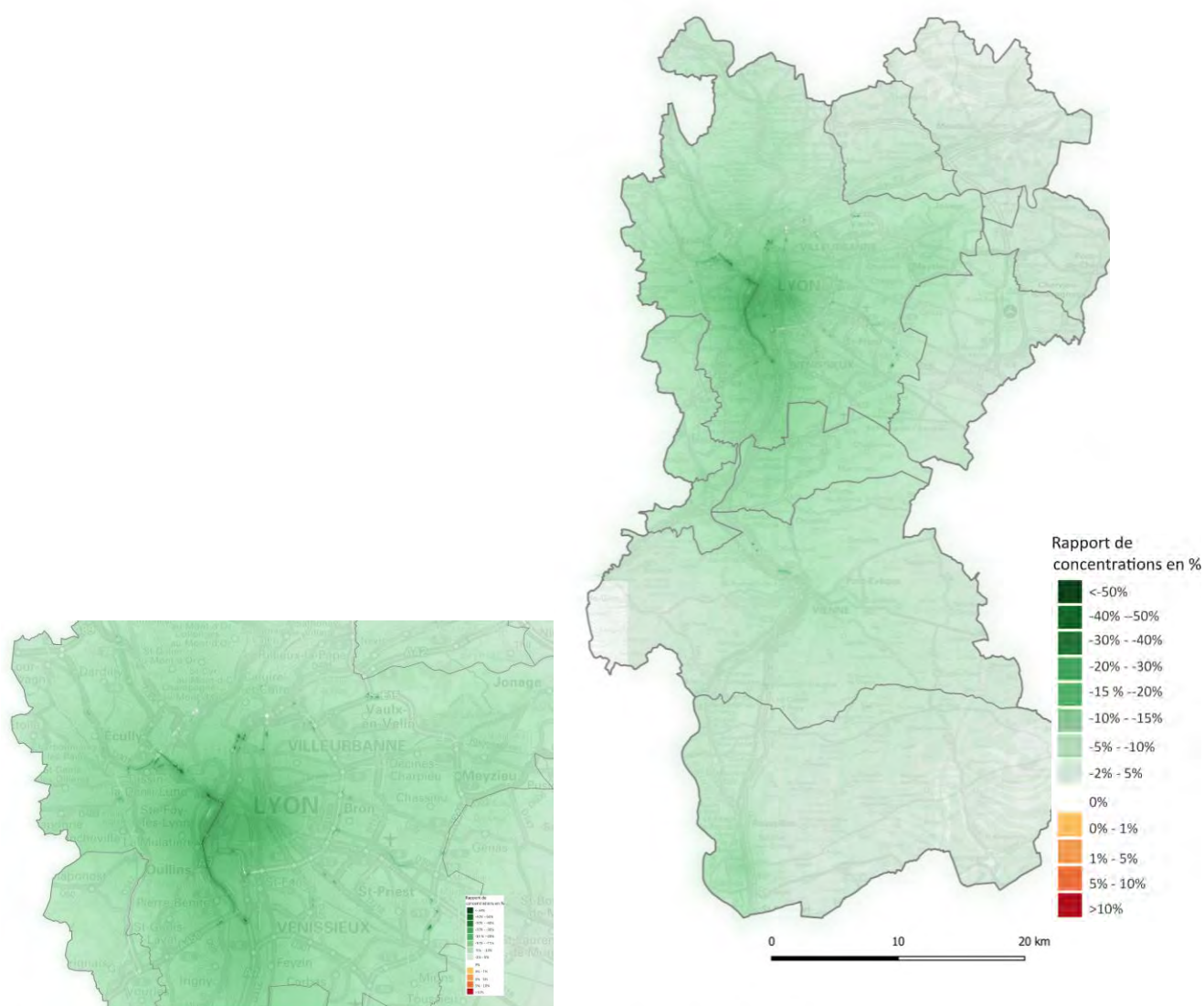


Figure 83 : Rapports de concentration moyennes annuelles en PM10 estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027

Les cartes comparatives (différence et rapport) du scénario tendanciel et du scénario PPA montre un impact favorable mais limité des mesures sur une frange urbanisée étendue du territoire, tandis que l'impact est plus important dans la partie sud de la ville de Lyon. Il est à noter également que l'impact est légèrement plus favorable sur la Vallée du Garon, le val d'Ozon, le nord de l'agglomération de viennoise, et très localement sur le secteur de Roussillon en lien avec la réduction prévue des émissions industrielles de cette zone. La valeur limite réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est respectée à peu près partout, mis à part en des points très spécifiques (entrées, sorties et bouches d'aérations des tunnels où les incertitudes sur les modèles sont plus importantes).

Evolution de l'exposition des populations entre le scénario tendanciel 2027 et Actions PPA 2027

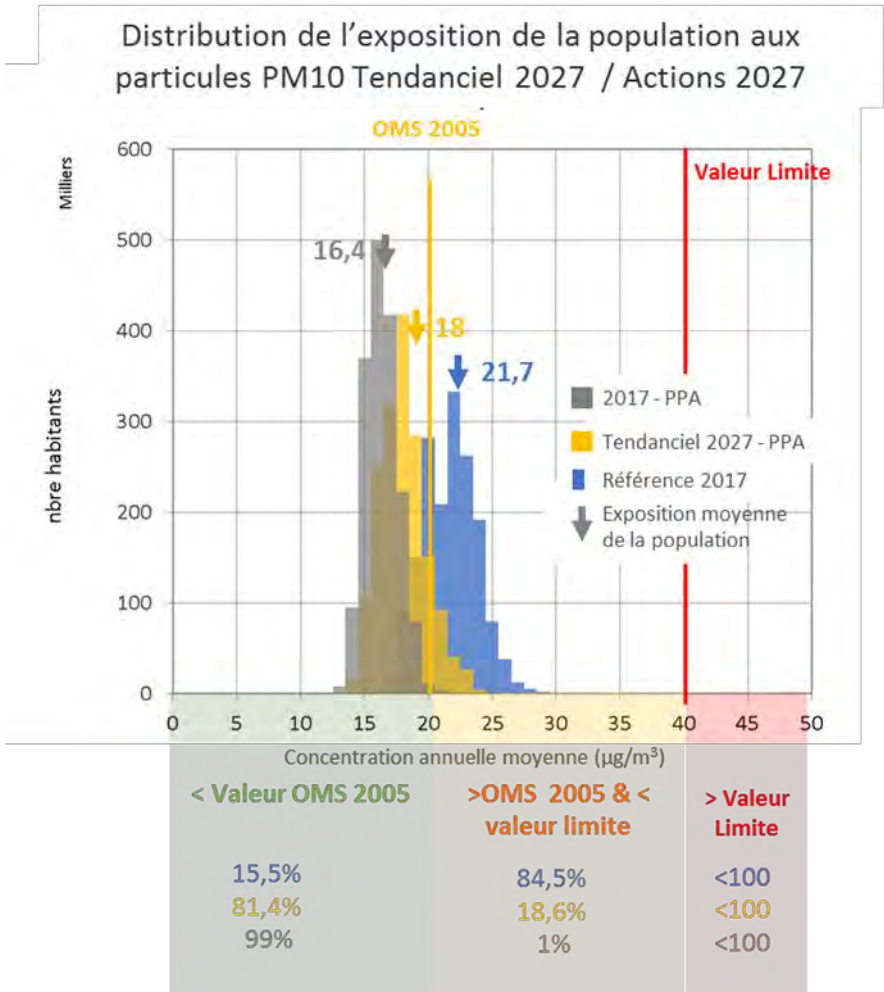


Figure 84 : Histogramme de distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 selon l'état de référence (bleu), le scénario tendanciel 2027 (jaune), et le scénario Actions PPA 2027 (gris)

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 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2027 et permet d’atteindre une exposition moyenne globale des habitants du PPA inférieure à la valeur guide fixée par l’OMS en 2005 à 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les actions du PPA permettront un gain supplémentaire de 1.5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mais ne permettront pas d’atteindre une concentration moyenne d’exposition en dessous de la valeur guide de l’OMS fixée en 2021 à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

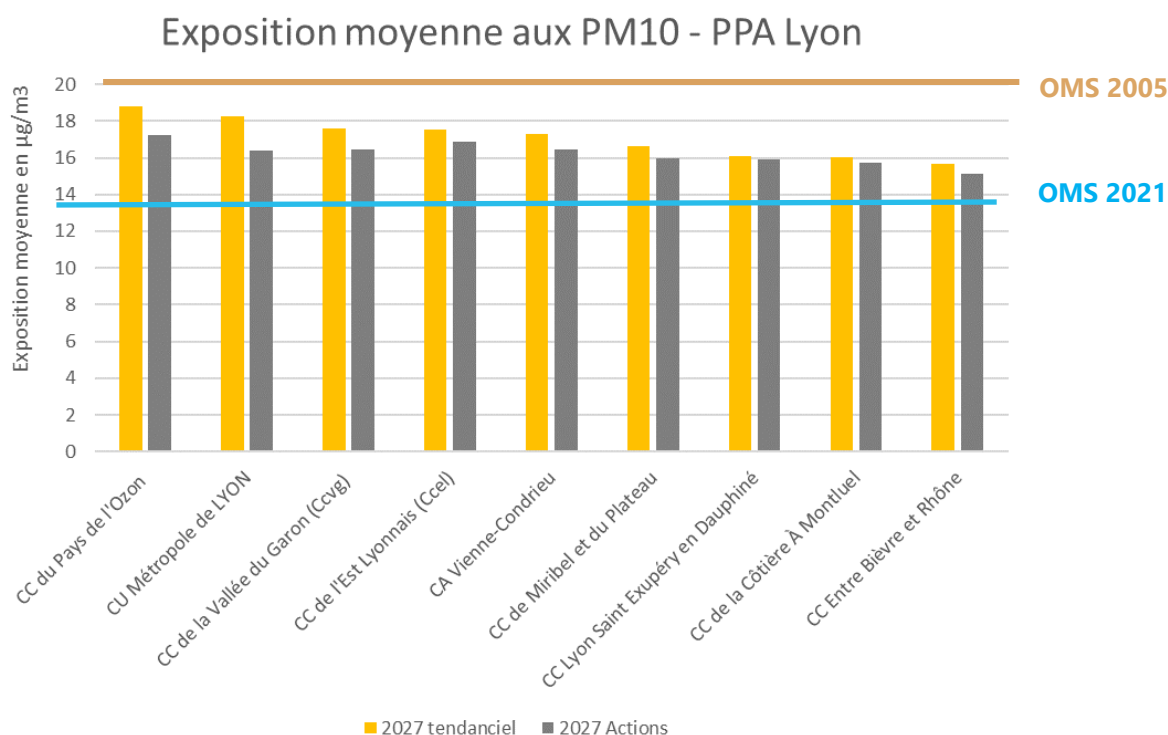


Figure 85 : Evolution de l'exposition moyenne au PM10 sur le périmètre PPA entre le scénario 2027 tendanciel et Actions 2027

L'histogramme ci-dessus montre que l'exposition moyenne des EPCI qui composent le PPA est inférieure au seuil recommandé par l'OMS en 2005 fixé à 20µg/m³, que ce soit selon le scénario tendanciel ou actions PPA 2027. Les actions du PPA3 permettront d'abaisser légèrement l'exposition moyenne des habitants de la Métropole de Lyon et la CC du Pays de l'Ozon et la Vallée du Garon. (1.5 µg/m³ en moins), mais également d'environ 1 µg/m³ en moins sur les autres territoires.

On observe ainsi une certaine homogénéisation des niveaux moyens d'exposition par EPCI (entre 15 et 17 µg/m³), qui illustrent le fait que le cœur d'agglomération n'est pas forcément plus impacté par ces grosses poussières que certaines périphéries. Pour tous les EPCI, le nouveau seuil de référence recommandé par l'OMS à 15 µg/m³ en moyenne annuelle resterait dépassé malgré la mise en œuvre du PPA3.

Là encore, l'OMS a introduit en septembre 2021 quatre seuils intermédiaires à 20, 30, 50 et 70 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. 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		
	PM10 Moy. Annuelle en µg/m3	>70	>50	>30	>20	>15	>40
Tendanciel 2027		0,00%	<0,01%	0,0%	18,6%	99%	<0,01%
		-	<50 hab	220 hab	317 800 hab	1 694 400 hab	<100 hab
Actions 2027		0%	<0,01%	0,01%	1,0%	94%	<0,01%
		-	<50 hab	120 hab	17 800 hab	1 607 600 hab	<100 hab

Le 4^{ème} seuil intermédiaire prévu par les valeurs OMS₂₀₂₁ correspond à l'ancienne valeur OMS₂₀₀₅. Grâce aux évolutions tendanciennes, ce seuil serait respecté pour 81 % de la population du PPA3 à l'horizon 2027 et pour 99 % de cette population après prise en compte du plan d'actions. La nouvelle valeur recommandée à 15 µg/m³ resterait en revanche dépassée pour la quasi-totalité du territoire (94 % de la population).

3.6.6. L'ozone

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 NO_x, 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.

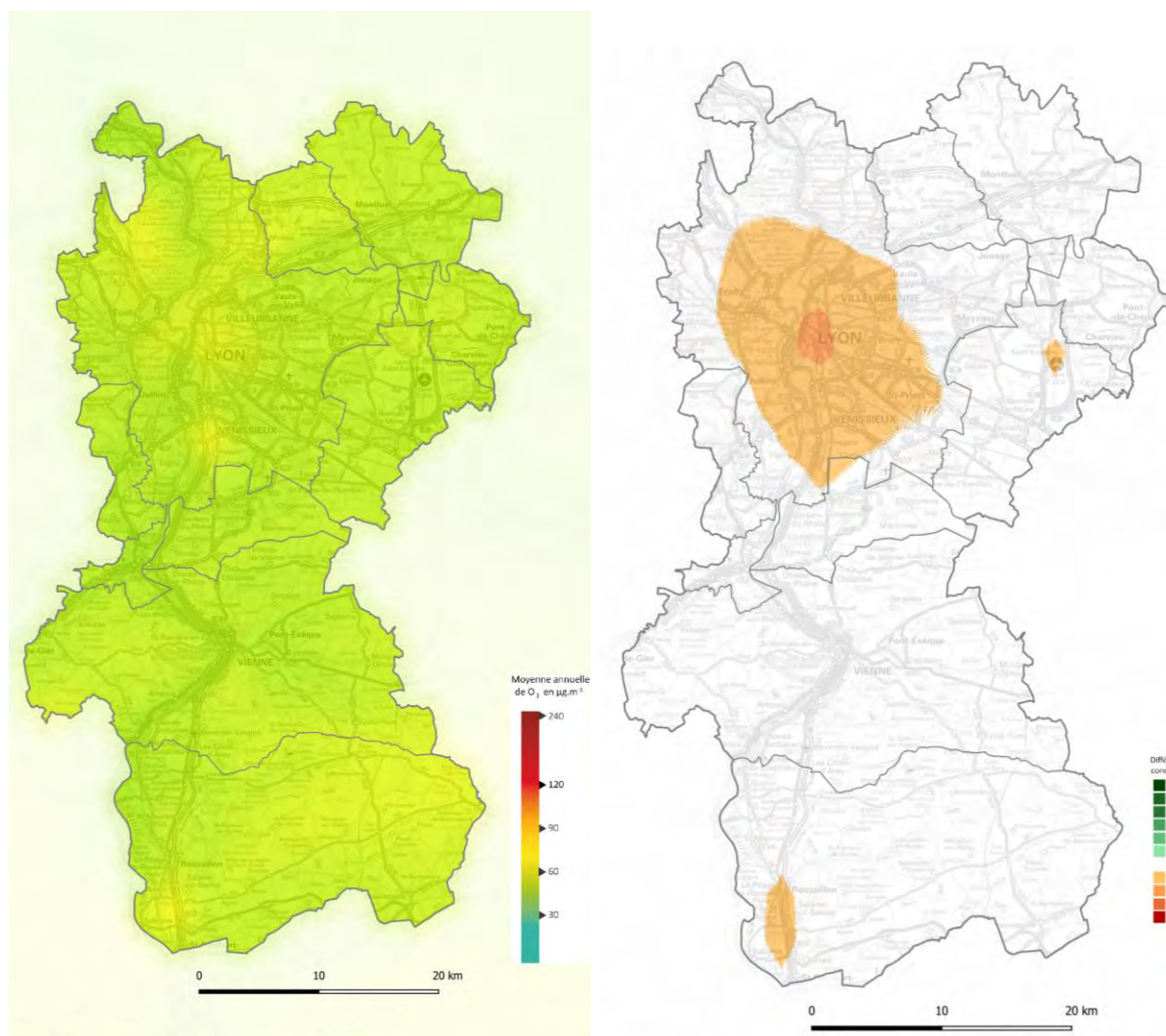


Figure 86 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles en ozone attendues selon le scénario Actions PPA 2027 (à gauche)/ Différences de concentration moyennes annuelles d'ozone estimées entre le scénario Actions PPA 2027 et tendanciel 2027 (à droite)

Les niveaux moyens d'ozone sont assez homogènes sur l'agglomération avec des niveaux compris entre 55 et 70 µg/m³.

La carte de différence du scénario tendanciel et du scénario PPA montre une légère augmentation sur le centre de la Métropole pouvant avoisiner 6 µg/m³. 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) et la zone de Roussillon (baisse des émissions industrielles).

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. Oxydes de soufre (SOx)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	4648
PPA3 2027	3295
Réduction d'émission	-1353
Objectif 2027	-225

Tableau 36 - Comparaison des émissions de SOx entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon

Les émissions de SOx 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'être en phase avec l'objectif PREPA 2027 et d'approcher celui de 2030 (-1469 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

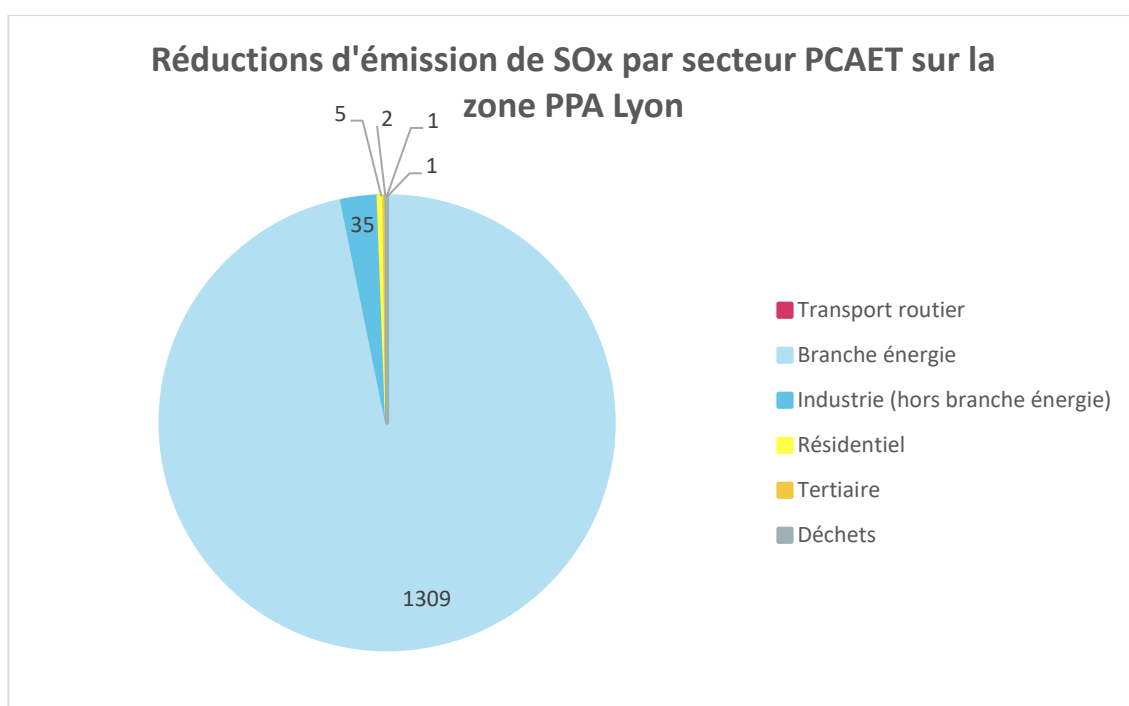


Figure 87 - Réductions d'émission de SOx par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
I1.1	Installations IED	1343	99%
RT3.1	Rénovation thermique	5	0%
M5.1	Emissions aéroports	3	0%
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	2	0%
RT1.3	Bois bûche labellisé	1	0%
M1 M2 M3	Actions de mobilité sur la Métropole de Lyon (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	1	0%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	0	0%

M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors Métropole de Lyon	0	0%
I2.2	Renforcement des VLE	0	0%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	0	0%
M5.2	Emissions transport fluvial	0	0%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
A1.2 (volet élevages)	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
RT4.1	Sensibilisation solvants	0	0%
I3.2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
M4.1	Limitation des vitesses	0	0%

Tableau 37 - Réductions d'émission de SOx sur la zone PPA Lyon

La Figure précédente montre que la quasi-totalité des gains est concentrée dans le secteur de l'énergie (97%). L'action I1 comprend en effet la fin de l'utilisation du charbon sur le site Osiris situé à Roussillon ce qui est à l'origine de cette baisse.

3.6.8. Composés organiques volatils (COVNM)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	13701
PPA3 2027	12491
Réduction d'émission	-1210
Objectif 2027	-150

Tableau 38 – Comparaison des émissions de COVNM entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon

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'être en phase avec l'objectif PREPA 2027 et d'approcher celui de 2030 (-1656 tonnes par rapport au tendanciel 2027).

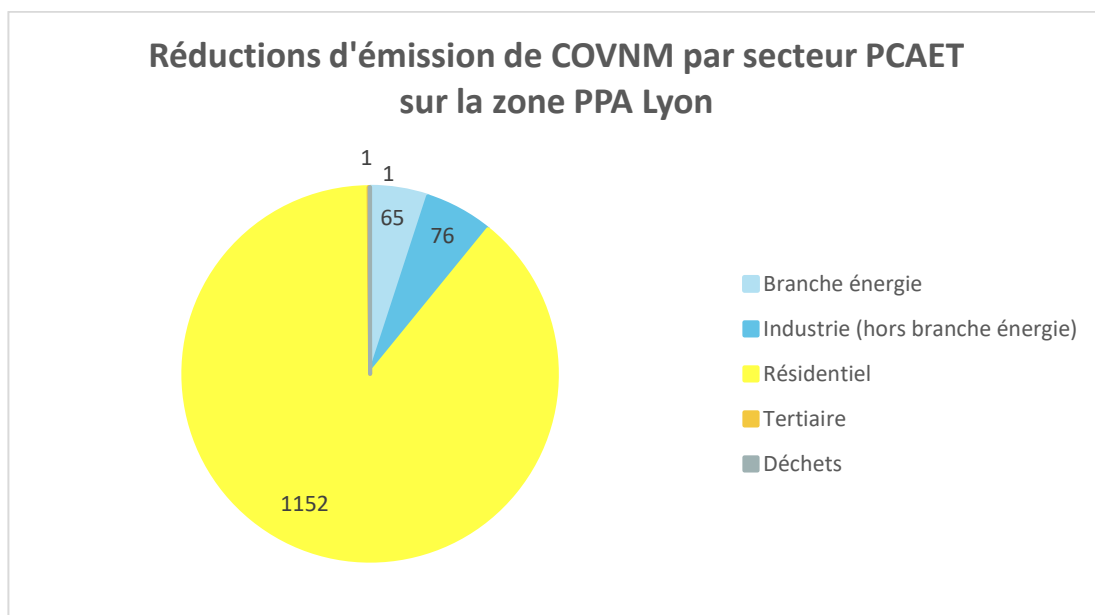


Figure 88 - Réductions d'émission de COVNM par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

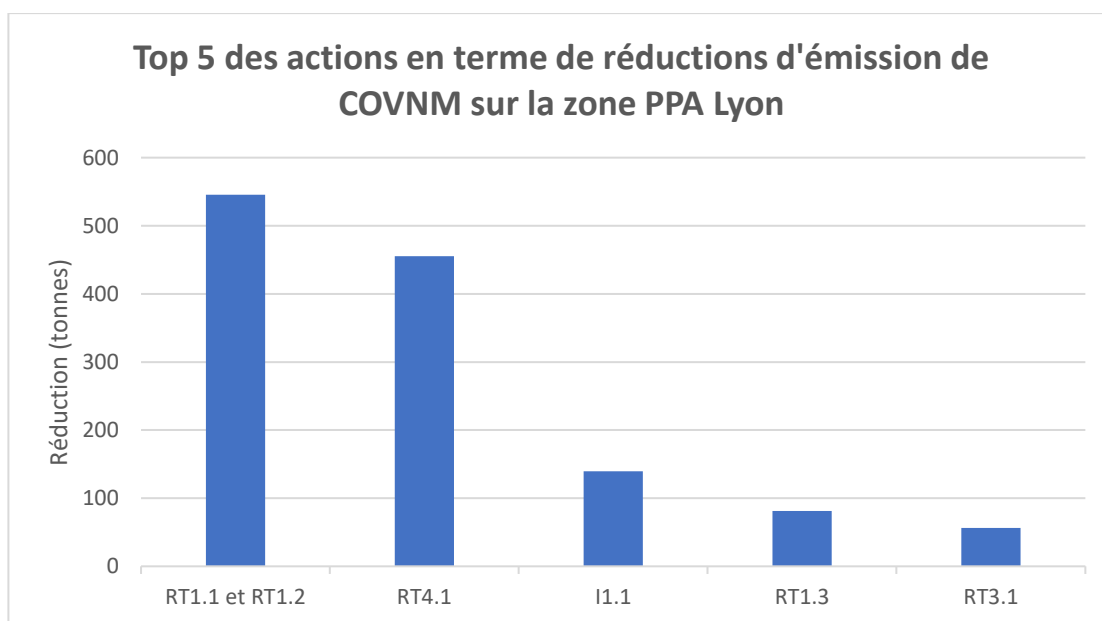


Figure 89 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de COVNM sur la zone PPA Lyon

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-545	45%
RT4.1	Sensibilisation solvants	-455	38%
I1.1	Installations IED	-140	12%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-81	7%
RT3.1	Rénovation thermique	-56	5%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	-15	1%
M5.1	Emissions aéroports	-4	0%

M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors Métropole de Lyon	-1	0%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	0	0%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	0	0%
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	0	0%
M5.2	Emissions transport fluvial	0	0%
I2.2	Renforcement des VLE	0	0%
A1.2 (volet élevages)	Bonnes pratiques d'élevage	0	0%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
I3.2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
M4.1	Limitation des vitesses	0	0%
M1 M2 M3	Actions de mobilité sur la Métropole de Lyon (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	+85	-7%

Tableau 39 – Réductions d'émission de COVNM par action sur la zone PPA Lyon

Le secteur résidentiel concentre près de 90% des réductions d'émission du scénario PPA. Au sein du secteur, les actions autour du parc d'appareils de chauffage domestique au bois ainsi que la sensibilisation à l'utilisation des solvants représentent 83% du gain total.

3.6.9. Ammoniac (NH3)

Scénario	Emissions
Tendanciel 2027	2591
PPA3 2027	2445
Réduction d'émission	-147
Objectif 2027	-224

Tableau 40 - Comparaison des émissions de NH3 entre les scénarios tendanciel et PPA en 2027 sur la zone PPA Lyon

Les émissions de NH3 à horizon 2027 diminuent sur le territoire grâce aux actions du PPA3 (cf. Tableau ci-dessus). Contrairement aux autres polluants, l'objectif 2027 fixé pour être en phase avec les objectifs du PREPA n'est pas atteint.

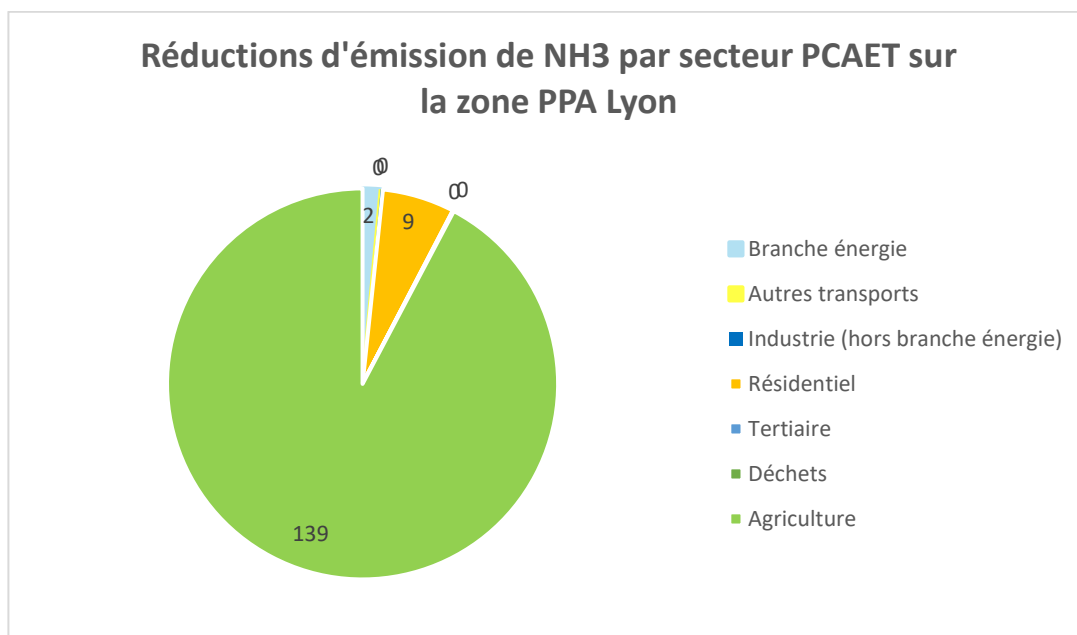


Figure 90 - Réductions d'émission de NH3 par secteur PCAET sur la zone PPA Lyon

Le secteur agricole concentre plus de 90% des gains obtenus par les actions PPA. Les actions autour du chauffage au bois domestique complètent ces efforts.

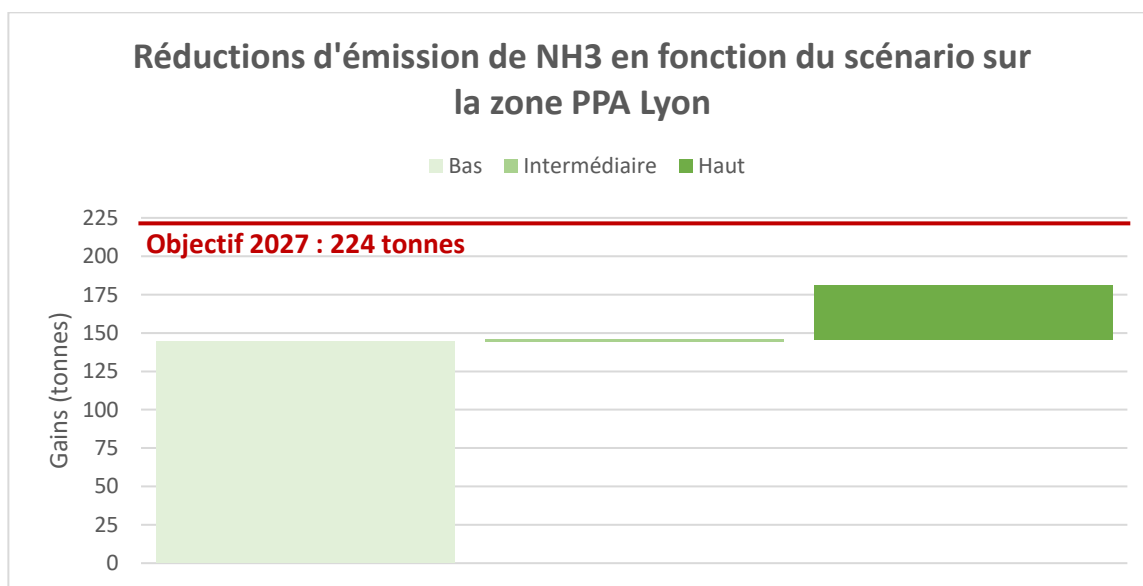


Figure 91 - Réductions d'émission de NH3 en fonction du scénario sur la zone PPA Lyon

Différents scénarios ont été étudiés pour les actions ayant un fort impact sur les émissions d'ammoniac. Le scénario le plus volontariste prévoyait en effet d'atteindre environ 180 tonnes de réduction (+35t par rapport au scénario bas). Toutefois, même le niveau d'ambition élevé de ces hypothèses demeure insuffisant pour atteindre l'objectif et cela a conduit à adopter le scénario le plus réaliste.

Top 5 des actions en terme de réductions d'émission de NH3 sur la zone PPA Lyon

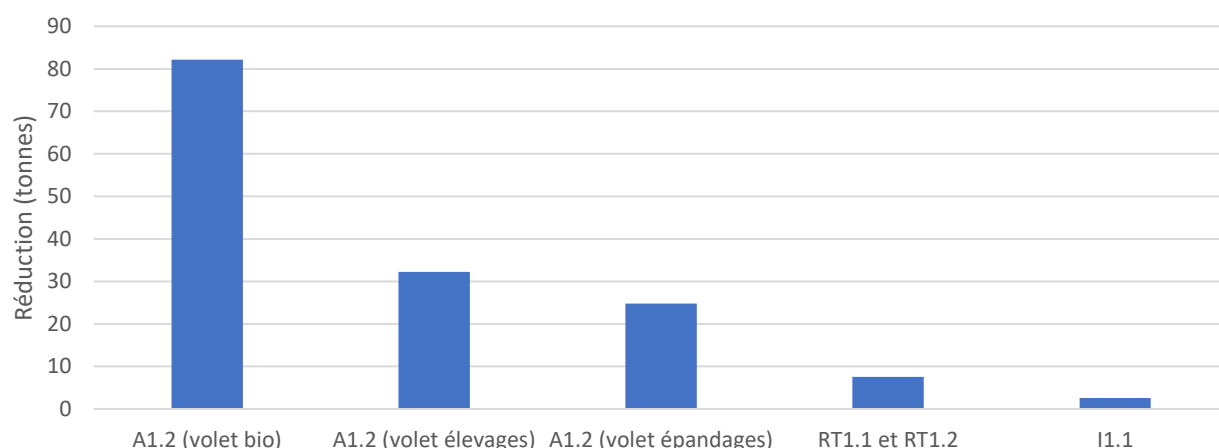


Figure 92 - Top 5 des actions en termes de réductions d'émission de NH3 sur la zone PPA Lyon

Identifiant de l'action	Libellé de l'action	Réduction d'émission (tonnes)	Part de la réduction totale
A1.2 (volet bio)	Amélioration pratiques agriculture fertilisants	-82	56%
A1.2 (volet élevages)	Bonnes pratiques d'élevage	-32	22%
A1.2 (volet épandages)	Techniques et matériaux d'épandage	-25	17%
RT1.1 et RT1.2	Parc d'appareils de chauffage au bois domestique	-8	5%
I1.1	Installations IED	-3	2%
RT3.1	Rénovation thermique	-1	1%
RT1.3	Bois bûche labellisé	-1	1%
M1, hors Métropole de Lyon	Report modal hors Métropole de Lyon	0	0%
RT2.1	Brûlage air libre résidentiel	0	0%
I3.3	Bonnes pratiques sur les chantiers	0	0%
RT4.1	Sensibilisation solvants	0	0%
A2.1	Brûlage air libre agriculture	0	0%
M4.1	Limitation des vitesses	0	0%
I2.2	Renforcement les VLE	0	0%
M5.2	Emissions transport fluvial	0	0%
I2.3	Imposer VLE entre 400kW et 1MW pour les chaufferies biomasse	0	0%
I3.2	Limitation des émissions des carrières	0	0%
M1 M2 M3	Actions de mobilité sur la Métropole de Lyon (ZFE, report modal, conversion des véhicules)	+4	-3%

Tableau 41 – Réductions d'émission de NH3 par action sur la zone PPA Lyon

Conclusions

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

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 lyonnaise sera soumis à une enquête publique.

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

ANNEXES

Annexe 1 : Présentation du scénario tendanciel

A/ Les émissions

- Les Oxydes d'azote

Dans ce scénario tendanciel, les émissions de NOx sont réduites de 33% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 65% par rapport à celles de l'année 2005. Cette baisse prévisionnelle est donc significative, avant même la mise en œuvre des mesures prévues par le PPA.

Ces importantes baisses d'émissions proviennent très largement du secteur des transports, et pour une petite partie de l'industrie. En effet, la poursuite du renouvellement de l'ensemble des parcs de véhicules anciens en circulation par des véhicules neufs (répondant aux dernières normes) et donc moins émetteurs permet d'expliquer cette évolution. Les interdictions existantes dans le cadre de la ZFE de 2020 (interdiction des VUL et PL Crit'Air 4 et +), contribuent également à cette évolution favorable et compensent les effets de l'augmentation du trafic routier.

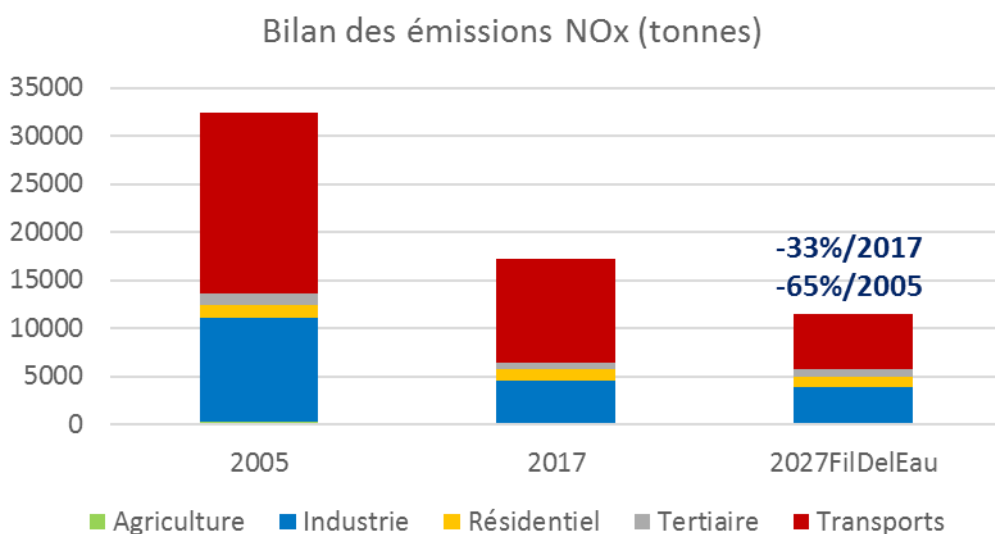


Figure 1 : Bilan des émissions NOx (tonnes)

- Les particules fines

Concernant les émissions de PM2.5, le scénario tendanciel prévoit en 2027 une baisse de 22% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 51% par rapport à l'année 2005. Les gains prévus en termes d'émissions sont principalement dus au secteur résidentiel-tertiaire. La diminution des besoins en chauffage (meilleure isolation des logements), l'évolution vers des énergies de chauffage globalement moins polluantes et le renouvellement progressif des appareils de chauffage au bois non performants permettent d'expliquer cette évolution.

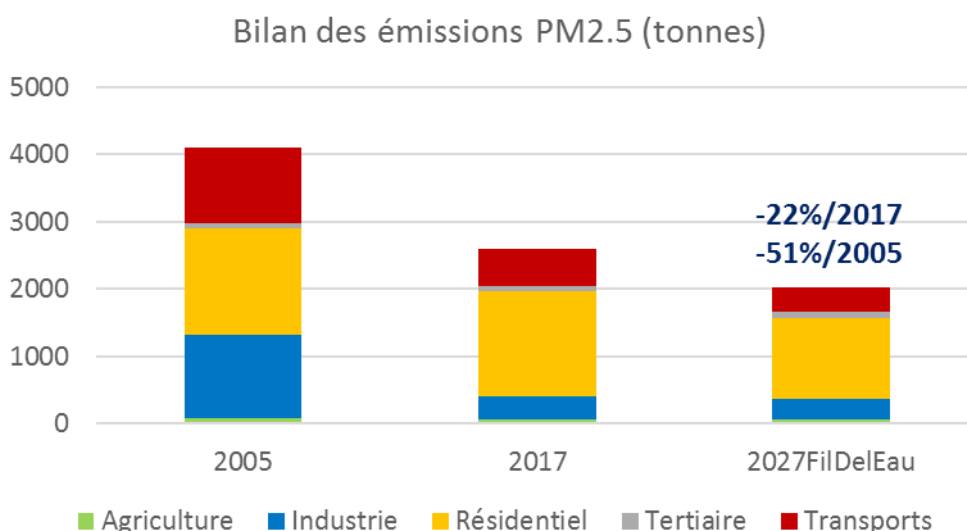


Figure 2 : Bilan des émissions PM2,5 (tonnes)

Les émissions de PM10 du scénario tendanciel seraient réduites de 17% par rapport aux émissions de référence (2017) et de 46% par rapport à l'année 2005. Comme pour les PM2,5, le secteur résidentiel-tertiaire serait le principal contributeur à la réduction des émissions dans ce scénario tendanciel. Le transport est également contributeur des émissions de particules : les particules fines PM2.5 sont principalement émises à l'échappement, alors que les PM10 sont également émises par abrasion des freins, des pneus et des chaussées ; le renouvellement du parc de véhicules permet donc de diminuer les émissions à l'échappement, mais n'a pas d'effet sur ces émissions dues à l'abrasion qui deviennent une source prépondérante d'émissions du trafic routier en 2027. Dans un contexte de légère hausse prévisionnelle des trafics, il en résulte que les émissions routières de PM10 diminuent moins que celles de PM2.5.

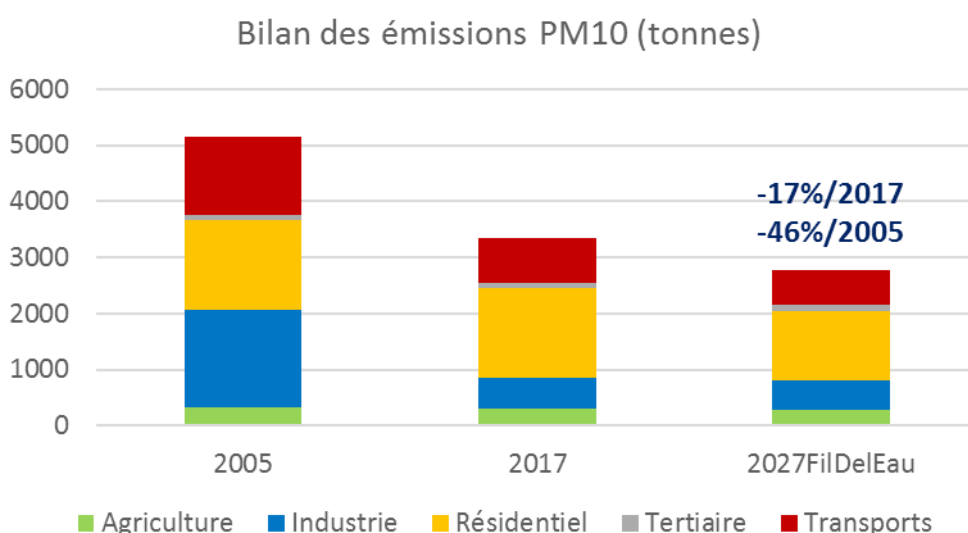


Figure 3 : Bilan des émissions PM10 (tonnes)

- L'ammoniac

Les émissions de NH3 du scénario tendanciel seraient réduites de seulement 4% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 3% par rapport à l'année 2005. Le secteur agricole reste l'émetteur très largement prépondérant de ce polluant et l'évolution prévisionnelle des activités de ce secteur ne permet pas d'escompter de baisse importante des émissions d'ammoniac.

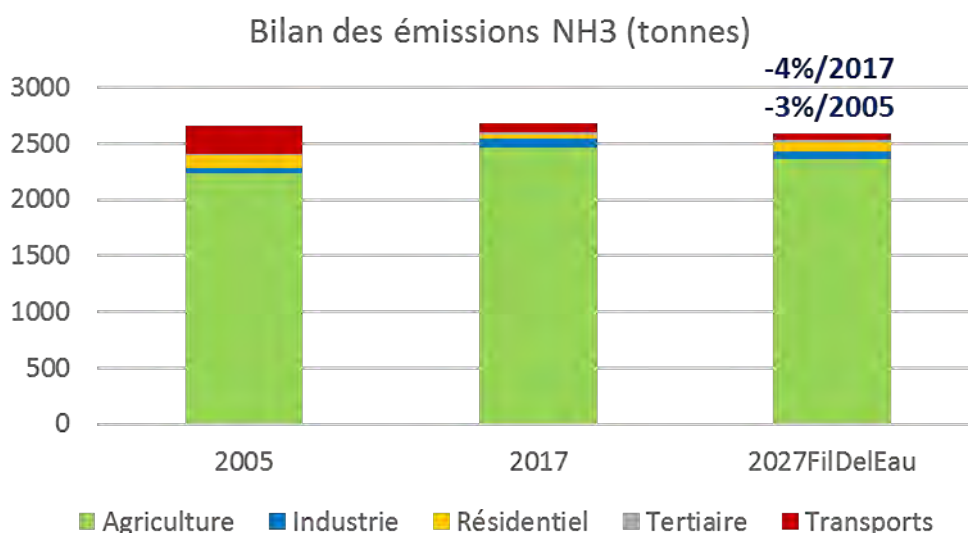


Figure 4 : Bilan des émissions NH3 (tonnes)

- Les composés organiques volatils

Les émissions de COVNM du scénario tendanciel seraient réduites de 8% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017) et de 45% par rapport à l'année 2005. Les secteurs industrie (amélioration des process) et transports (diminution des évaporations en lien avec la réglementation Euro) sont les principaux contributeurs à la réduction des émissions.

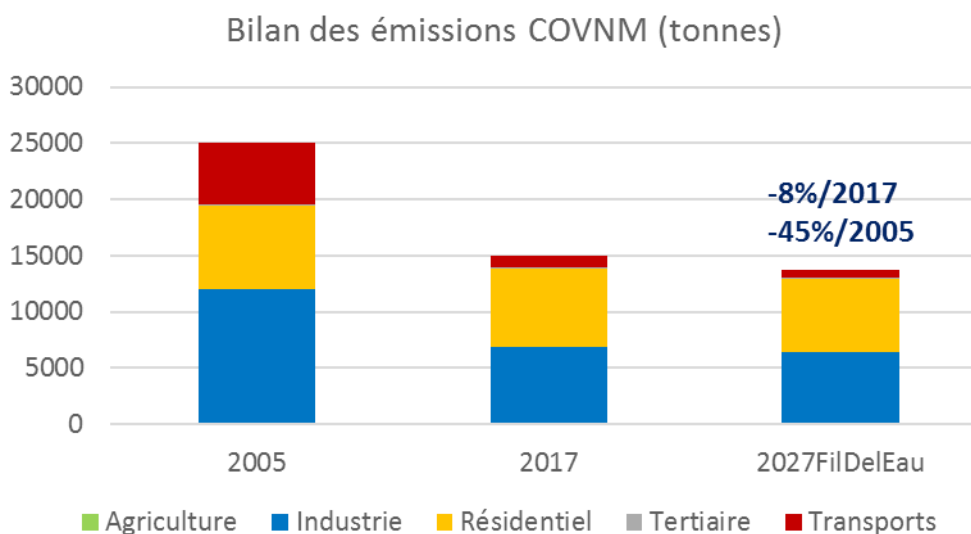


Figure 5 : Bilan des émissions de COVnm (tonnes)

- Le dioxyde de soufre

Les émissions de SO₂ du scénario tendanciel sont en très légère hausse de 5% en 2027 par rapport aux émissions de référence (2017), en lien avec la moyenne 2014-2018 des émissions de SO₂ (considérée en 2027 pour les établissements déclarant dans BDREP) un peu plus élevée que les valeurs déclarées en 2017. Elles sont cependant en nette baisse de 66% par rapport à l'année 2005, le secteur industriel étant le principal contributeur à la réduction des émissions.

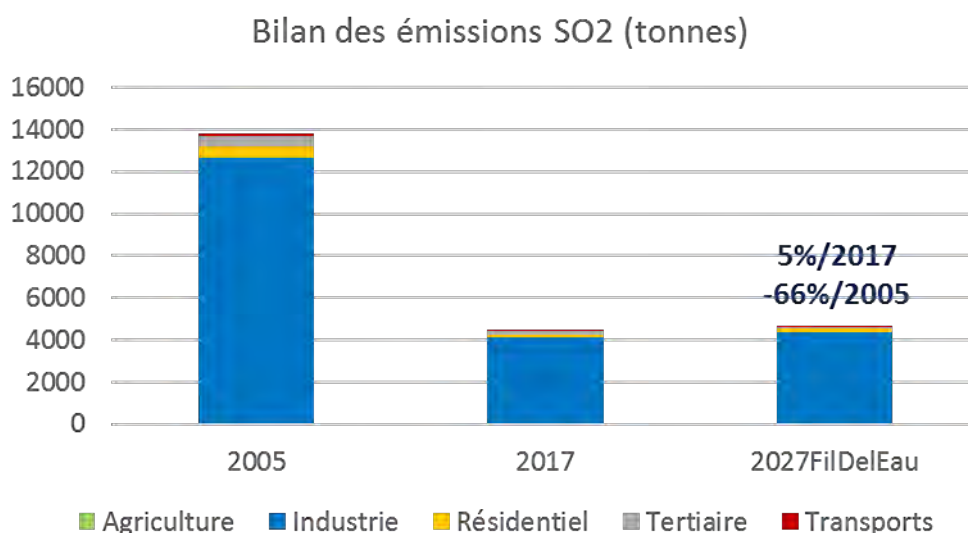


Figure 6 : Bilan des émissions de SO₂ (tonnes)

B/ Concentrations attendues en 2027 avec le scénario tendanciel

Les modélisations réalisées par Atmo concernant le scénario tendanciel 2027 permettent de projeter l'évolution des concentrations et de l'exposition de la population à cet horizon. Dans ce scénario, en cohérence avec l'évolution des émissions, on observe une baisse assez marquée des concentrations moyennes de NO_x sur le territoire et une baisse également notable, mais un peu moins forte des concentrations moyennes de PM. Les cartes ci-après rendent compte de ces projections tendanciennes.

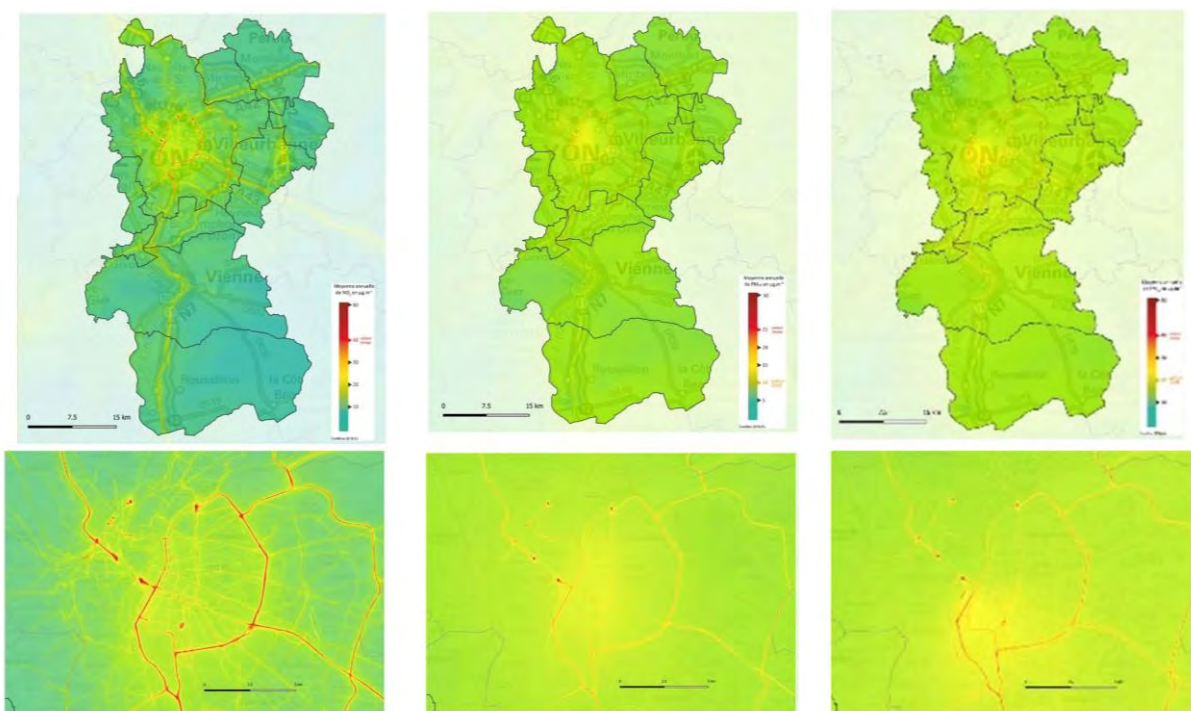


Figure 7 : Cartographies des concentrations moyennes annuelles attendues à l'horizon 2027 tendanciel en NO₂ (gauche), PM_{2,5} (centre), PM₁₀ (droite)

Il ressort en particulier de ces projections qu'une très faible partie du territoire reste exposée à des concentrations proches ou dépassant la limite réglementaire de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour les NO_x. Ces concentrations élevées se retrouvent globalement sur le cœur de l'agglomération et aux

abords des principaux axes routiers. Le constat est similaire concernant les $PM_{2,5}$ et PM_{10} : les valeurs limites réglementaires sont désormais respectées sur l'ensemble du territoire, toutefois des niveaux assez élevés persistent sur le centre et le sud de l'agglomération lyonnaise avec une part importante de la tâche urbaine qui reste concernée par un dépassement des valeurs de concentrations recommandées par l'OMS2005.

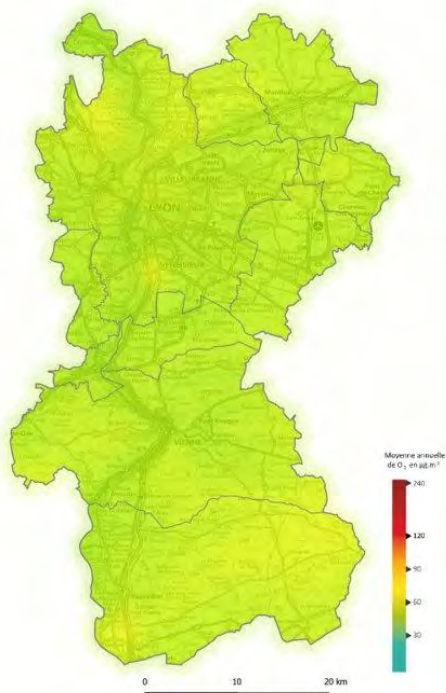


Figure 8 : Cartographie des concentrations moyennes annuelles attendues à l'horizon 2027 tendanciel en O₃

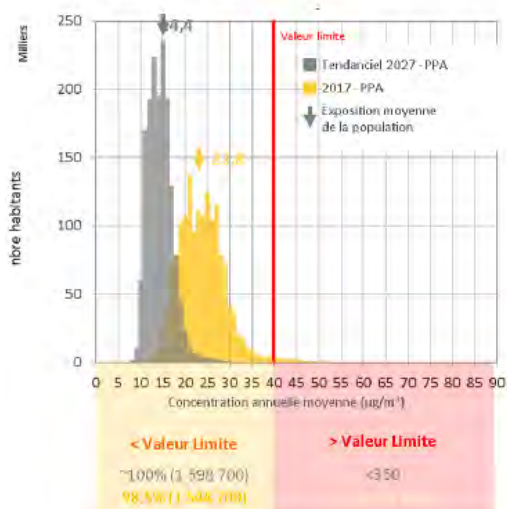
Concernant l'ozone, polluant secondaire, les concentrations moyennes annuelles sont attendues à la hausse en 2027 (+15 % entre 2017 et 2027 tendanciel). En effet conformément aux conclusions du rapport intitulé « État des connaissances et sensibilité de réductions des émissions de précurseurs sur les concentrations d'ozone » publié par Atmo Aura en juillet 2020, une baisse des émissions de précurseurs d'ozone ne signifie pas obligatoirement une baisse des concentrations d'ozone (phénomène non linéaire). La production d'ozone est étroitement liée à l'évolution du système COV/NO_x/HO_x. Parmi l'ensemble des facteurs conditionnant cette production, la charge en NO_x du milieu considéré est particulièrement déterminante. La chimie de l'ozone est complexe, et il existe des disparités selon les typologies du territoire et la saison considérée. Ainsi, la répartition spatiale des différents écarts de concentration d'ozone montre qu'une réduction des émissions de NO_x peut conduire à une augmentation des concentrations en ozone dans les plus grandes agglomérations et à proximité des axes routiers et à une diminution des niveaux d'ozone dans les zones rurales. Ce constat est valable sur les valeurs moyennes et ne saurait être extrapolable aux phénomènes de « pics de pollution à l'ozone ».

C/ Résultats en matière d'exposition des populations

Concernant l'exposition aux NO_x, le graphique ci-contre montre que l'évolution tendancielle serait très favorable : la baisse de 30 % escomptée des émissions devrait permettre une baisse de l'exposition moyenne de la population de 9,4 µg/m³ passant de 23,8 à 14,4 µg/m³ en moyenne annuelle.

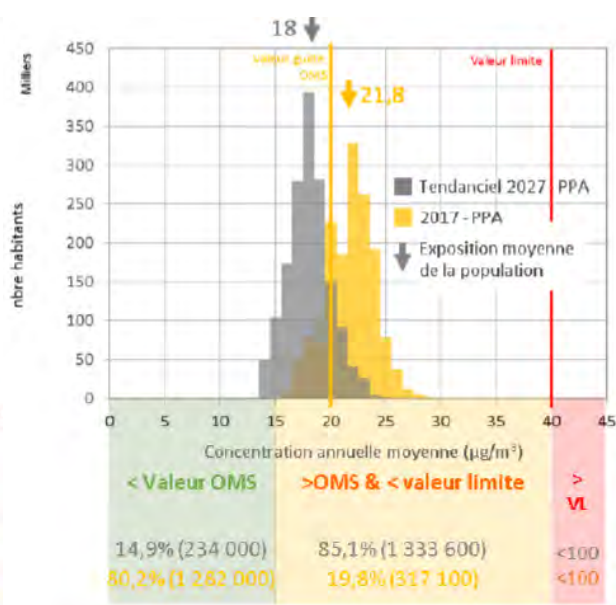
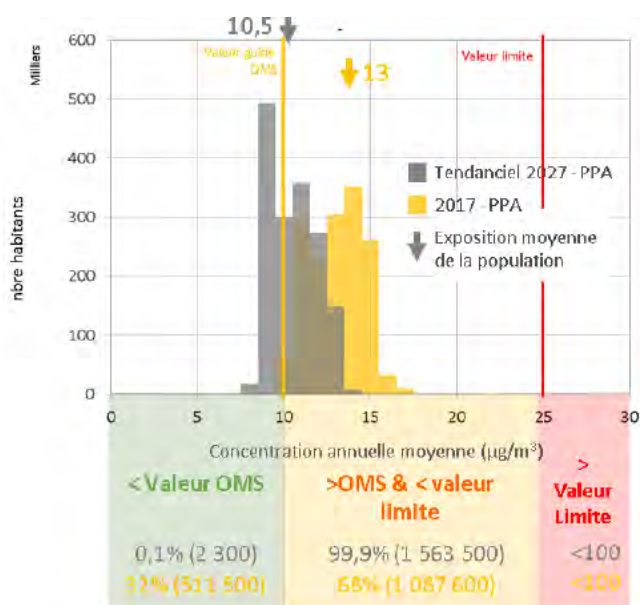
D'après ces modélisations, seules quelques centaines de personnes seraient exposées à des dépassements de la valeur limite réglementaire de 40 µg/m³ et seules 1500 seraient exposées à une valeur supérieure à 30 µg/m³.

Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO₂) 2017 / Tendanciel 2027



Concernant les PM, l'amélioration est un peu moins marquée : les baisses d'émissions de 20 % pour les PM_{2,5} et 15 % pour les PM₁₀ par rapport à leur niveau de 2017, se traduisent par des baisses d'exposition moyenne de 2,5 et 3,8 µg/m³ pour les PM_{2,5} et PM₁₀.

Cette amélioration se traduit néanmoins par un effet de seuil assez significatif par rapport à la valeur recommandée par l'OMS₂₀₀₅ : concernant les PM_{2,5}, le nombre de personnes exposées à un dépassement de cette valeur recommandée passe de 99 % à 68 % et concernant les PM₁₀ de 85 % à 20 %.



Il n'en demeure pas moins qu'environ 1,1 millions d'habitants (~64% de la population du PPA) resteraient exposés à des concentrations de PM_{2,5} supérieures à la valeur guide de l'OMS₂₀₀₅ pour ce polluant aux impacts sanitaires majeurs. Pour les PM₁₀, la valeur recommandée resterait dépassée pour environ 320 000 habitants (~19% de la population du PPA).

En outre, malgré une baisse très marquée de l'exposition moyenne au NO₂, environ 350 personnes resteraient exposées à des dépassements de la valeur limite annuelle.

D/ Impacts sur la végétation

Parmi les différents polluants étudiés, l'ozone est particulièrement important au regard de son impact sur la végétation (baisse des rendements, atteinte de la biodiversité). La directive européenne 2008/50/CE a établi un indicateur spécifique l'AOT40 pour « Accumulated Ozone exposure over a Threshold of 40 Parts Per Billion » pour évaluer les effets de l'ozone.

La valeur cible de l'AOT 40 pour la protection de la végétation, calculée à partir de valeurs moyennes horaires mesurées de mai à juillet est égale à 18 000 (µg/m³).h.

La moyenne de l'AOT 40 sur l'ensemble de la zone est relativement stable entre 2017 et 2027 (+1,5 %), elle s'établit autour de 16 000 (µg/m³).h. Comme pour la moyenne annuelle, cet indicateur connaît de fortes variations spatiales avec des hausses marquées dans les centres-urbains et des diminutions en milieu rural.

Annexe 2 : Vérification des données des établissements industriels

Les Unités Départementales des DREAL fournissent la liste des établissements industriels concernés par les actions I1-I2/I.1.1, I6/I.2.1 et I8/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 Lyon - périmètre PPA3 retenu	Carrières 2510 UD	24	19	19
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	98	71	65
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2515 UD	55	15	15
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2517 UD	9	1	1
		186	106	100
			57%	54%

Détail des établissements industriels listés pour évaluation

Le tableau ci-dessus donne le détail des 186 établissements listés pour la zone PPA Lyon. 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 Lyon - périmètre PPA3 retenu	Carrières 2510 UD	5	100%
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	27	100%
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2515 UD	40	100%
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2517 UD	8	100%

Nombre d'établissements sans id_corresp dans la table tpk_etablissements

Liste des établissements avec émissions dans BDREP mais sans correspondance dans l'inventaire		
Périmètre	Type d'établissement	Numéro d'inspection
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.07855
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0569.00387
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.03990

PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0469.00010
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.14519
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2515 UD	0061.10406
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.14361
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.13980
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.13275

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

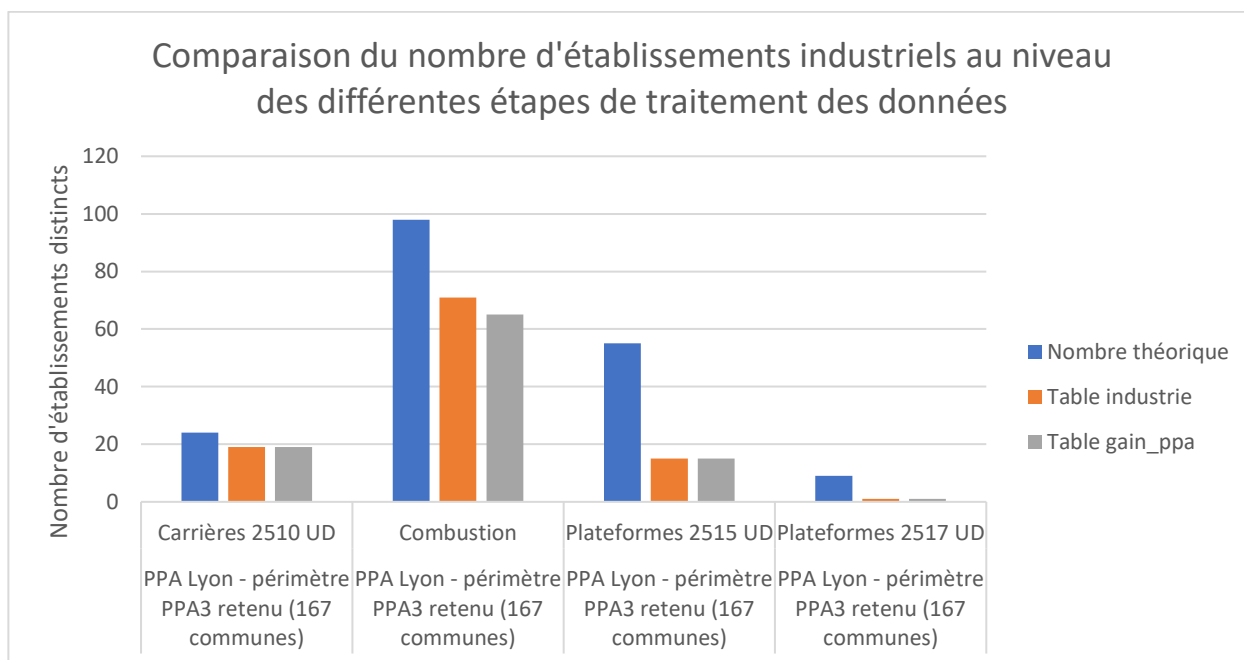
Les données nécessaires à leur évaluation sont transférées dans la table industrie où de premières pertes ont lieu. Cela se produit lorsque l'établissement n'est pas présent dans la table src_ind.vue_etablisements, signifiant qu'il n'a pas d'id_corresp rattaché. Or, les établissements intégrés à la table 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 80 établissements sans id_corresp, 71 d'entre eux (90%) n'ont aucune émission associée dans les déclarations BDREP. Le tableau ci-dessus montre en revanche que les 9 restants sont présents dans la table src_ind.src_emis_bdrep et devraient 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 Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.03183
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.02201
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.01989
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.04030
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.03723
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.04159
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Combustion	0061.02866
PPA Lyon - périmètre PPA3 retenu	Plateformes 2515 UD	0061.10406

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 théorique au nombre réel.

La table gain_ppa correspond à celle contenant la liste finale des établissements évalués

De façon générale, seul 55% des établissements fournis par la DREAL font l'objet d'une évaluation des émissions. Plus de 80% des établissements manquants à l'évaluation le sont par absence d'émissions dans BDREP, 10% par absence de lien entre BDREP et la liste des industries, et le reste par absence d'émissions de l'industrie dans l'inventaire tendanciel.

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 Angleterre¹². 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.

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

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

¹² 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

Directeur de la publication : Jean-Philippe Deneuvy
Pilotage, coordination : Unité départementale du Rhône
Crédits photo : Laurent Mignaux, Arnaud Bouissou, Bernard Suard (Terra) - Tous droits réservés
Septembre 2022
www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr
Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Auvergne-Rhône-Alpes 69453 Lyon cedex 06 - Tél. 04 26 28 60 00

