

Annexe 4b
**Évaluation
quantitative
du PPA de
l'agglomération
lyonnaise**

Evaluation quantitative du PPA de l'agglomération lyonnaise

PPA adopté en
février 2014
Evaluation sur la
période 2013 - 2018



Diffusion : décembre 2019

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

Version éditée le 06/12/2019



Financement

Cette étude a pu être réalisée grâce aux données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.



Sommaire

| | |
|--|-----------|
| 1. Contexte et objectifs du PPA | 5 |
| 1.1 Contexte réglementaire | 5 |
| 1.2 Contexte sanitaire | 5 |
| 1.3 Contexte général du PPA de l'agglomération lyonnaise..... | 6 |
| 1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus | 8 |
| 1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2019 ? | 10 |
| 1.6 Méthode d'évaluation | 10 |
| 2. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2018) | 11 |
| 2.1 Localisation des stations et historique des mesures | 11 |
| 2.2 Le dioxyde d'azote (NO ₂) | 15 |
| 2.3 Les particules en suspension PM10..... | 18 |
| 2.3.1 Moyenne annuelle..... | 18 |
| 2.3.2 Valeur limite journalière..... | 20 |
| 2.4 Les particules en suspension PM2.5..... | 22 |
| 2.5 L'ozone..... | 24 |
| 2.5.1 Définition et sources | 24 |
| 2.5.2 Un large territoire en dépassement..... | 24 |
| 2.6 Le Benzo(a)Pyrène | 27 |
| 2.7 Les Composés Organiques Volatils : le cas du benzène | 29 |
| 2.8 Le dioxyde de soufre | 30 |
| 2.9 Bilan des épisodes de pollution..... | 31 |
| 2.10 Quels enjeux perdurent sur le territoire ? | 33 |
| 3. Evaluation quantitative des actions du PPA | 34 |
| 3.1 Quelles sont les réductions d'émissions obtenues grâce aux actions du PPA ? | 34 |
| 3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale..... | 34 |
| 3.1.2 Scénarii modélisés et polluants considérés..... | 35 |
| 3.1.3 Actions du PPA étudiées préalablement à leur évaluation..... | 36 |
| 3.1.4 Actions de la feuille de route..... | 38 |
| 3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scénarii | 38 |
| 3.1.6 Méthodologie détaillée de l'évaluation des réductions en émissions des actions PPA prises en compte..... | 41 |
| 3.1.7 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PPA sont-ils atteints ? | 500 |
| 3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PREPA sont-ils atteints ? | 56 |
| 3.1.9 Eléments complémentaires d'estimation | 577 |
| 3.1.10 Perspectives..... | 599 |
| 3.2 Quels sont les effets sur l'exposition des populations ? | 60 |
| 3.2.1 Méthodologie | 60 |
| 3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote..... | 61 |
| 3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM10..... | 65 |
| 3.2.4 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les PM10 | 65 |
| 3.2.5 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM2.5..... | 68 |
| 3.2.6 Synthèse des résultats | 74 |
| 4 - Conclusions | 75 |

| | |
|----------------------------|-----------|
| Glossaire | 78 |
| Bibliographie | 80 |
| Annexes | 81 |

1. Contexte et objectifs 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.

A ce titre, 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.

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.

1.2 Contexte sanitaire

En plus de l'aspect purement réglementaire, le PPA est établi pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air. La pollution de l'air extérieur et les matières particulaires qu'elle contient sont aujourd'hui classées comme cancérigène certain 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 de quelques mois des personnes affectées 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 (PM2.5) 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).

Selon les dernières estimations présentées dans le rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement publié en 2018, les concentrations de particules fines (PM2.5) ont été responsables d'environ 391 000 décès prématurés dans les 28 États membres de l'Union Européenne pour l'année 2015 pour les PM2.5 d'origine anthropiques ou non. En France, cela représente 35 800 décès prématurés pour l'année. 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.

Enfin, une récente étude interdisciplinaire¹ menée par des chercheurs de l'Inserm, le CNRS, l'Inra, et l'université Grenoble Alpes apporte de nouveaux éléments quantitatifs concernant les impacts sanitaires de la pollution de l'air en milieu urbain ainsi que sur le coût économique associé.

A partir des modélisations de la qualité de l'air réalisées par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, l'exposition moyenne de la population sur la période 2015-2017 dans l'agglomération lyonnaise a été évaluée à 15 µg/m³. L'étude a démontré que ces niveaux d'exposition, en comparaison à une situation théorique sans particule d'origine anthropique, sont responsables de 531 décès par an et de 65 cas de cancers du poumon dans l'agglomération lyonnaise. Les coûts économiques liés aux impacts de santé, tangibles (liés aux traitements) et intangibles (liés à la souffrance psychologique des proches) s'élèvent à 1,8 milliard d'euros par an à Lyon.

1.3 Contexte général du PPA de l'agglomération lyonnaise

Le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise est particulièrement touché par la pollution atmosphérique, avec notamment une exposition marquée au dioxyde d'azote en proximité routière et certaines années, comme en 2018, de fortes concentrations d'ozone principalement en zones périurbaines et rurales (du fait du mécanisme de formation de ce polluant).

D'une manière générale, le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise, est marqué par :

- de grandes infrastructures routières qui traversent le territoire,
- une forte densité industrielle au sud de l'agglomération lyonnaise, nécessitant un besoin de surveillance ponctuel, notamment pour les paramètres suivants : benzène, Benzo(a)Pyrène, dioxyde de soufre,
- une forte densité de population ayant pour double conséquence une concentration des émissions polluantes d'origines résidentielle, routière, industrielle et tertiaire et de surcroît une grande quantité de personnes vulnérables à la pollution atmosphérique,
- des conditions climatiques contrastées, avec des vents dominants parfois intenses, orientés Nord-Sud et Sud-Nord, ce qui peut favoriser la dispersion des polluants, mais aussi importer des masses d'air polluées : import d'ozone l'été du sud de la France, import de poussières en fin d'hiver et au printemps du nord et de l'est de l'Europe,
- des inversions de températures en hiver favorisant la stagnation des polluants à basse altitude.

Même si les concentrations des différents polluants (excepté l'ozone) diminuent, en 2018, le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise reste concerné par des problèmes réglementaires : dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂, dépassement de la valeur cible pour la santé et de la valeur cible pour la végétation en ozone.

Par ailleurs, une partie de la population reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

¹ Morelli, X., Gabet, S., Rieux, C., Bouscasse, H., Mathy, S., Slama, R., 2019. Which decreases in air pollution should be targeted to bring health and economic benefits and improve environmental justice ? Env. Int. 129, 538-550

Bilan 2018 des dépassements réglementaires aux stations sur le territoire du PPA (voir en annexe 1 le tableau des normes de qualité de l'air et en annexe 2 le tableau de classification des stations de mesure) :

Bilan 2018 des dépassements réglementaires aux stations

| Bilan 2018 - Composés soumis à Valeurs Limites | | | | | | | | | | |
|--|---------|----------|----------|-----------------|---|-----------------|---------|-------------------------------|----------|----------|
| Composé réglementé | PM10 | | PM2,5 | NO ₂ | | SO ₂ | | C ₆ H ₆ | ML (Pb) | CO |
| Valeur réglementaire | VL jour | VL année | VL année | VL heure | VL année 40 µg/m ³ en moy. annuelle | VL heure | VL jour | VL année | VL année | VL année |
| FOND | | | | | | | | | | |
| PROX AUTO | | | | | 2 sites sur 4 Lyon Périphérique (66 µg/m ³) A7 Sud Lyonnais (61 µg/m ³) | | | | | |
| PROX IND | | | | | | | | | | |

Figure 1 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs limites

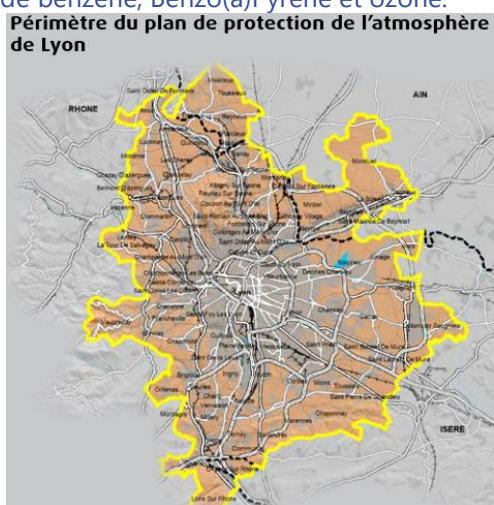
| Bilan 2018 - Composés soumis à Valeurs Cibles | | | | | | |
|---|---|---|----------|----------|----------|----------|
| Composé réglementé | O ₃ | | BaP | ML (As) | ML (Cd) | ML (Ni) |
| Valeur réglementaire | VC jour / santé 25 jours dpt du max jour 120 µg/m ³ moy 8h | VC végétation 18000 µg/m ³ x h (AOT40) | VC année | VC année | VC année | VC année |
| FOND | 1 sites sur 7 Ternay (33 jours) | 2 sites sur 3 Ternay (20796 µg/m ³ xh) St-Exupéry (18706 µg/m ³ xh) | | | | |
| PROX AUTO | | | | | | |
| PROX IND | | | | | | |

Figure 2 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs cibles

Un premier PPA avait été adopté en juin 2008 sur l'agglomération lyonnaise, il a majoritairement agi sur la réduction des émissions d'origine industrielle. Sa révision s'est avérée nécessaire au regard des enjeux sanitaires.

Un second PPA a donc été approuvé en février 2014 sur 115 communes, avec comme objectifs de :

- ramener les niveaux de particules et de dioxyde d'azote en deçà des seuils réglementaires,
- respecter les objectifs nationaux de réduction d'émissions dans le cadre de la directive européenne plafond 2001/81/CE,
- réduire au minimum l'exposition de la population à ces polluants,
- suivre les concentrations de benzène, Benzo(a)Pyrène et ozone.



A noter que le territoire de l'agglomération lyonnaise est actuellement visé par 2 procédures précontentieuses relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour le dioxyde d'azote et les particules fines.

1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus

Le PPA propose 19 actions pérennes et 1 action temporaire en cas de pic de pollution. Elles visent les trois grands secteurs émetteurs de polluants que sont l'industrie, le résidentiel (habitat) et les transports, mais également l'urbanisme. Les actions sont de diverses natures : interdictions ou restrictions d'usages, actions de sensibilisation ou d'incitation, actions d'amélioration des connaissances, ...

Lors de l'élaboration de ce PPA, les gains d'émissions en NOx et PM10 attendus par la mise en place de ces actions avaient été évalués pour chacun de ces grands secteurs émetteurs (en cas de possibilité de quantification).

Le PPA reprend également 2 actions du secteur transport du premier PPA :

- action T1 : interdire les Poids Lourds et Véhicules Utilitaires Légers les plus polluants,
- action T3 : réduire les émissions de PM et NOx à partir d'une réduction progressive de la vitesse.

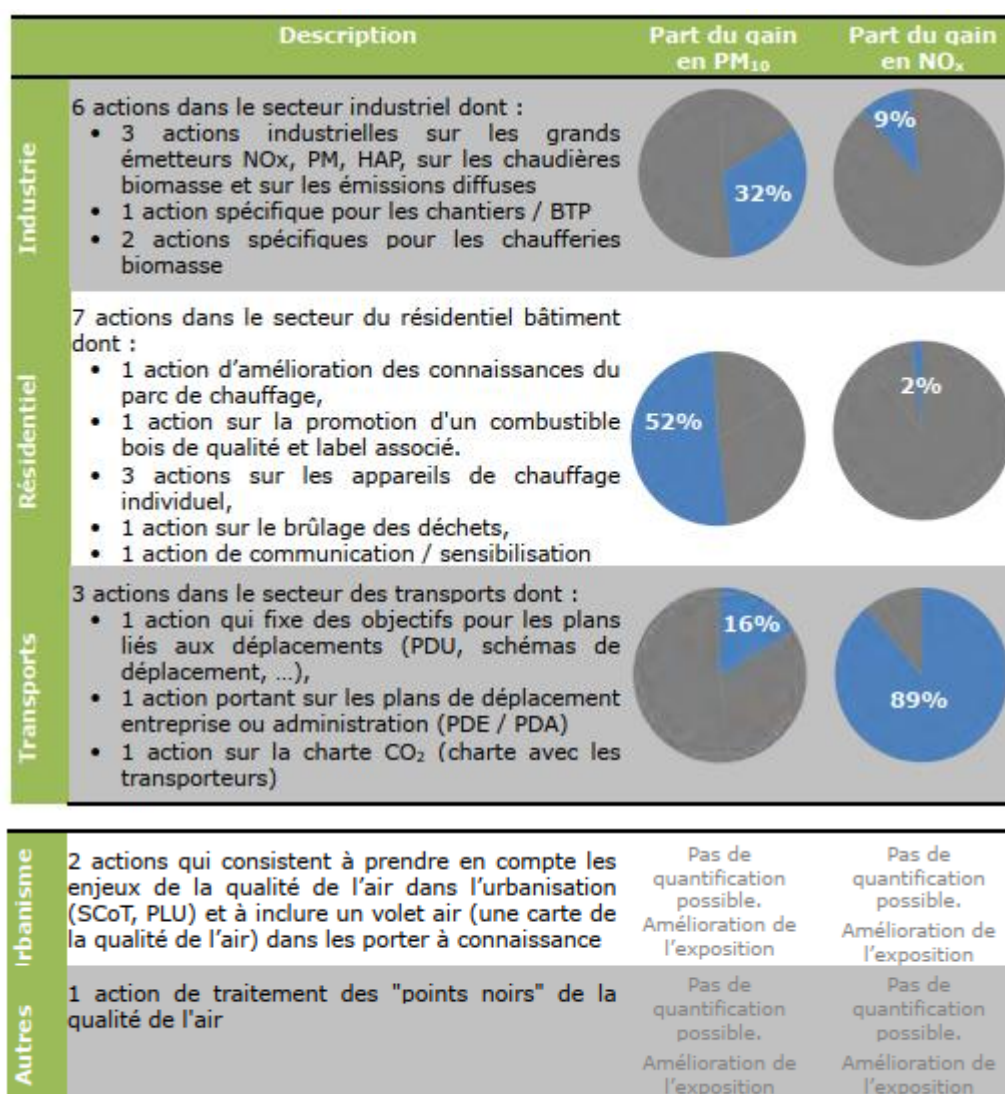


Figure 3 : répartition des actions par thématique et gains attendus (par rapport au gain total des émissions du PPA2)



Figure 4 : synthèse des actions du PPA2

Reprise de 2 actions transport du premier PPA :

- action T1 : interdire les Poids Lourds et Véhicules Utilitaires Légers les plus polluants,
- action T3 : réduire les émissions de PM et NO_x à partir d'une réduction progressive de la vitesse.

Le tableau ci-après (Figure 5) présente les réductions d'émissions attendues sur la globalité du périmètre par la baisse tendancielle associée à la mise en œuvre des mesures prévues dans le PPA2 :

| Gains d'émissions 2015 (par rapport à l'année 2007) | NOx | PM10 | PM2.5 |
|--|-------|-------|-------|
| Objectif global | - 45% | - 31% | - 36% |

Figure 5 : gains d'émissions attendus sur la période 2007-2015

L'évaluation ex-ante réalisé lors de l'élaboration du PPA2 a été réalisée sur la période 2007-2015.

1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2019 ?

L'article L.222-4.IV du Code de l'Environnement indique que les plans font l'objet d'une évaluation au terme d'une période de cinq ans et, le cas échéant, sont révisés. Or, l'arrêté d'approbation par le Préfet du PPA de l'agglomération lyonnaise date du 26 février 2014.

Lors du comité de pilotage du 11 mars 2019, le préfet du Rhône a annoncé officiellement le lancement de la démarche d'évaluation du PPA de l'agglomération lyonnaise.

Cette évaluation quinquennale consiste en :

- une évaluation qualitative participative afin d'analyser la mise en œuvre des mesures, de mettre en évidence les points forts et faibles du PPA actuel, d'en tirer des enseignements. Une consultation a été réalisée auprès de l'ensemble des parties prenantes du PPA sous la forme d'un questionnaire en ligne.
- une évaluation quantitative réalisée en 2019 par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, objet de ce rapport.

1.6 Méthodologie d'évaluation

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 de l'élaboration, la mise en œuvre, le suivi, l'évaluation et la révision des PPA.

Concernant plus spécifiquement le PPA de l'agglomération lyonnaise adopté en 2014, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes :

- a contribué fortement à son élaboration ,
- a accompagné sa mise en œuvre et son suivi,
- et réalise son évaluation quantitative.

La suite de ce rapport présente les résultats de cette évaluation quantitative :

- partie 2 : le bilan de la qualité de l'air de 2013 à 2018,
- partie 3 : l'analyse de l'impact des actions mises en œuvre par le PPA sur la réduction des émissions de polluants atmosphériques et sur les niveaux de concentrations dans l'air auxquels les populations sont exposées.

Cette analyse s'appuie d'une part sur les données de l'inventaire spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et, d'autre part, sur les concentrations modélisées de ces polluants dans l'air ambiant en étudiant la différence entre :

- un scénario « avec les actions PPA » qui correspond aux émissions réelles du territoire,
- un scénario « tendanciel » qui représente le scénario « avec les actions PPA » auquel on a retranché les effets associés à la mise en œuvre des actions qui ont pu être quantifiées.

Les polluants qui ont fait l'objet de l'évaluation quantitative détaillée sont le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules en suspension de diamètre inférieur ou égal à 10 µm et 2,5 µm (PM10 et PM2.5), car au moment de son élaboration, le PPA2 a ciblé ces polluants et leur a défini des objectifs chiffrés de réduction des émissions, en raison de problématique de dépassement réglementaire les concernant.

2. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2018)

Cette partie dresse le bilan des mesures réalisées sur le territoire pour les polluants présentant des dépassements de seuils réglementaires cités dans les directives européenne qualité de l'air, à savoir les particules en suspension, le dioxyde d'azote, l'ozone. Le Benzo(a)Pyrène et le benzène sont également pris en compte dans ce bilan, car il existait une problématique de dépassement pour ces polluants lors de l'élaboration du PPA.

Des éléments concernant le SO₂ sont également présentés, car même si ce polluant respecte les valeurs limites, des valeurs ponctuellement élevées peuvent être encore observées sur certains sites industriels du sud lyonnais.

Les autres polluants réglementés mentionnés dans les figures 1 et 2 ne sont pas traités ici dans ce bilan, car ils ne présentent pas d'enjeux d'un point de vue réglementaire sur le périmètre du PPA de l'agglomération lyonnaise.

Ce bilan présente aussi les résultats cartographiques les plus récents (2018), ainsi que l'évolution des concentrations durant ces 6 années.

Un tableau des normes de qualité de l'air des polluants réglementés figure à l'annexe 1, un tableau de classification des stations de mesure à l'annexe 2.

L'année 2013, avant l'adoption du PPA, sert d'année de référence.

L'année 2018 a été une année plutôt favorable à la qualité de l'air, excepté pour l'ozone. En effet, les mois hivernaux relativement perturbés et les températures douces ont limité les besoins de chauffage et les phénomènes d'inversion de températures. Les épisodes de pollution, notamment aux particules, ont donc sensiblement diminué durant l'hiver 2018. En revanche, les fortes températures et l'ensoleillement marqué durant l'été 2018 ont favorisé la formation d'ozone.

2.1 Localisation des stations et historique des mesures

Selon l'arrêté du 19 avril 2017, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, en tant qu'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement, est chargé de surveiller et d'évaluer la qualité de l'air ambiant pour les polluants réglementés.

La surveillance de la qualité de l'air 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. Sur le territoire du PPA lyonnais, elle est réalisée à partir de :

- un réseau métrologique (voir figures 6 et 7) composé :
 - de stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond, proximité trafic, proximité industrielle, voir annexe 2) ;
 - de stations de mesures temporaires, avec des campagnes de plusieurs mois à plusieurs années sur des territoires non couverts par le réseau fixe ou en complément de celui-ci. Elles sont utilisées notamment pour la réalisation d'études. Pour plus d'informations sur ces mesures : <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/fiche-carte/quelles-campagnes-de-mesures-en-2018>
- un inventaire spatialisé des émissions atmosphériques à une échelle kilométrique (voir éléments méthodologiques dans la partie 3.1.1 page 34),
- une plateforme de modélisation composée :
 - d'un modèle déterministe régional PREVALP d'évaluation de la pollution atmosphérique à une échelle kilométrique ;

- d'un modèle fine échelle (10 m) permettant une meilleure évaluation de la pollution en proximité du trafic automobile (SIRANE) ;
- d'un modèle composite regroupant le modèle régional et les modèles fine échelle.

L'ensemble de ces outils complémentaires (inventaire, modélisation) sont décrits en annexes 3 et 4.

Ils 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 sur l'ensemble du territoire du PPA lyonnais. L'implémentation de scénarios d'émissions dans les modèles permet de caractériser

l'évolution des concentrations et de l'exposition des populations, et donc l'impact de la mise en œuvre d'actions à un horizon donné.

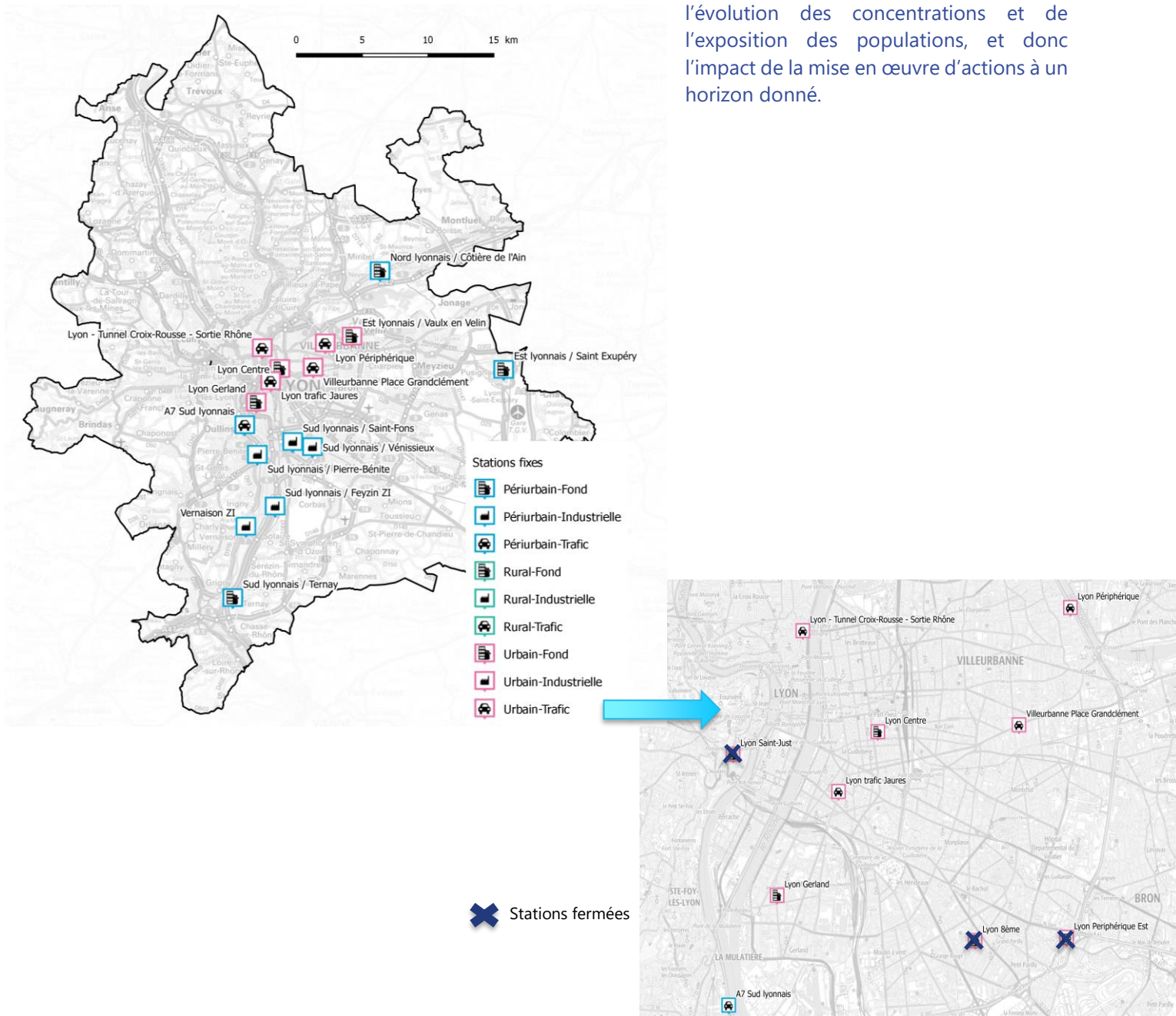


Figure 6 : cartes des stations sur le territoire du PPA lyonnais

| Stations | Polluants mesurés | Période de mesures |
|--|---------------------|------------------------|
| Lyon centre | Dioxyde d'azote | 2007 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2007 à aujourd'hui |
| | Particules PM2.5 | 2007 à aujourd'hui |
| | Ozone | 2007 à aujourd'hui |
| | Benzo(a)Pyrène | 2007 à aujourd'hui |
| | Benzène | 2007-2016 |
| | Dioxyde de soufre | 2007-2016 |
| | Métaux | 2007 à aujourd'hui |
| | Dioxines et furanes | 2006-2012 |
| Lyon Gerland | Dioxyde d'azote | 1994 à aujourd'hui |
| | Ozone | 1994 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2008 à aujourd'hui |
| | Dioxyde de soufre | 1993-2012 |
| | Benzène | 2007-2010 |
| | Formaldéhyde | 2007-2010 |
| Lyon Saint Just | Dioxyde d'azote | 1994-2016 |
| | Ozone | 1994-2016 |
| | Dioxyde de soufre | 1985-2012 |
| Est Lyonnais/ Vaulx en Velin | Dioxyde d'azote | 2004 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2004 à aujourd'hui |
| | Particules PM2.5 | 2004 à aujourd'hui |
| | Ozone | 2004 à aujourd'hui |
| | Dioxyde de soufre | 2004-2012 |
| Lyon Périphérique | Dioxyde d'azote | Fin 2015 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | Fin 2015 à aujourd'hui |
| | Monoxyde de carbone | Fin 2015 à aujourd'hui |
| Villeurbanne place Grand Clément | Dioxyde d'azote | 1993 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 1995 à aujourd'hui |
| | Dioxyde de soufre | 1994 -2003 |
| Lyon trafic Jaurès | Dioxyde d'azote | 2016 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2016 à aujourd'hui |
| Lyon 8ème | Benzo(a)Pyrène | 2010-2014 |
| Lyon Périphérique Est | Benzo(a)Pyrène | 2011 |
| | Dioxyde d'azote | 2007-2014 |
| | Particules PM10 | 2007-2014 |
| Lyon tunnel Croix Rousse Sortie Rhône | Dioxyde d'azote | 2009 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2009 à aujourd'hui |
| | Particules PM2.5 | 2009-2015 |
| | Monoxyde de carbone | 2009 (4 mois) |

| Stations | Polluants mesurés | Période de mesures |
|-------------------------------------|---------------------|--------------------|
| Nord lyonnais / Côtière de l'Ain | Particules PM10 | 2005 à aujourd'hui |
| | Dioxyde d'azote | 2005 à aujourd'hui |
| | Ozone | 2005 à aujourd'hui |
| | Dioxyde de soufre | 2005- 2012 |
| Est lyonnais / Saint Exupéry | Dioxyde d'azote | 2002 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2001 à aujourd'hui |
| | Ozone | 2002 à aujourd'hui |
| | Benzène | 2002 |
| | Dioxyde de soufre | 2002-2004 |
| Sud lyonnais / Ternay | Dioxyde d'azote | 1991 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 1985 à aujourd'hui |
| | Ozone | 1994 à aujourd'hui |
| A7 sud Lyonnais | PM10 | 1999 à aujourd'hui |
| | PM2.5 | 2001 à aujourd'hui |
| | Dioxyde d'azote | 1999 à aujourd'hui |
| | Monoxyde de carbone | 2014 |
| Sud lyonnais / Saint-Fons | Dioxyde d'azote | 2004 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2000 à aujourd'hui |
| | Dioxyde de soufre | 1985-2017 |
| Sud lyonnais / Vénissieux | Benzo(a)Pyrène | 2007 à aujourd'hui |
| | Métaux | 2007-2018 |
| | Dioxyde de soufre | 2004-2017 |
| Sud lyonnais / Feyzin ZI | Dioxyde de soufre | 1985 à aujourd'hui |
| | Benzène | 2002 à aujourd'hui |
| | Particules PM10 | 2003 à aujourd'hui |
| | Dioxyde d'azote | 1985-2017 |
| | 1,3-butadiène | 2004 à aujourd'hui |
| Sud lyonnais / Pierre-Bénite | Dioxyde de soufre | 1985-2017 |
| | Benzène | 2008-2018 |
| Vernaison ZI | Benzène | 2008 à aujourd'hui |
| | 1,3-butadiène | 2007-2008 |
| | Dioxyde de soufre | 1985-2017 |

Figure 7 : les polluants mesurés par les différentes stations de mesures du périmètre du PPA lyonnais

2.2 Le dioxyde d'azote (NO₂)

Le dioxyde d'azote, polluant principalement émis par le transport routier, est problématique dans les zones proches des grandes voiries.

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de NO₂ en 2018 (Figure 8), montre que la valeur limite annuelle réglementaire de 40 µg/m³ n'est toujours pas respectée sur une partie du territoire du PPA, en particulier au niveau de l'agglomération lyonnaise sur les zones les plus proches des grands axes.

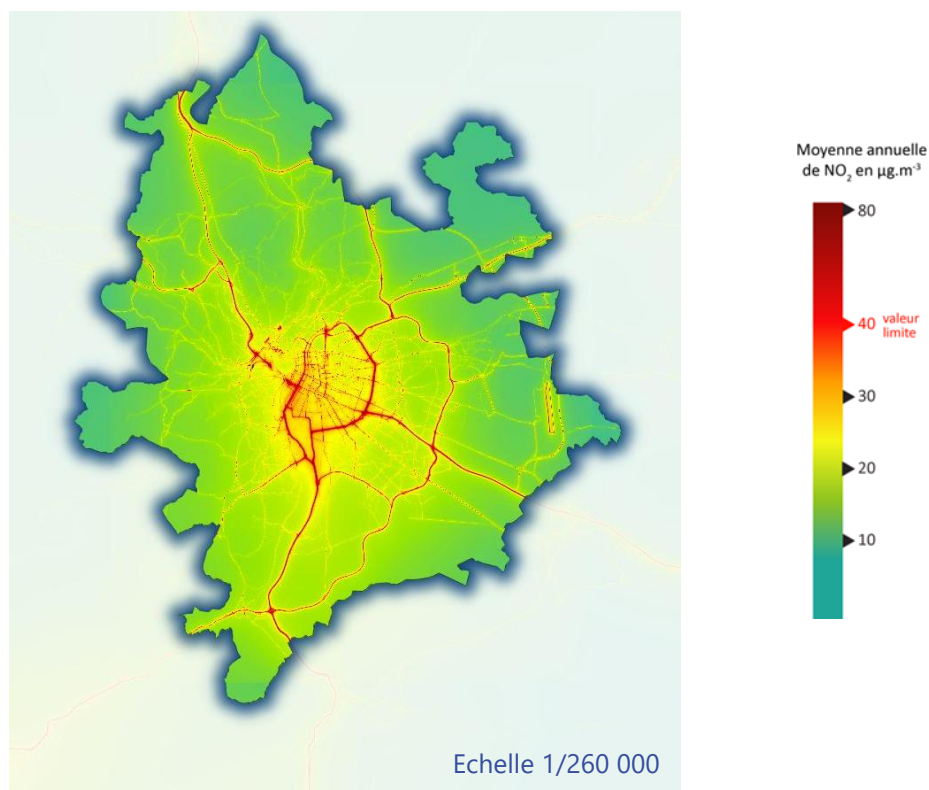


Figure 8 : concentration moyenne en NO₂ en 2018

Sur le territoire du PPA en 2018, on estime à environ 14 000 le nombre de personnes pouvant être exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote. Ces personnes se situent le long des principaux axes routiers et au centre de l'agglomération (zone intra-périphérique).

Les concentrations de dioxyde d'azote ont tendance à diminuer régulièrement ces dernières années (cf. Figures 9 et 10).

Ainsi en 2018, les mesures effectuées le long de certains axes du centre-ville, comme à « Villeurbanne place Grand Clément » et à « Lyon Trafic Jaurès » 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 réglementaire (voir figure 9), notamment pour des sites proches des autoroutes et périphériques, ainsi que pour des points particuliers comme le site en sortie Rhône du tunnel de la Croix Rousse. Des efforts particuliers de réduction des émissions seront nécessaires pour le respect de la réglementation en ces points.

Les niveaux observés sur ces sites constituent les maxima de la région.

A noter que dans la Métropole de Lyon, concernant la seconde valeur limite réglementaire fixée pour le dioxyde d'azote (qui est une valeur horaire, voir annexe 1), les sites de proximité trafic situés aux abords des autoroutes et périphériques sont sensibles à cette valeur (200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an).

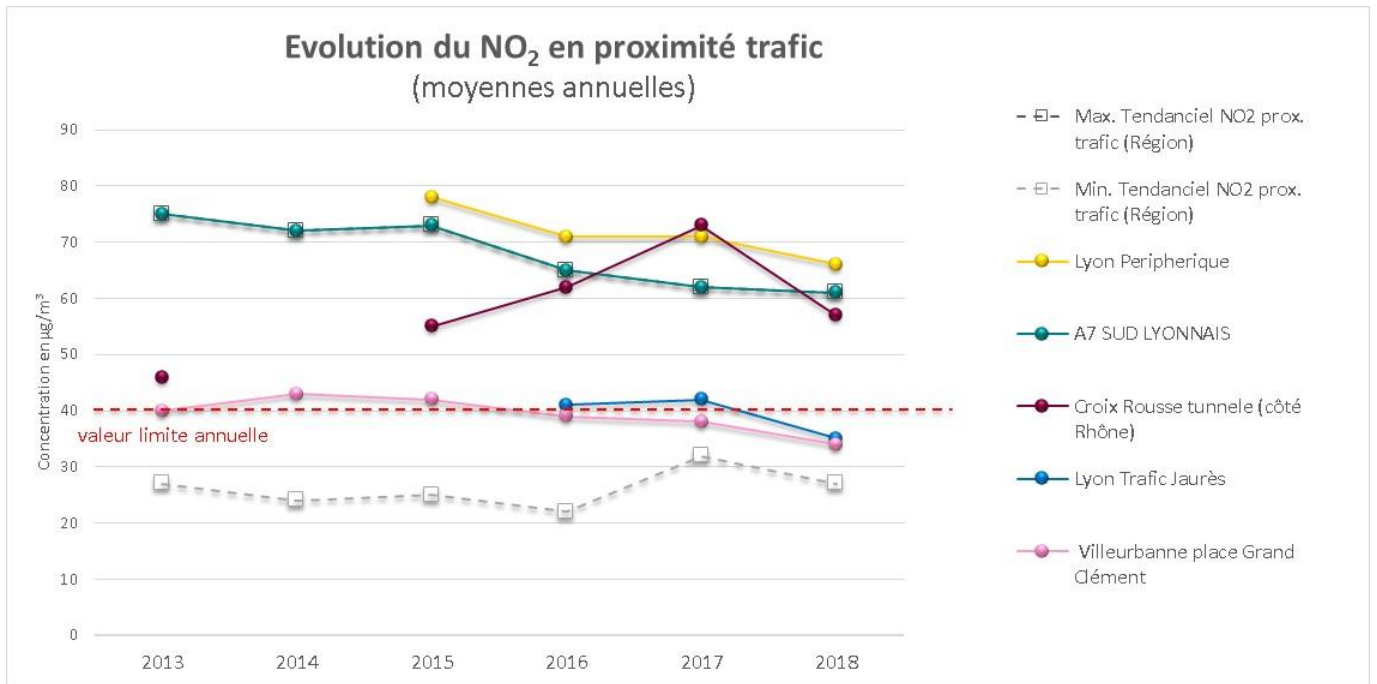


Figure 9 : historique des moyennes annuelles en NO₂ en proximité trafic

NB : le site trafic « Lyon périphérique », en place depuis seulement 3 ans, n'est pas pris en compte dans le calcul des statistiques tendancielle. Il en est de même pour le site à proximité de la sortie du tunnel de la Croix-Rousse côté Rhône, car il s'agit d'un site d'observation spécifique. Néanmoins, l'évolution de leurs moyennes annuelles est présentée dans les figures 9 et 11.

Concernant les sites implantés en situation de fond et renseignant sur le niveau moyen de l'agglomération lyonnaise, les moyennes annuelles respectent la valeur réglementaire. On observe une diminution relativement faible mais régulière des concentrations sur l'ensemble de la période. Même si la diminution des niveaux est faible, elle progresse régulièrement.

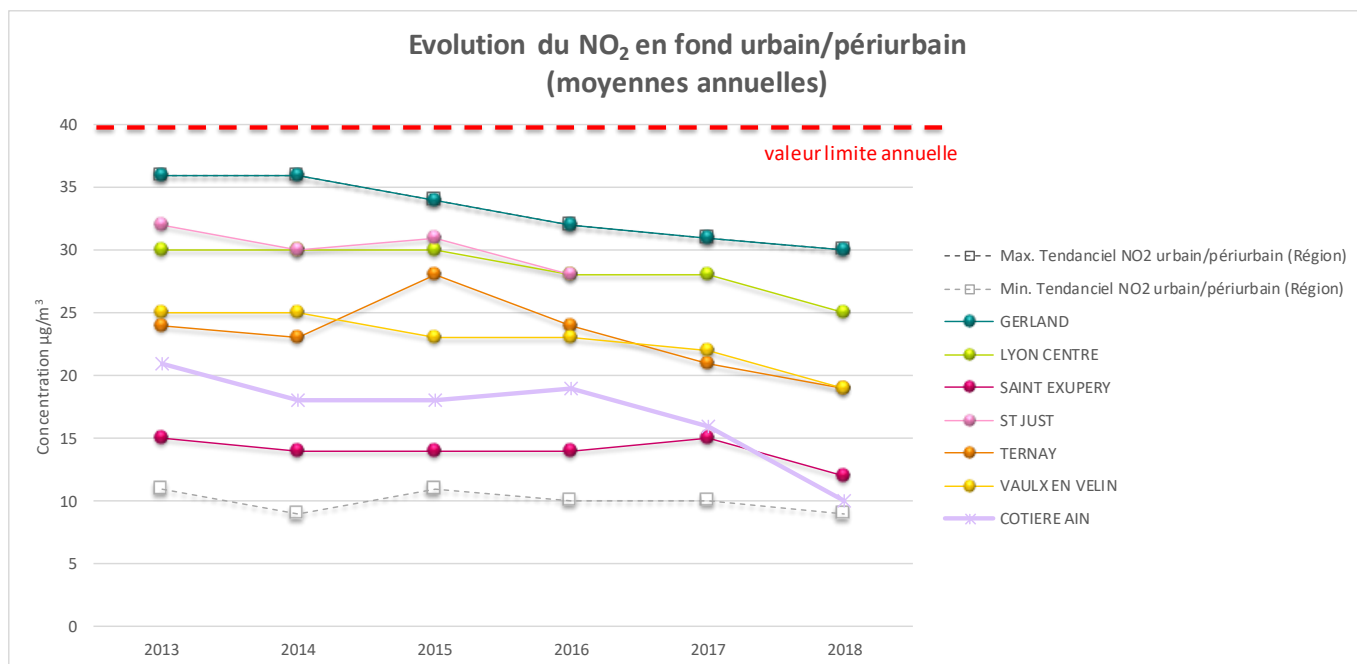


Figure 10 : historique des moyennes annuelles en NO₂ en fond urbain/péri-urbain

| Evolution 2013-2018 | |
|----------------------------------|------|
| Sites trafic | |
| A7 sud lyonnais | -19% |
| Grand Clément | -15% |
| Croix Rousse Tunnel (côté Rhône) | 24% |
| Sites de fond urbain-périurbain | |
| Gerland | -17% |
| Lyon centre | -17% |
| Saint Exupéry | -20% |
| Ternay | -21% |
| Vaulx en Velin | -24% |
| Site industriel | |
| Saint Fons | -23% |

Evolution du dioxyde d'azote (NO₂) par typologie de stations de mesures

Concentrations moyennes en Auvergne-Rhône-Alpes de 2013 à 2018

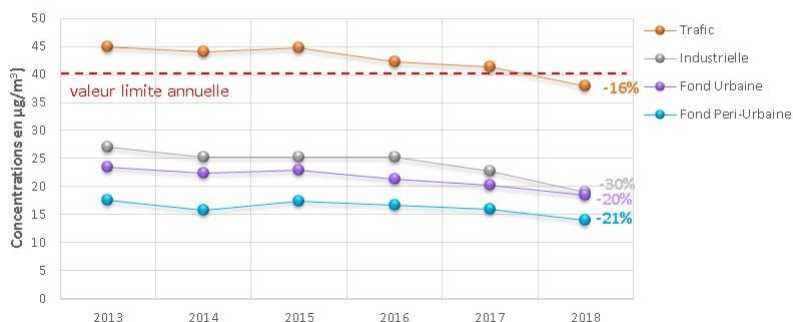


Figure 11 : évolution 2013-2018 - NO₂ sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de NO₂ ont baissé sur la plupart des sites. Ce constat se retrouve au niveau de la région dans des proportions à peu près similaires.

Concernant l'évolution de la station Croix-Rousse Tunnel côté Rhône, il faut noter que le tunnel qui était en travaux a été réouvert à la circulation début septembre 2013. Pour rappel, cette station est située dans la cour de l'école Michel Servet, en sortie de tunnel côté Rhône. Elle a été implantée en 2008/2009 pour surveiller les niveaux de NO₂ et de particules PM10 pendant les phases de travaux de rénovation du tunnel de la Croix-Rousse. Après la réouverture du tunnel en septembre 2013, les mesures ont été maintenues pour évaluer et surveiller l'évolution des niveaux. Depuis 2017, ce site présente régulièrement des concentrations en NO₂ atypiques par rapport aux autres sites de typologie trafic de l'agglomération lyonnaise (concentrations et fréquence des pics élevés et parfois non corrélées avec les autres sites de mesure trafic). Plusieurs analyses montrent que l'évolution des concentrations en NO₂ de ce site de mesure ne peut être corrélée de manière unique et directe à un seul facteur d'influence particulier (conditions de circulation, météorologie). Pour l'observatoire d'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes, il s'agit d'un site « d'observation spécifique » (qui ne répond donc pas à une obligation réglementaire), situé dans une zone qualifiée « de vigilance » par rapport à une problématique spécifique liée au trafic routier et à l'urbanisme (cf action 19).

2.3 Les particules en suspension PM10

Les particules sont classées en fonction de leur taille :

- les PM10 : particules de diamètre inférieur ou égal à 10µm,
- les PM2.5 : particules de diamètre inférieur à 2,5 micromètres

On distingue :

- les particules primaires, directement émises dans l'atmosphère. Elles sont majoritairement issues des combustions incomplètes liées aux chauffages (notamment au bois), aux activités industrielles, ainsi qu'aux transports (particules émises directement par la combustion des carburants, particules résultant de l'usure des pneumatiques et des freins, particules provenant de la remise en suspension des dépôts sur la chaussée par la circulation).
- les particules secondaires, formées dans l'atmosphère suite à des réactions physico-chimiques pouvant impliquer le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x) ou les composés organiques volatils (COV), des particules primaires.

La surveillance réglementaire des particules PM10 se base sur 2 valeurs limites réglementaires.

2.3.1 Moyenne annuelle

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM10 en 2018 (Figure 12) montre que la valeur limite annuelle réglementaire de 40 µg/m³ est respectée sur l'ensemble du territoire du PPA, sauf sur certains axes routiers structurants.

En effet, les abords des principaux axes routiers gardent des valeurs supérieures au reste du territoire et sont touchés par des dépassements réglementaires.

On estime à moins de 100 personnes le nombre de personnes exposées à des valeurs supérieures à la valeur limite réglementaire annuelle en PM10, en 2018.

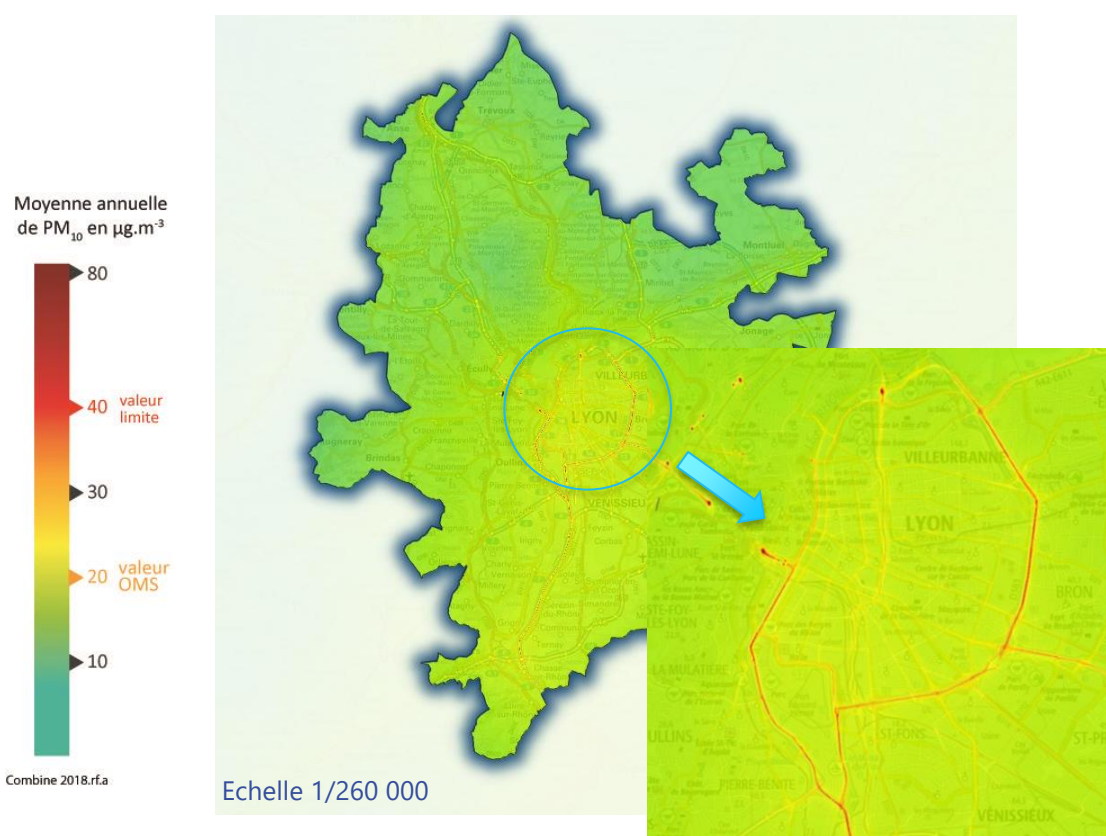


Figure 12 : concentration moyenne annuelle en PM10 en 2018

Au niveau du réseau de mesures fixes, 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'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est encore dépassé au niveau des stations de proximité trafic. Pour la première fois en 2018, ce seuil est respecté pour les stations de fond urbain. Ce bon résultat devra toutefois être confirmé dans le futur, dans la mesure où la météo de l'année 2018 (hiver doux et perturbé) a été plutôt favorable à de moindres concentrations de particules.

NB : le site trafic « Lyon périphérique », en place depuis seulement 3 ans, n'est pas pris en compte dans le calcul des statistiques tendancielle. Il en est de même pour le site à proximité de la sortie du tunnel de la Croix-Rousse côté Rhône, car il s'agit d'un site d'observation spécifique. Néanmoins, l'évolution de leurs moyennes annuelles est présentée dans les graphes qui suivent.

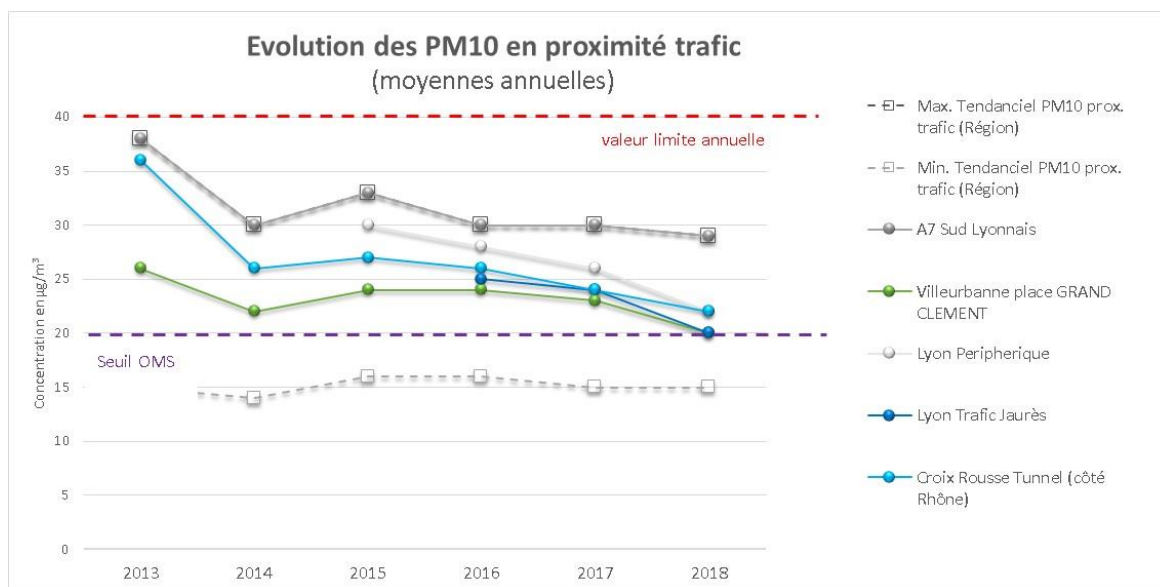


Figure 13 : historique des moyennes annuelles en PM10 en proximité trafic

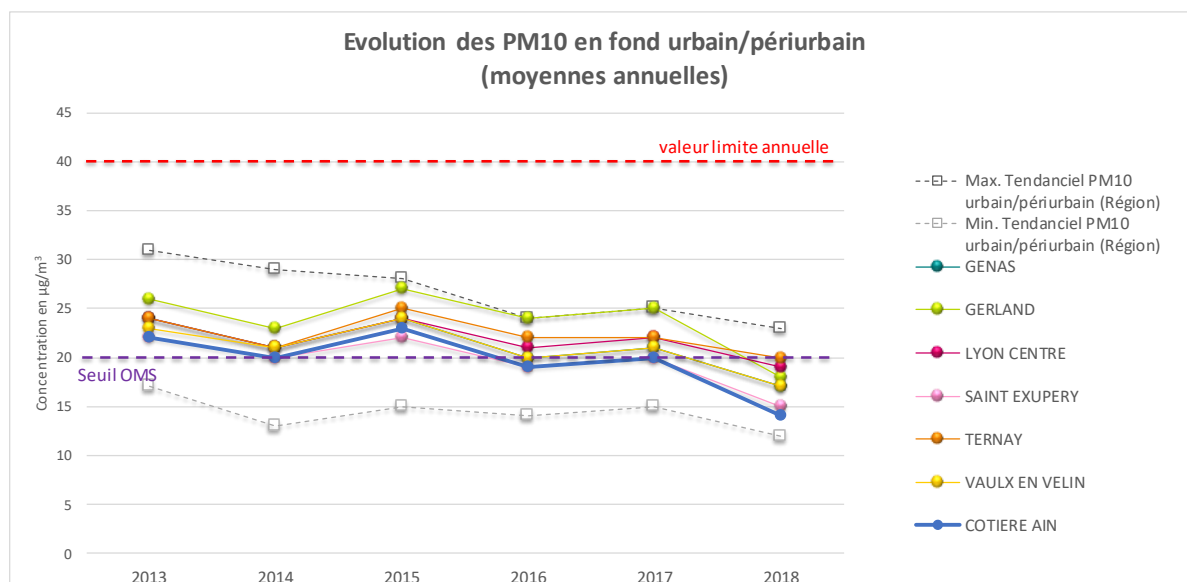


Figure 14 : historique des moyennes annuelles en PM10 en fond urbain/péri-urbain

Même si la baisse régulière des niveaux de PM10 se confirme ces dernières années, une partie de la population du territoire du PPA reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS : 165 000 habitants sont exposés au dépassement de ce seuil en 2018. La grande majorité de ces personnes (159 000 personnes, soit plus de 96 %) résident dans la métropole lyonnaise.

| Evolution 2013-2018 | |
|----------------------------------|------|
| Sites trafic | |
| A7 sud Lyonnais | -24% |
| Grand Clément | -23% |
| Croix Rousse Tunnel (côté Rhône) | -39% |
| Sites de fond urbain-périurbain | |
| Genas | -29% |
| Gerland | -31% |
| Lyon centre | -21% |
| Saint Exupéry | -32% |
| Ternay | -17% |
| Vaulx en Velin | -26% |
| Cotière de l'Ain | -36% |
| Sites industriels | |
| Saint Fons | -23% |
| Feyzin | -32% |

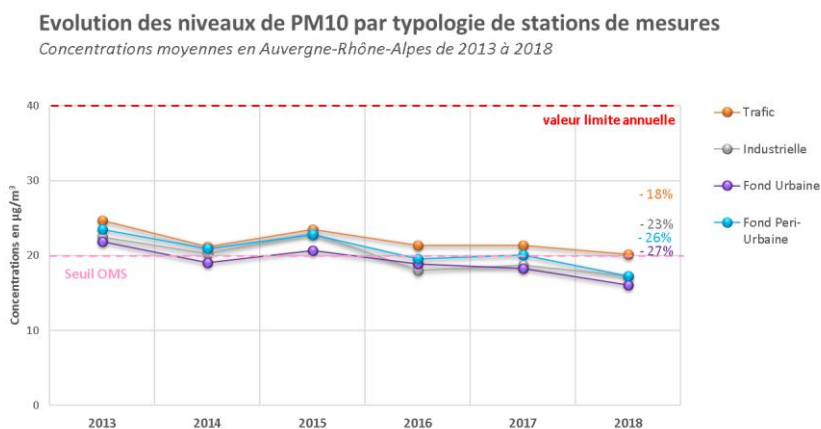


Figure 15 : évolution 2013-2018 – PM10 (NB : valeur indicative pour Vaulx en Velin, car couverture de données insuffisante en 2018 ²) sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de PM10 ont nettement baissé sur la plupart des sites, avec une réduction comprise entre 20 et 30%.

Comme pour le NO₂ ce constat est le même sur la région dans des proportions similaires.

2.3.2 Valeur limite journalière

La valeur limite en moyenne journalière est respectée en 2018 sur l'ensemble du territoire du PPA (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an). En effet, aucun dépassement de cette valeur réglementaire n'a été observé sur les stations de mesure.

Toutefois, les concentrations évaluées grâce à la modélisation montrent que l'agglomération lyonnaise reste tout de même un territoire sensible vis-à-vis de cette valeur réglementaire, en particulier autour des principaux axes routiers. On déduit de la carte ci-après, que moins d'une centaine d'habitants sont exposés au dépassement de ce seuil.

² Désigne le pourcentage de données horaires valides sur l'année civile = 82 % en 2018 pour la station de Vaulx en Velin (le % sur l'année pour les PM10 doit être >= 85 %)

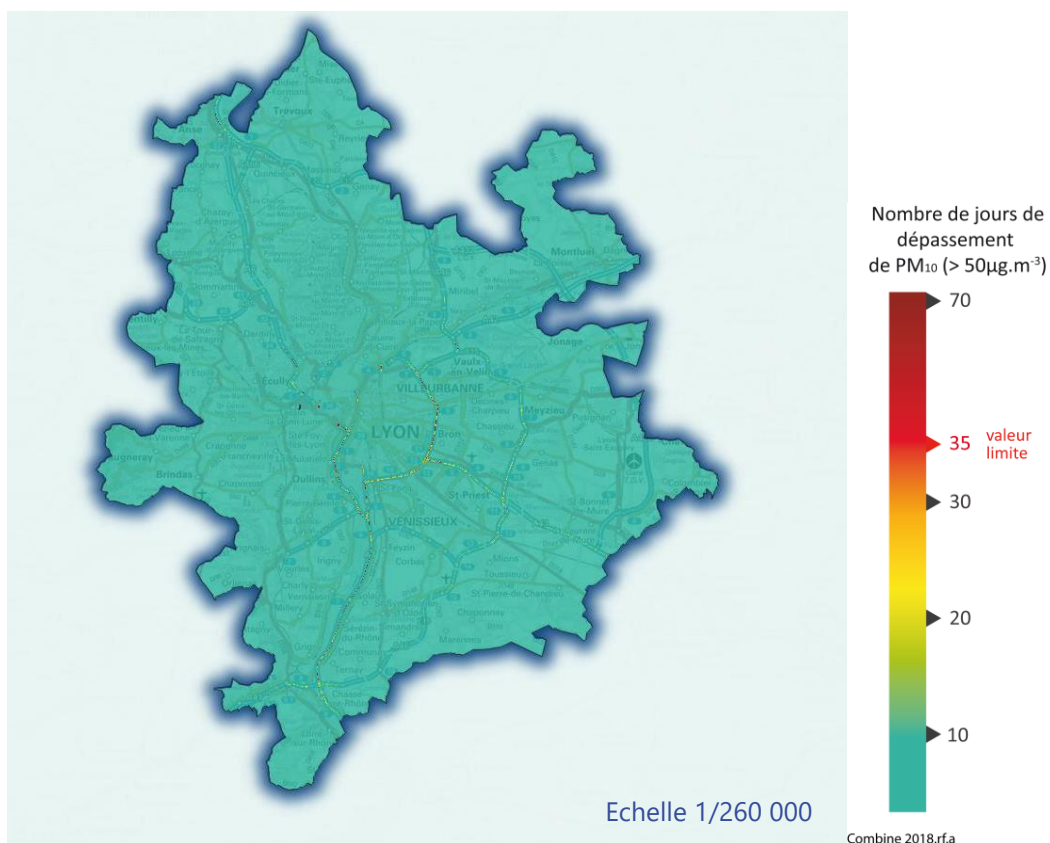


Figure 16 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2018

Avec la diminution des niveaux d'émissions et les conditions météorologiques plutôt favorable aux particules ces deux dernières années (hivers plutôt doux et perturbés nécessitant moins de besoin de chauffage), il n'y a pas eu de dépassement depuis 2016 sur le territoire du PPA au niveau des stations de mesure du territoire.

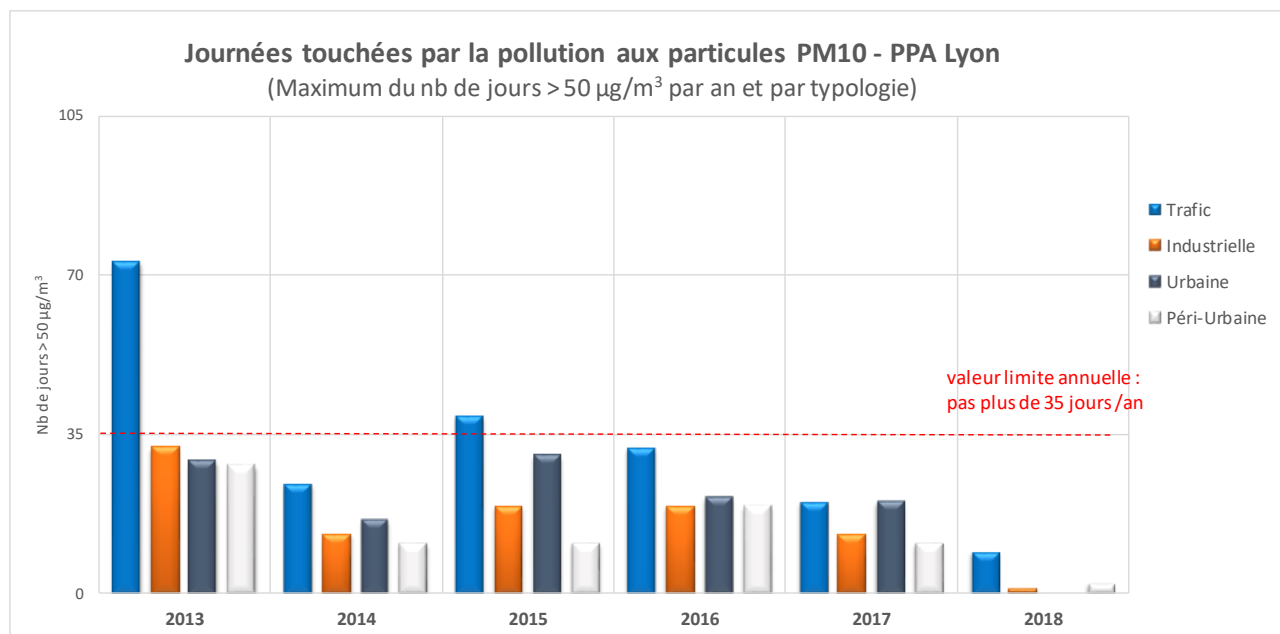


Figure 17 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA de Lyon

Le nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur limite journalière (moins de 100 personnes en 2018) est en très nette baisse par rapport aux années précédentes.

Néanmoins, l'agglomération lyonnaise reste un territoire sensible vis-à-vis de cette valeur réglementaire, en particulier autour des principaux axes routiers (A7 et boulevard périphérique). On constate sur tous les sites présentés une tendance à la baisse. Cependant, les variations annuelles peuvent être importante, en raison notamment de conditions météorologiques qui influencent fortement la qualité de l'air.

2.4 Les particules en suspension PM2.5

Comme les PM10, les particules en suspension PM2.5 (de diamètre inférieur ou égal à $2,5\mu\text{m}$) proviennent de trois principales sources : du secteur résidentiel, des transports et du secteur industriel.

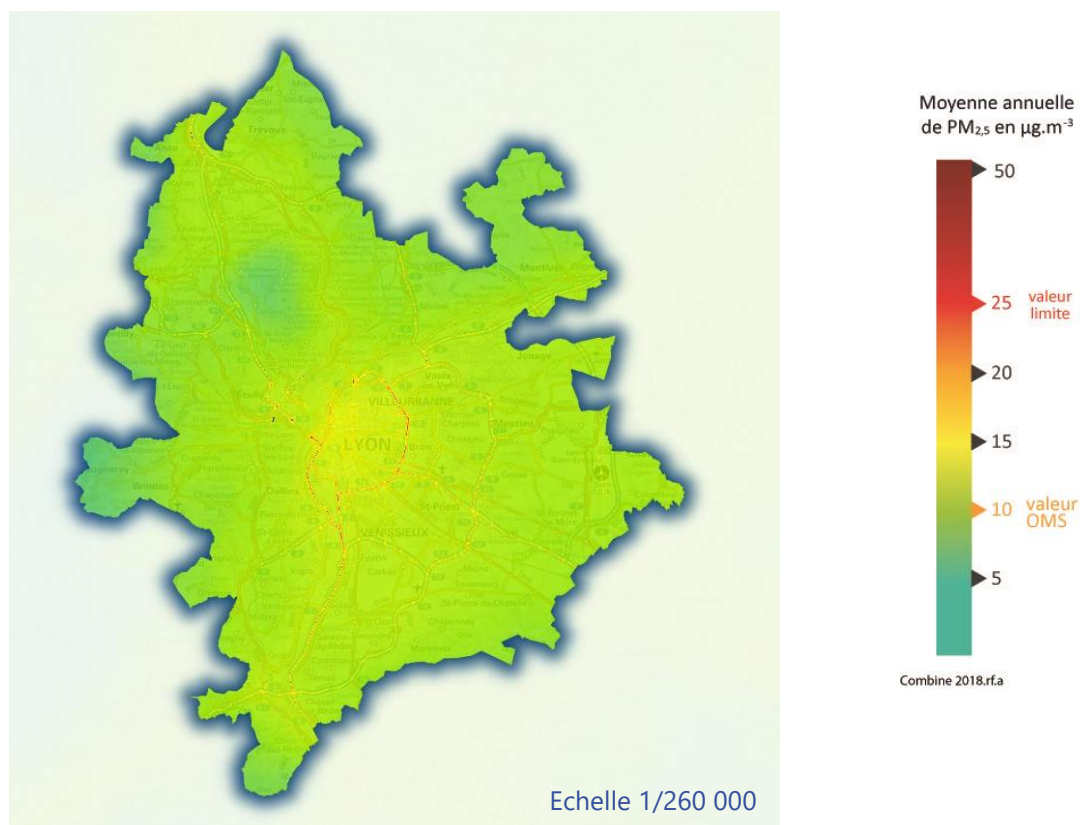


Figure 18 : concentration moyenne annuelle en PM2.5 en 2018

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM2.5 en 2018 (Figure 18) montre que la valeur limite de $25\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble du territoire du PPA, sauf sur les grands axes routiers structurants qui restent sensibles à cette pollution particulaire et qui peuvent atteindre des niveaux parfois supérieurs à la valeur réglementaire. Moins de 100 habitants sont exposés au dépassement de ce seuil en 2018.

Au niveau des stations, à l'instar des PM10, les concentrations moyennes annuelles de PM2.5 respectent depuis plusieurs années la valeur limite annuelle réglementaire, quelle que soit la typologie des sites de mesures.

Toutefois, le seuil recommandé par l'OMS pour les PM2.5 ($10\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) continue à être dépassé, que ce soit au niveau des stations mesurant la pollution de fond qu'au niveau de celles implantées en proximité trafic.

On note sur le graphe ci-dessous, que, depuis 2014, la diminution des moyennes annuelles ralentit.

L'exposition des populations à ce seuil sur le territoire du PPA est évaluée, en 2018, à près d'1,4 millions d'habitants (87 % de la population).

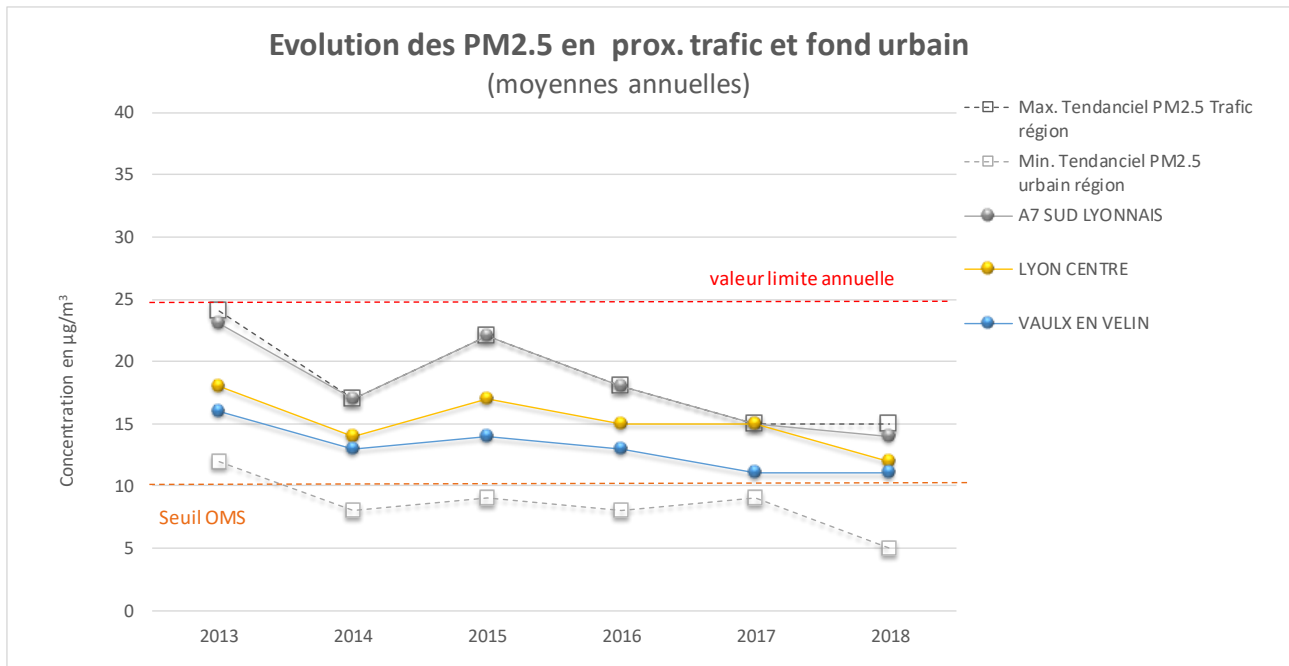


Figure 19 : historique des moyennes annuelles en PM2.5 en proximité trafic et en fond urbain

Evolution des particules PM2.5 par typologie de stations de mesures Concentrations moyennes en Auvergne-Rhône-Alpes de 2013 à 2018

| Evolution 2013-2018 | |
|----------------------|------|
| sites trafic | |
| A7 sud lyonnais | -39% |
| Sites de fond urbain | |
| Lyon centre | -33% |
| Vaulx en Velin | -31% |

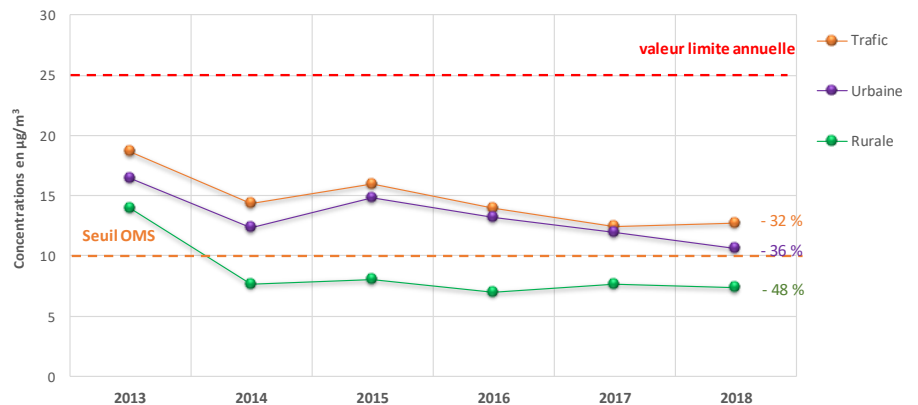


Figure 20 : évolution 2013-2018 – PM2.5 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de PM2.5 ont nettement baissé sur le territoire du PPA lyonnais avec une réduction d'environ 30% sur les stations de fond urbaines et 40% en situation de proximité trafic. Ce constat est le même sur la région dans des proportions globalement similaires.

Malgré cette baisse, sauf si des mesures supplémentaires de réduction des émissions sont appliquées, le dépassement du seuil de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle) risque de perdurer dans les prochaines années, avec une exposition marquée de la population.

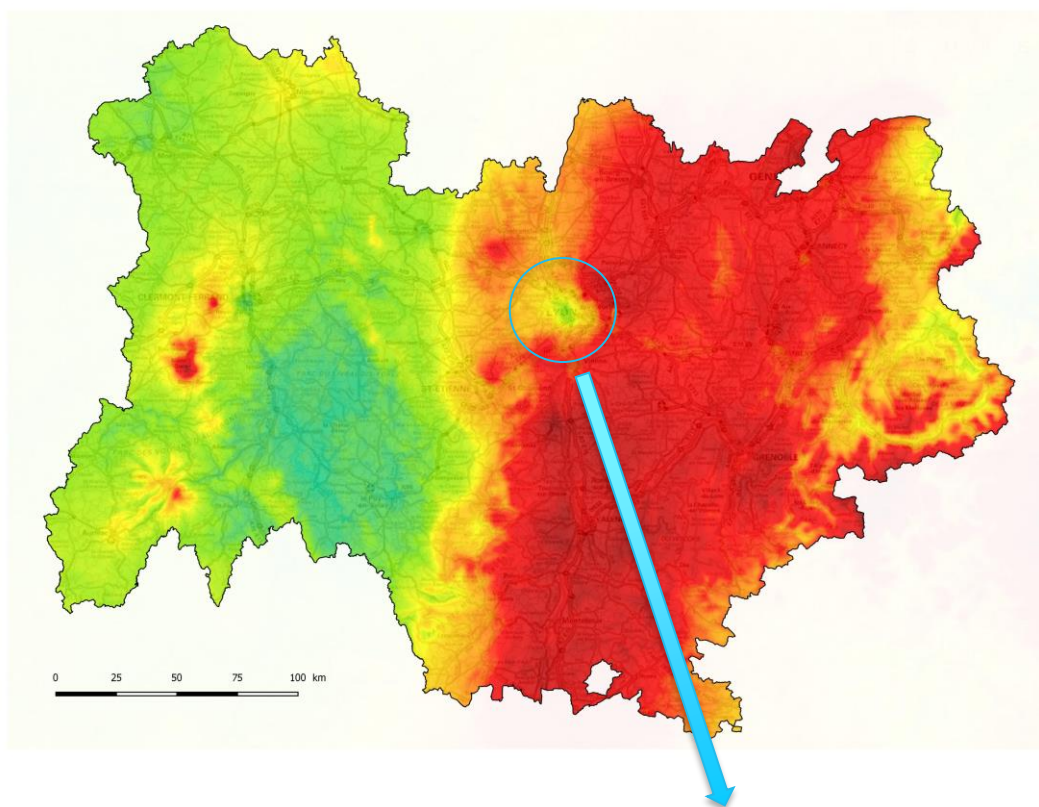
2.5 L'ozone

2.5.1 Définition et sources

Ce composé est dit « secondaire » car il n'est pas émis directement par une source primaire. Il est issu de réactions chimiques dans l'atmosphère quand certaines conditions sont réunies : présence de polluants précurseurs issus des activités humaines³, chaleur et ensoleillement.

Les mécanismes réactionnels de formation de ce composé sont complexes et les concentrations varient dans le temps (différence jour/nuit) et dans l'espace (zones urbaines / péri-urbaines / rurales). Les concentrations les plus élevées sont généralement relevées dans les zones périphériques des zones émettrices des polluants primaires. En effet, ce polluant secondaire est formé par réactions chimiques et prospère sur des territoires plutôt périurbains et ruraux. En centre-ville, il est détruit dès sa formation par les polluants primaires présents en excès.

2.5.2 Un large territoire en dépassement



Voir zoom page suivante

³ trafic routier, certains procédés et stockages industriels, usage de solvant peintures

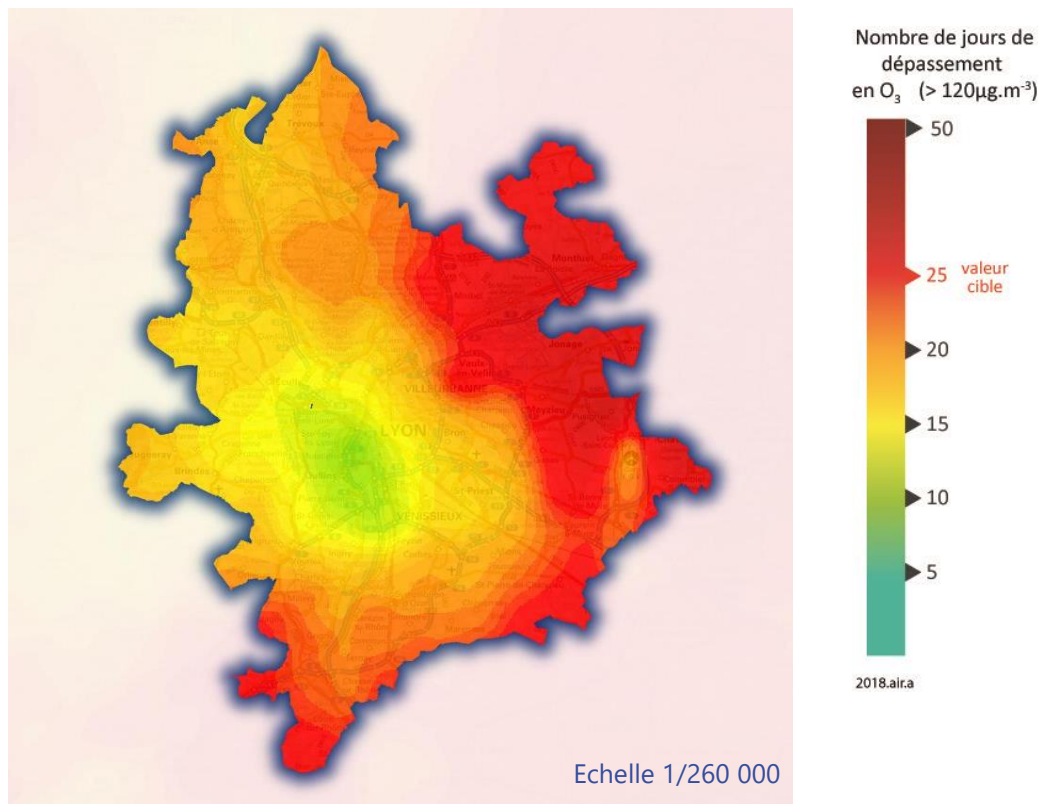


Figure 21 : nombre de jours de dépassement en O₃ sur le territoire de la région et du PPA (> 120 µg.m⁻³ sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur 3 ans) : valeur cible protection de la santé.

En 2018, les conditions météorologiques ont été particulièrement favorables à la formation de l'ozone (températures élevées, ensoleillement marqué). Les mois de juin et d'août ont été les plus chauds jamais enregistrés par Météo-France après ceux de 2003.

Sur le territoire du PPA, 6,3% des habitants (environ 100 000 personnes) sont exposés à un dépassement de la valeur cible de protection de la santé en 2018. Les dépassements sont principalement observés dans la partie sud du territoire, ainsi que sur l'est lyonnais.

Lyon et les communes limitrophes sont moins touchées par l'ozone que le reste du territoire du PPA, puisque ce polluant secondaire est formé par réactions chimiques et prospère sur des territoires plutôt périurbains et ruraux. En centre-ville, il est détruit dès sa formation par les polluants primaires présents en excès.

Tous les sites de la Métropole de Lyon en 2018, respectent la valeur réglementaire pour la santé, ce qui n'est pas le cas pour les sites périurbains comme le site de mesure de la Côtère de l'Ain, la station Saint Exupéry et de Ternay.

A noter que l'objectif long terme (aucun dépassement du 120 µg.m⁻³ sur 8 heures) n'est pas respecté sur la totalité du territoire, à l'instar des années précédentes.

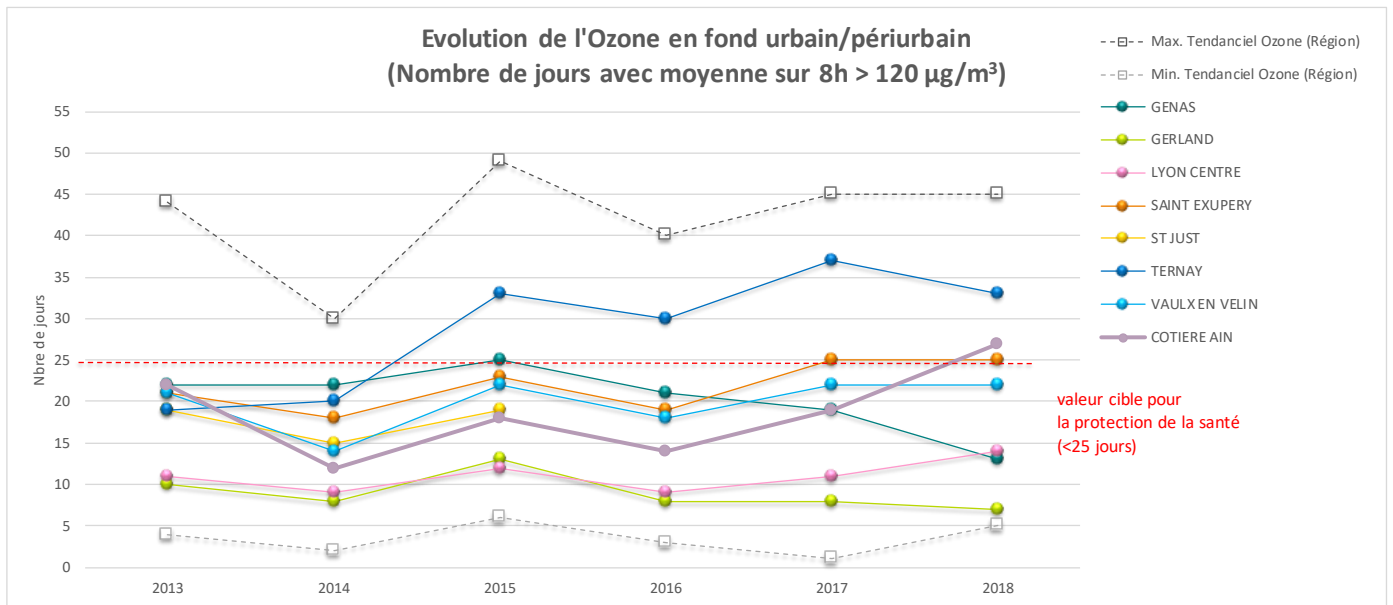


Figure 22 : évolution 2013-2018 valeur cible ozone protection de la santé en fond urbain et péri-urbain

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes d’ozone ont tendance à augmenter sur la plupart des sites à l’exception de quelques sites. Il convient de noter que les niveaux d’ozone peuvent être modulés par les conditions de dispersion (vent, stabilité de l’atmosphère) et les imports des régions voisines et que ces paramètres sont variables d’une année sur l’autre.

L’ozone est le seul polluant qui a connu une hausse sensible ces deux dernières années, après une période de stagnation. Les périodes estivales chaudes et ensoleillées ont été particulièrement favorables à de fortes concentrations d’ozone sur une large partie du territoire de la région Auvergne Rhône-Alpes, touchant des territoires qui ne l’étaient pas forcément avant, comme le bassin lyonnais et le département de l’Ain.

2.6 Le Benzo(a)Pyrène

Lors de l'élaboration du PPA, il existait une problématique de dépassement de la valeur cible du Benzo(a)Pyrène en proximité industrielle. La situation s'est améliorée avec une baisse marquée, en 2013, des émissions industrielles.

Les niveaux de B(a)P ne posent plus de problème réglementaire depuis plusieurs années, même dans la zone industrielle du Sud Lyonnais. La valeur cible annuelle est respectée sur la totalité du territoire du PPA depuis 2013.

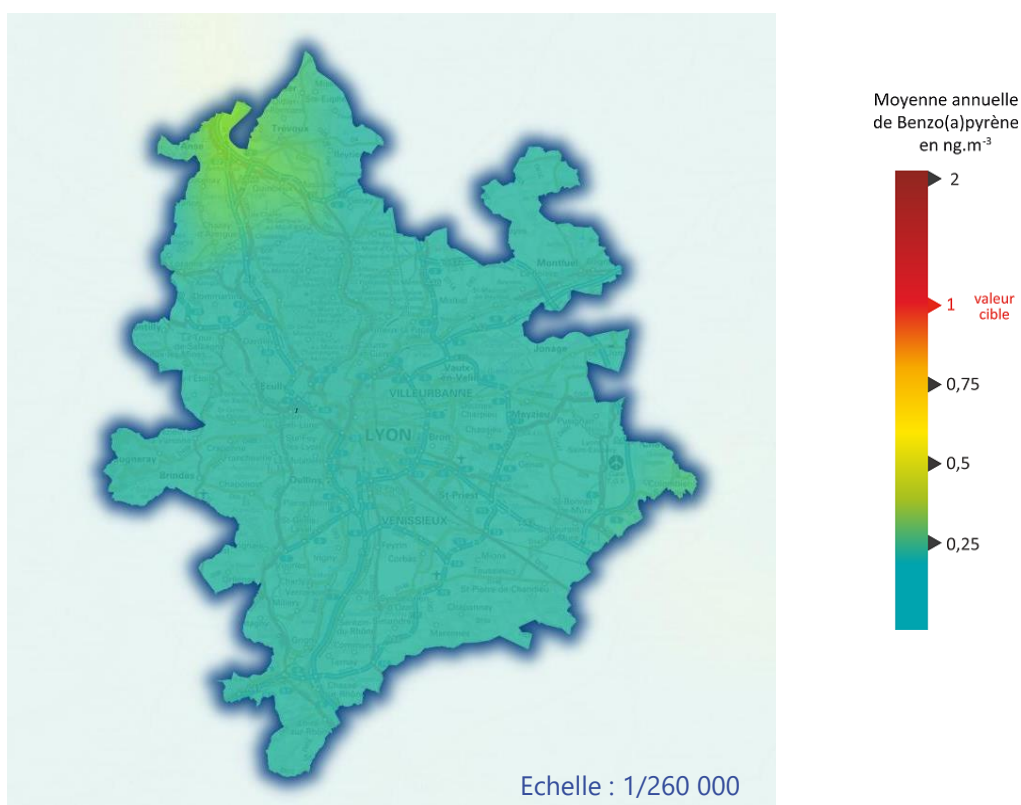


Figure 23 : moyenne annuelle en B(a)P en 2018

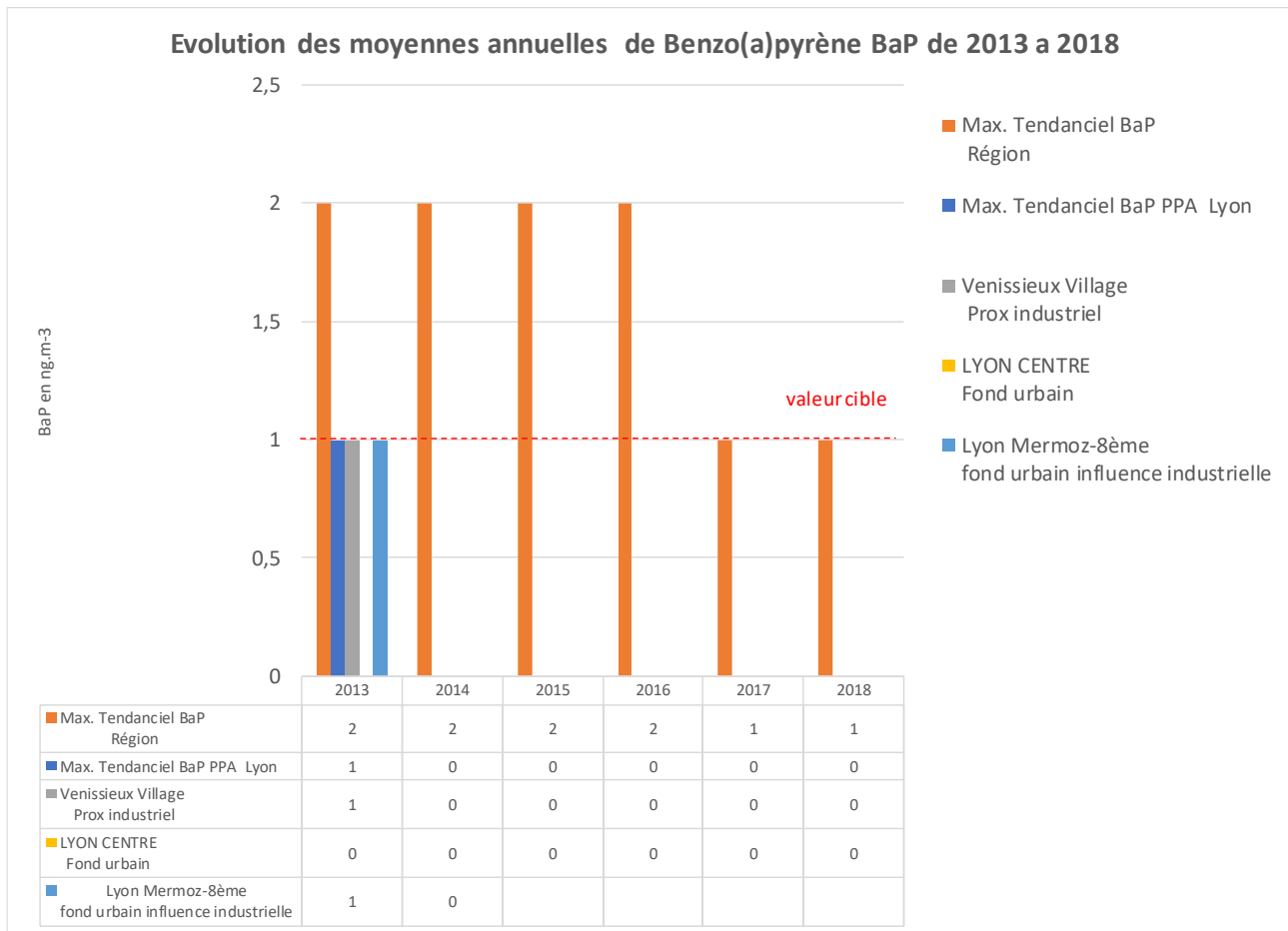


Figure 24 : historique des moyennes annuelles en B(a)P de 2013 à 2018

NB : depuis 2016, d'après le guide méthodologique national pour le calcul des statistiques, les moyennes annuelles doivent être arrondies à la même précision numérique que le seuil réglementaire de qualité de l'air. Les valeurs dans le tableau (figure 24), comprises entre 0,1 et 0,4 ont été arrondies à la valeur zéro étant donné que le seuil réglementaire pour le B(a)P ($> 1 \text{ ng.m}^{-3}$ en moyenne annuelle) ne prend pas compte de chiffre avec une décimale. Les cases vident signifient qu'il n'y a plus de mesure de B(a)P effectuée sur ce site.

2.7 Les Composés Organiques Volatils : le cas du benzène

Le benzène fait partie de la famille des Composés Organiques Volatils et est un précurseur d’ozone. Le benzène est le seul COV à être réglementé dans l’air ambiant.

Le graphique ci-dessous représente l’évolution des moyennes annuelles des concentrations de benzène sur le territoire du PPA pour les sites fixes de proximité industrielle, de proximité trafic et de fond urbain.

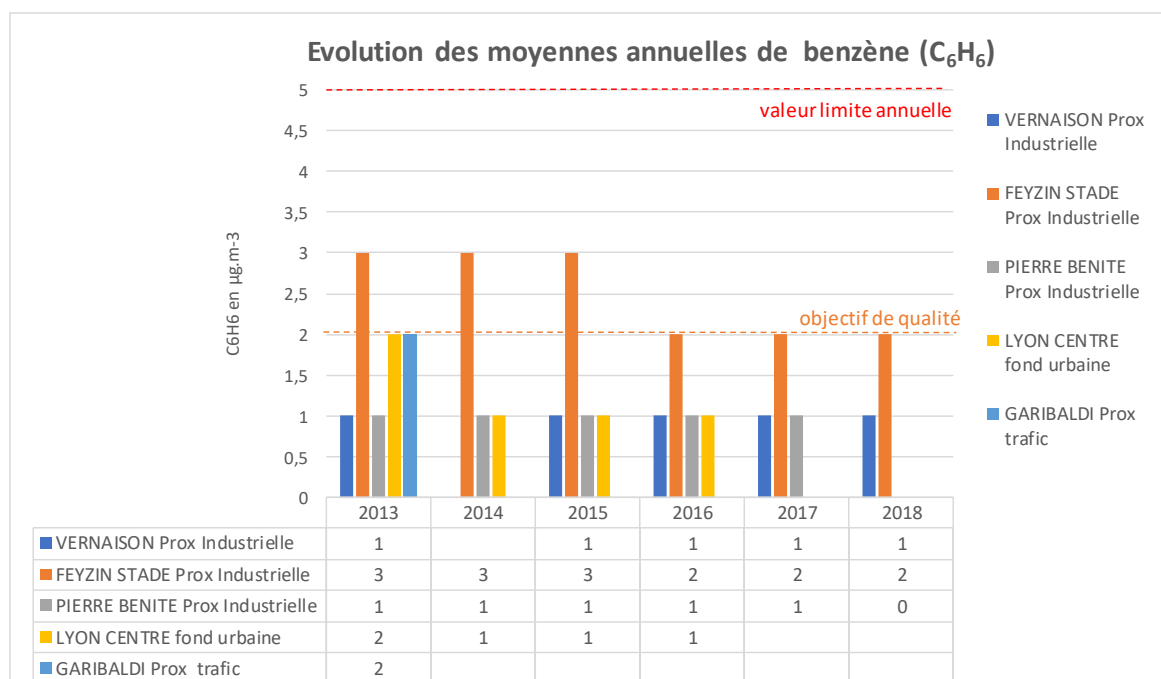


Figure 25 : historique des moyennes annuelles de benzène de 2013 à 2018

Les moyennes annuelles de benzène observées de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA ne dépassent pas la valeur limite annuelle de 5 µg/m³.

Des dépassements de l’objectif de qualité (2 µg/m³) sont constatés en proximité industrielle sur le site de Feyzin stade de 2013 à 2015, mais depuis 2016 les concentrations respectent cette valeur.

En proximité trafic, la situation s’est nettement améliorée avec des concentrations qui respectent l’objectif de qualité depuis une dizaine d’année.

NB : depuis 2016, d’après le guide méthodologique national pour le calcul des statistiques, les moyennes annuelles doivent être arrondies à la même précision numérique que le seuil réglementaire de qualité de l’air. Les valeurs dans le tableau (figure 25), comprises entre 0,1 et 0,4 ont été arrondies à la valeur zéro étant donné que les seuils réglementaires pour le benzène (2 µg.m⁻³ et 5 µg.m⁻³ en moyenne annuelle) ne prennent pas compte de chiffre avec une décimale. Les cases vident signifient qu’il n’y a plus de mesure benzène effectuée sur ce site.

2.8 Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre (SO₂) provient essentiellement de la combustion des combustibles fossiles tels que le fioul et le charbon. La source principale du dioxyde de soufre (SO₂) est le secteur industriel (centrales thermiques et grandes installations de combustion).

Les graphiques ci-après représentent l'évolution des concentrations maximales horaires et journalières de SO₂ observées sur les sites industriels du sud lyonnais et de Lyon centre de 2013 à 2018. A noter qu'à partir de 2018, le SO₂ n'est mesuré qu'à la station de Feyzin, en raison de l'absence d'enjeu sur les autres stations.

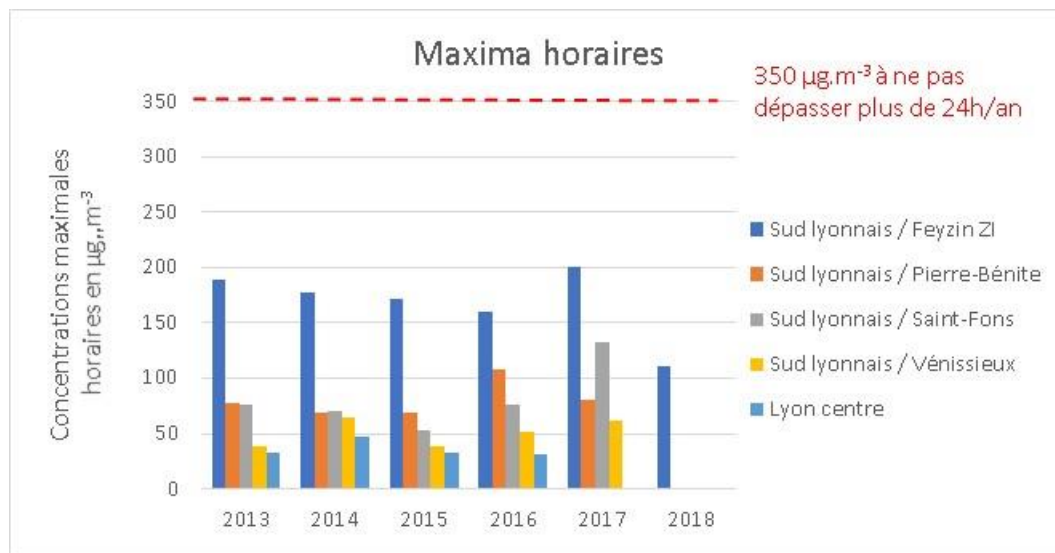


Figure 26 : évolution des valeurs horaires maximales de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA

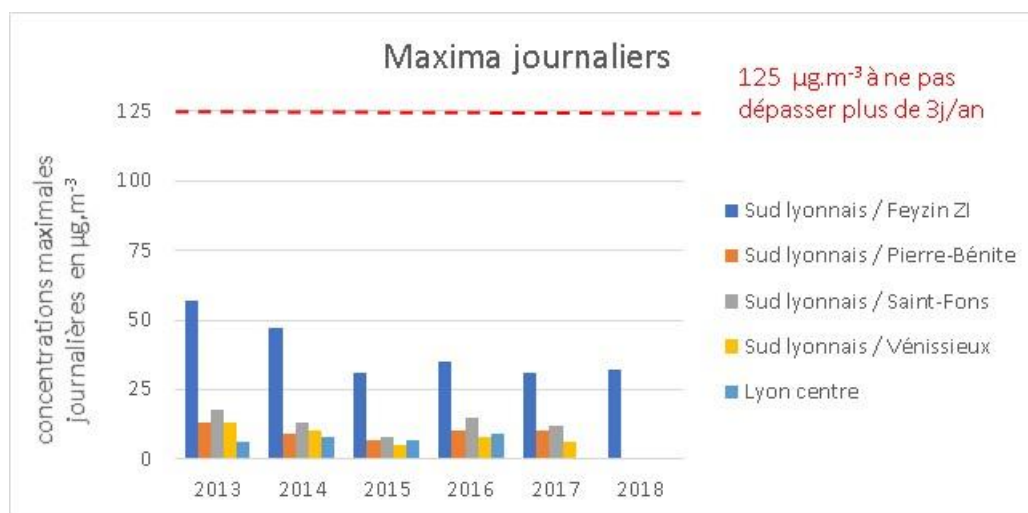


Figure 27 : évolution des valeurs maximales journalières de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA

Les valeurs limites sont respectées sur l'ensemble des sites. Les niveaux de SO₂ ne posent plus de problème réglementaire depuis plusieurs années. Cependant des valeurs ponctuellement élevées (environ 200 µg.m⁻³ sur une heure) peuvent être encore observées sur certains sites industriels du sud Lyonnais comme le site de Feyzin. Il est à noter que le seuil d'information des personnes sensibles (300 µg.m⁻³ sur une heure) n'a pas été atteint ces 5 dernières années sur le territoire du PPA lyonnais.

2.9 Bilan des épisodes de pollution

La gestion des épisodes de pollution s'appuie sur un arrêté inter préfectoral, qui a pour objectif de limiter l'exposition des populations lors des épisodes de pollution (détails sur les sites internet d'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes et de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes). Il vient en complément de mesures pérennes, telles que décrites dans les PPA. Il existe 2 niveaux gradués de gestion : le niveau d'information et de recommandations et le niveau d'alerte. Quatre polluants sont concernés par ce dispositif : le SO₂, le NO₂, les PM10 et l'ozone.

Malgré l'amélioration régulière de la qualité de l'air (excepté pour l'ozone), le territoire du PPA Lyonnais reste concerné par des épisodes de pollution relativement fréquents qui se caractérisent par des hausses temporaires, mais marquées, des concentrations de polluants.

Le territoire du PPA est principalement axé sur le bassin lyonnais Nord Isère et touche une petite partie de l'ouest de l'Ain.

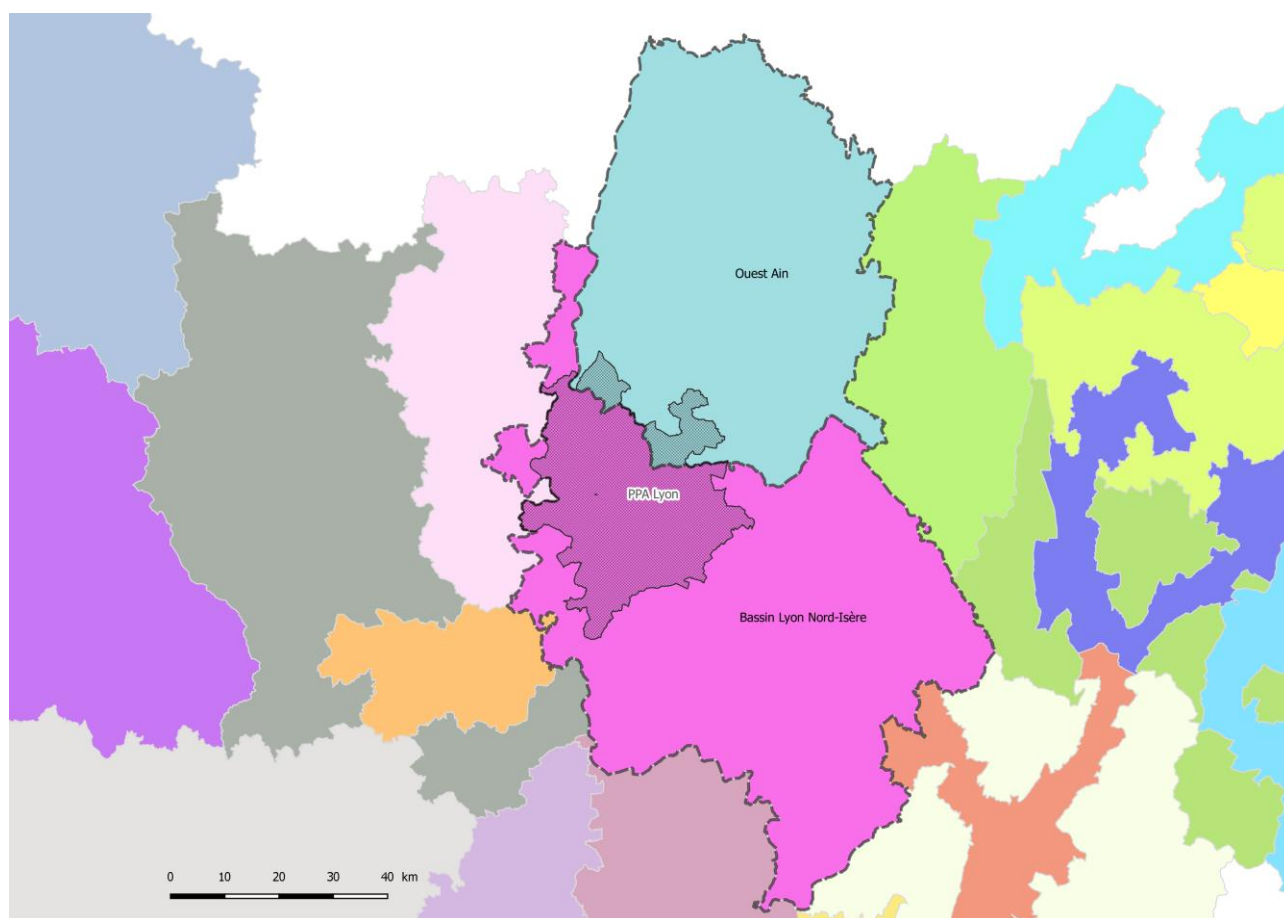


Figure 28 : périmètre du PPA de Lyon et bassins d'air du dispositif préfectoral

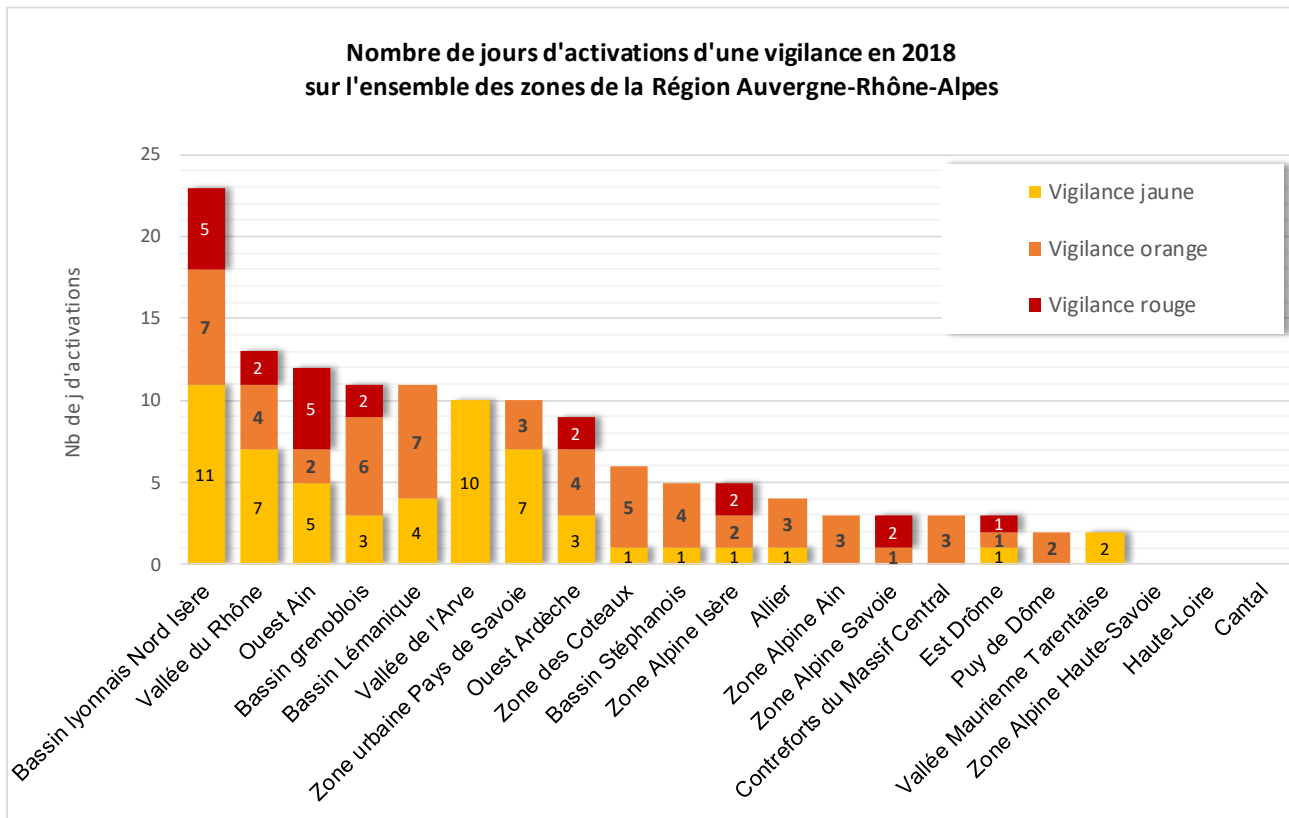


Figure 29 : nombre de jours d'activation d'une vigilance en 2018 en région Auvergne-Rhône Alpes

En 2018, 30 journées ont connu une activation de dispositif préfectoral en Auvergne-Rhône-Alpes. Le bassin lyonnais Nord Isère a été le plus affecté par des épisodes pollués (avec 23 jours).

A contrario des années précédentes, la période hivernale a été moins affectée que la période estivale. En effet, les 2/3 des bulletins de vigilance ont été émis entre juin et août.

En effet, en 2018, contrairement aux années précédentes, l'ozone est à l'origine de la majorité des activations. La température moyenne de 21,2 °C sur la France et sur la saison estivale a été supérieure à la normale⁴ de 2°C. L'été 2018 se classe au 2^{ème} rang des étés les plus chauds après 2003. L'ensoleillement et les températures observées au cours de cet été ont donc été très favorables à la formation d'ozone troposphérique.

A l'inverse, les mois hivernaux ont été relativement perturbés avec une forte pluviométrie, des tempêtes, des températures plus douces. Ces facteurs, entre autres, ont limité l'accroissement des besoins énergétiques des ménages, ainsi que l'apparition des phénomènes d'inversion de températures. Les pics de pollution aux particules ont donc sensiblement diminué durant les mois hivernaux de 2018.

| | Nombre de jours d'activation d'une vigilance en 2018 | | | |
|-----------------------------------|--|-----------------|-----|-----|
| | Ozone | Particules PM10 | NO2 | SO2 |
| Bassin Lyonnais Nord Isère | 16 | 7 | 0 | 0 |
| Ouest Ain | 9 | 3 | 0 | 0 |

Figure 30 : polluants responsables des jours d'activation en 2018

⁴ Normales concernant températures et précipitations : moyenne de référence 1981-2010.

Historiquement, le bassin lyonnais Nord Isère est le secteur ayant le plus de jours d'activation du dispositif préfectoral. Cependant, depuis 2013, le nombre d'activations est en diminution quasi constante sur la plupart des secteurs de la région Auvergne-Rhône-Alpes et notamment sur ce secteur. L'année 2018 ne fait pas exception à cette tendance. Sur le département du Rhône, le nombre de journées qui ont connu un dispositif d'information ou d'alerte est 2,5 fois plus faible en 2018 qu'en 2013 (23 contre 58).

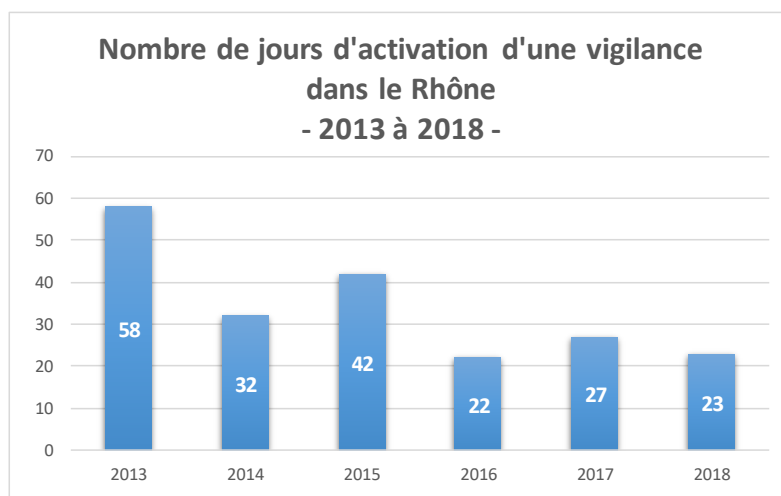


Figure 31 : évolution du nombre de jours d'activation de 2013 à 2018

A noter que les comparaisons interannuelles du nombre de jours d'activation sont délicates, car le dispositif préfectoral de gestion des épisodes de pollution, ainsi que ses modalités d'activation ont été régulièrement modifiées.

2.10 Quels enjeux perdurent sur le territoire ?

L'année 2018 confirme la tendance à l'amélioration de la qualité de l'air sur le territoire du PPA lyonnais, excepté pour l'ozone.

Malgré cette amélioration, le dioxyde d'azote et l'ozone restent deux polluants à surveiller d'un point de vue réglementaire. Des dépassements des valeurs fixées par la réglementation pour le dioxyde d'azote, essentiellement en bordure des grands axes de circulation (A7 et boulevard périphérique) restent en effet constatés, et les valeurs cibles pour l'ozone sont en dépassement dans la partie sud et est du territoire.

Concernant les particules (PM10 et PM2.5), les valeurs réglementaires sont respectées.

Néanmoins, une partie de la population du territoire du PPA, résidant en grande majorité dans la métropole lyonnaise reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS :

- 165 000 habitants pour les PM10 (niveau $>20 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle),
- 1 400 000 habitants pour les PM2.5 (niveau $>10 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle).

3. Evaluation quantitative des actions

PPA

Cette partie présente les résultats de l'évaluation quantitative des actions du PPA :

- tout d'abord les résultats au niveau des émissions de polluants atmosphériques,
- dans un second temps l'analyse des niveaux de concentrations dans l'air auxquels les populations sont exposées.

3.1 Quelles sont les réductions d'émissions obtenues grâce aux actions du PPA ?

3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale

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 ou Zones à Faibles Emissions, les Plans Climat Air Energie Territoriaux.

Une émission de polluant résulte du produit entre une donnée d'activité (kms parcourus, énergie consommée, cheptels, ...) et un facteur d'émission approprié. 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.

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.

L'inventaire des émissions s'inscrit dans un processus d'amélioration continue. Ainsi sur les dernières années, plusieurs améliorations ont été apportées sur le territoire du PPA, en particulier :

- **trafic routier** :
 - o Intégration des sorties du nouveau modèle trafic MODELy,
 - o Exploitation d'un grand nombre de comptages routiers pour mieux estimer l'évolution des volumes de trafic sur plusieurs années (notamment SIREDO et CRITER),
- **chauffage individuel au bois** : évaluation d'un parc détaillé d'appareils de chauffage au bois provenant de plusieurs sources (enquête locale EMBRE, données du fond Air Bois de la Métropole de Lyon et enquête régionale menée en 2017),
- **industrie** : émissions détaillées provenant des déclarations BDREP.

3.1.2 Scenarii modélisés et polluants considérés

Scenarii

Pour répondre au besoin d'évaluation du PPA, trois scenarii ont été modélisés sur la base de la version la plus récente (V2019) de l'inventaire régional :

- un scénario « 2013 » de référence,
- un scénario « 2018 Sans PPA » ou scénario « Tendanciel » : sont prises en compte les évolutions tendanciennes sans mise en œuvre des actions PPA,
- un scénario « 2018 Avec PPA » ou scénario « Actions » : sont prises en compte les évolutions tendanciennes et la mise en œuvre des actions PPA (le niveau de mise en œuvre des actions PPA a été validé au préalable avec la DREAL).

Les deux premiers scénarii permettent d'évaluer l'évolution tendancielle des émissions sans actions locales spécifiques, tandis que la comparaison des scénarii Tendanciel et Actions met en évidence les gains permis par les actions du PPA.

L'année 2007 a également été reprise dans certaines analyses afin de permettre une comparaison aux objectifs 2007-2015 fixés dans le PPA.

Estimation des émissions 2018

L'année la plus récente de l'inventaire régional étant 2017, les deux scenarii 2018 ont été estimés :

- **transport routier** : calcul fin basé sur le parc roulant national 2018 et volumes de trafic assimilés à l'année 2018,
- **résidentiel** : calcul fin basé sur le parc de logements tenant compte des permis de construire 2018 et du parc d'appareils de chauffage au bois extrapolé à 2018,
- **industrie/transformation d'énergie/traitement des déchets** :
 - o Etablissements soumis à déclaration : intégration des émissions 2018 déclarées,
 - o Carrières : ajustement des émissions de l'inventaire régional avec les tonnages extraits par site,
 - o Autres sources : duplication des émissions 2017,
- **tertiaire** : duplication des émissions 2017 avec modulation des émissions du chauffage,
- **agriculture** : duplication des émissions 2017 avec modulation des émissions du chauffage,
- **autres transports** (ferroviaire, aérien et fluvial) : duplication des émissions 2017.

Les échanges avec la DREAL ont également permis de récupérer la liste des chaufferies collectives biomasse (source : FIBOIS) qui ont été ajoutées à l'inventaire et ont permis de le consolider (l'impact de ces chaufferies est parfois non négligeable sur les émissions de particules fines).

Estimation des émissions à climat normalisé

Les inventaires d'émissions de polluants locaux sont réalisés à climat réel (selon les conditions météorologiques réellement observées pour l'année donnée). Or, si cette approche permet d'établir un lien avec les concentrations de polluants mesurées dans l'air (tributaires de la dispersion et de la rigueur climatique), elle rend complexe l'analyse de l'évolution des émissions entre deux années et, par voie de conséquence, de l'impact d'un plan ou d'une mesure sur les émissions. Afin d'évaluer l'impact d'un PPA sur les émissions de polluants atmosphériques, il est ainsi nécessaire d'évaluer les émissions des trois scenarii pour une année météorologique identique qui a été fixée à 2013, ici année de référence pour l'évaluation du PPA (2013 est une année météorologique représentative d'une qualité de l'air annuelle moyenne).

Ainsi, les émissions 2018 liées à l'utilisation du chauffage ont été ajustées au moyen du coefficient 1.25 qui correspond au quotient entre le DJU18 régional 2013 et celui de 2018 (voir glossaire p78), ce qui traduit une rigueur climatique (et donc des besoins en chauffage) environ 25% plus importants en 2013 (année plutôt froide) qu'en 2018 (année très douce).

Polluants évalués

L'évaluation des polluants a porté sur :

- les polluants faisant l'objet de dépassements réglementaires et qui sont visés par le PPA2 : NOx, PM10 et PM2.5,
- les principaux précurseurs de l'ozone : COVNM, CH₄ et CO.

Estimation des émissions en dehors du territoire PPA

Les émissions du reste de la région, qui sont nécessaires pour faire tourner la modélisation du fond régional de pollution, résultent :

- de l'inventaire régional 2013 pour le scénario 2013,
- de l'inventaire régional 2017 pour les deux scénarii 2018.

3.1.3 Actions du PPA étudiées préalablement à leur évaluation

Un travail d'identification des actions à prendre en compte et d'estimation de leur niveau de mise en œuvre a été réalisé avec la DREAL.

Pour les actions permanentes :

| Secteur | N° action | Intitulé de l'action | Action prise en compte dans l'évaluation quantitative ? |
|--------------------|------------------|---|---|
| Industrie | 1 | Caractériser les ICPE non concernées par le champ d'application de la directive IED les plus émettrices en NOx, PM, HAP | Non, car pas d'effet quantifiable fin 2018 (1 établissement concerné dont l'étude technico-économique devrait être rendue fin 2019) |
| | 2 | Réduire les émissions industrielles du parc des chaudières à combustible liquides et solides Abaisser les VLE des chaudières [2-20 MW] et renforcer la surveillance | Non, car les émissions propres à ces chaudières sont complexes à évaluer : absence de détail dans les déclarations BDREP ou chaudières hors périmètre des émissions BDREP déclarées |
| | 3 | Caractérisation des émissions diffuses des principaux émetteurs de poussières dans le secteur des carrières, centrales de traitement des déchets du BTP, centrales d'enrobages et d'asphaltes et transformation du bois. Généraliser les bonnes pratiques par la réglementation et par des accords volontaires | Carrières : oui, voir explications au 3.1.6 Autres sources : action non prise en compte par manque de données |
| | 4 | Élaborer une charte « chantier propre » intégrant un volet air et l'annexer aux appels d'offre à financement public. Encourager son développement dans les marchés de droits privés | Non, car le suivi de la mise en œuvre de la charte n'est pas encore opérationnel |
| | 5 | Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA | Oui, voir explications au 3.1.6 |
| | 6 | Limiter le développement des chaufferies collectives au bois dans les communes des territoires PPA qui sont situées en zone sensible à la qualité de l'air | Partiellement, car liste des chaufferies biomasse non exhaustive |
| Résidentiel | 7 | Mieux connaître le parc de chauffage des maisons individuelles et des logements collectifs ainsi que son usage (enquête parc) | Indirectement avec l'action 10 |
| | 8 | Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés. Nombre de labels auquel est associé l'objectif de qualité. | Oui, voir explications au 3.1.6 |

| | | | |
|--------------------|------|--|---|
| | | Fixer un objectif de qualité du combustible biomasse dans la zone PPA. Part du marché labellisée | |
| | 9 | Encourager la substitution des foyers ouverts en chauffage d'appoint par des appareils performants, supprimer les foyers ouverts pour les logements neufs | Indirectement avec l'action 10 |
| | 10 | Accélérer le renouvellement ou l'amélioration de la performance du parc de chauffage au bois le moins performant par la mise en place d'un fonds d'aide au financement d'appareils performants | Oui, voir explications au 3.1.6 |
| | 11 | Interdire l'installation d'appareils de chauffage au bois non performants (dont la performance n'atteint pas l'équivalence flamme verte 5*), dont les foyers ouverts au bois, sur la zone PPA | Indirectement avec l'action 10, les arrêtés ayant été pris début 2018 |
| | 12 | Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA | Oui, voir explications au 3.1.6 |
| | 13 | Sensibiliser à l'existence des mesures PPA associées à la combustion de la biomasse | Indirectement avec l'action 10 |
| Transports | 14 | Intégration des objectifs du PPA dans les politiques de transport Mise en cohérence des actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic | Oui, au travers d'une évolution différenciée des volumes de trafic entre les deux scénarii 2018 |
| | 15 | Encourager la mise en place de plans de déplacements (PDE, PDA, PDIE, PDIA) | |
| | 16 | Encourager l'adhésion à la charte CO2 et l'étendre aux polluants atmosphériques PM10 et NOx. | Non, car absence de données concernant le nombre de nouveaux adhérents à la charte et le nombre de km parcourus |
| | Act1 | Créer des zones à accès restreint pour les véhicules les plus polluants | Action non évaluée, car la ZFE de l'agglomération lyonnaise n'était pas en place au 31/12/2018 |
| | Act3 | Réduction des vitesses autorisées de manière permanente sur le réseau VRU et autoroutier de l'agglomération lyonnaise | Oui, voir explications au 3.1.6 |
| Urbanisme | 17 | Améliorer la prise en compte des enjeux de la qualité de l'air dans les projets d'urbanisme (SCOT, PLU) | Actions qui n'agissent pas directement sur les émissions |
| | 18 | Inclure un volet air dans les porter à connaissance | |
| Transversal | 19 | Traitement des points noirs de la qualité de l'air par des actions spécifiques | Action qui n'agit pas directement sur les émissions |

Figure 32 : résumé des actions permanentes étudiées pour l'évaluation du PPA

Remarque concernant l'action 19 : ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a développé des cartes simplifiées pour guider les choix dans le domaine de l'urbanisme : les Cartes Stratégiques Air (CSA) sur les grandes agglomérations de la région. Sur la Métropole de Lyon, cette CSA a fait l'objet d'un croisement avec les données relatives aux Etablissements Recevant du Public Vulnérable (issues d'une base de données régionales du CEREMA et de données de la ville de Lyon). Depuis fin 2017, cette carte constitue l'un des éléments pris en compte par la PMI dans le cadre de l'analyse des dossiers de demande d'implantation de nouveaux établissements accueillant des jeunes enfants.

Pour les actions temporaires :

| | | |
|----|---|-------------------------|
| 20 | Etendre et renforcer les actions d'information et d'alerte de la population prises par l'arrêté inter préfectoral | Mesure non quantifiable |
|----|---|-------------------------|

Figure 33 : résumé des actions temporaires étudiées pour l'évaluation du PPA

3.1.4 Actions de la feuille de route

Une feuille de route qualité de l'air est venue compléter en avril 2018 les actions du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération lyonnaise.

Les actions déployées dans cette fiche concernent :

- la diminution des personnes exposées à la pollution du trafic routier (fiche action n°1),
- les voies réservées aux bus et covoiturage et actions d'accompagnement (fiche action n°2),
- la promotion des modes actifs (fiche action n°3),
- l'optimisation des chantiers : réemploi systématique de matériaux en place sur les chantiers routiers - charte chantiers propres (fiche action n°4),
- les pratiques agricoles à favoriser (fiche action n°5),
- l'accélération des actions du PPA relatives à la réduction des émissions associées au chauffage individuel au bois non performant sur les territoires du PPA (fiche action n°6),
- le dispositif Ecoréno'v (fiche action n°7),
- le transport fluvial (fiche action n°8).

A fin 2018, ces actions de la feuille de route en étaient au démarrage de leur mise en œuvre, ou les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour permettre de quantifier leur impact. Elles n'ont donc pas pu être prises en compte dans cette évaluation quantitative.

3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scénarii

Les émissions, à climat normalisé 2013 pour les 4 scénarii, sont présentées par polluant sur les graphiques et le tableau suivants. Les tonnages détaillés figurent en annexe 4.

Quel que soit le polluant considéré, on observe une baisse des émissions entre 2007, 2013 et 2018, avec ou sans PPA.

L'évolution à la baisse des émissions tendancielle a diverses origines :

- **transport routier** : renouvellement du parc en circulation par des véhicules neufs moins émetteurs (car devant respecter des normes Euro de plus en plus exigeantes), malgré une légère hausse du trafic routier, notamment sur les axes autoroutiers ;
- **résidentiel/tertiaire** : évolution à la hausse des surfaces chauffées (logements et locaux commerciaux), compensée par une 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 (meilleur rendement, appareils basses émissions) ;
- **industrie** : amélioration de l'intensité énergétique (moindre besoin en énergie pour une production équivalente), des process industriels et mise en application des réglementations sur les engins mobiles non-routiers (EMNR) utilisés dans le bâtiment, les travaux publics et l'industrie ;
- **agriculture** : évolution principalement liée à l'activité.

A noter que, concernant le secteur des transports, les émissions de NOx provenant du transport routier ont davantage diminué entre 2007 et 2013 qu'après 2013 (baisse moindre des facteurs d'émissions), alors qu'à contrario la réduction des émissions de particules a été plus marquée sur la période 2013-2018 avec la généralisation des filtres à particules.

Bilan des émissions NOx à climat normalisé (t) PPA Lyon

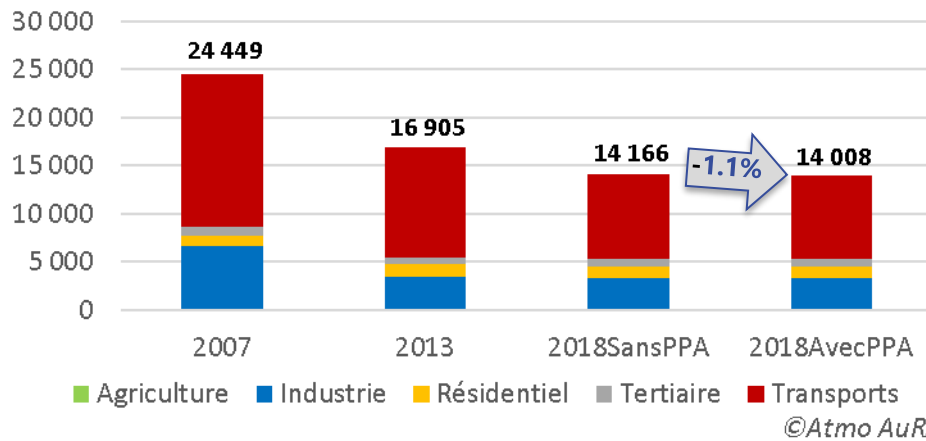


Figure 34 : émissions de NOx à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

Bilan des émissions PM10 à climat normalisé (t) PPA Lyon

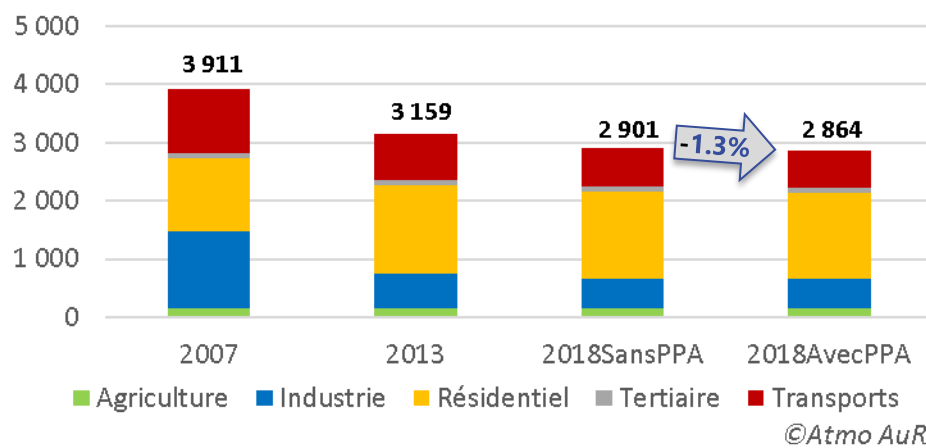


Figure 35 : émissions de PM10 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

Bilan des émissions PM2.5 à climat normalisé (t) PPA Lyon

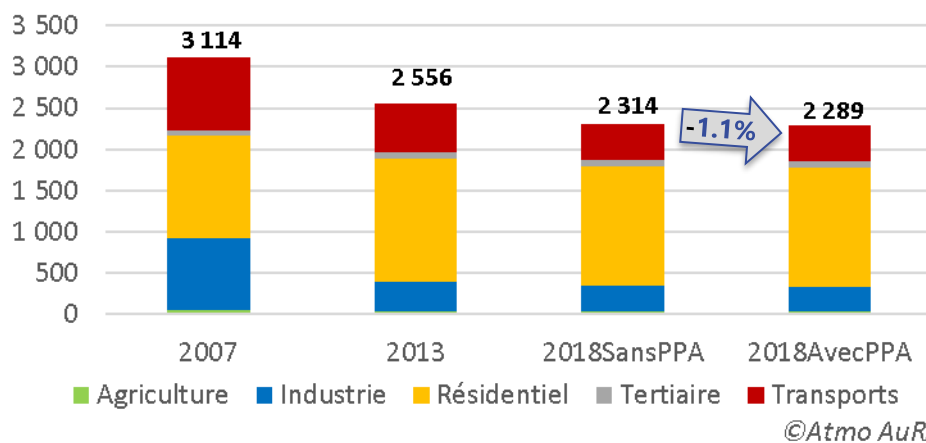


Figure 36 : émissions de PM2.5 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

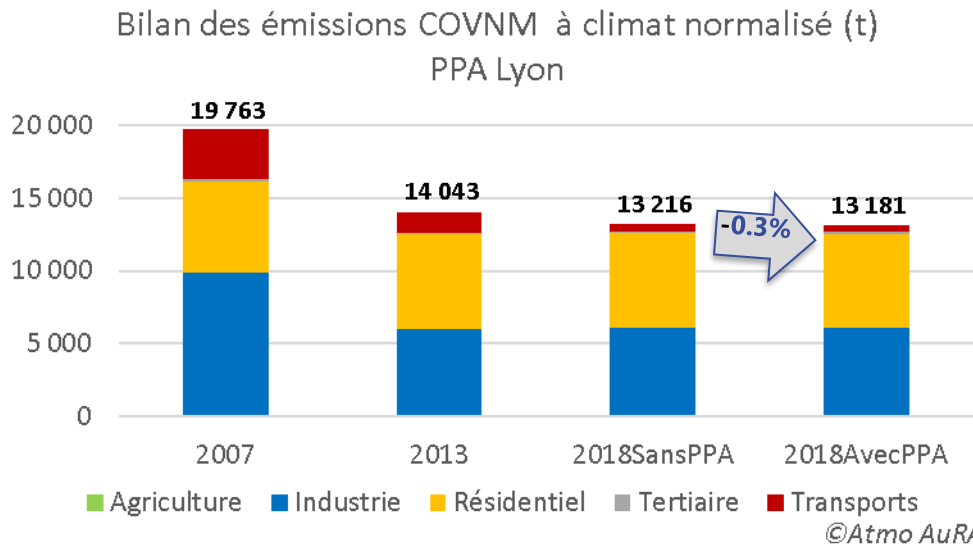


Figure 37 : émissions de COVNM à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

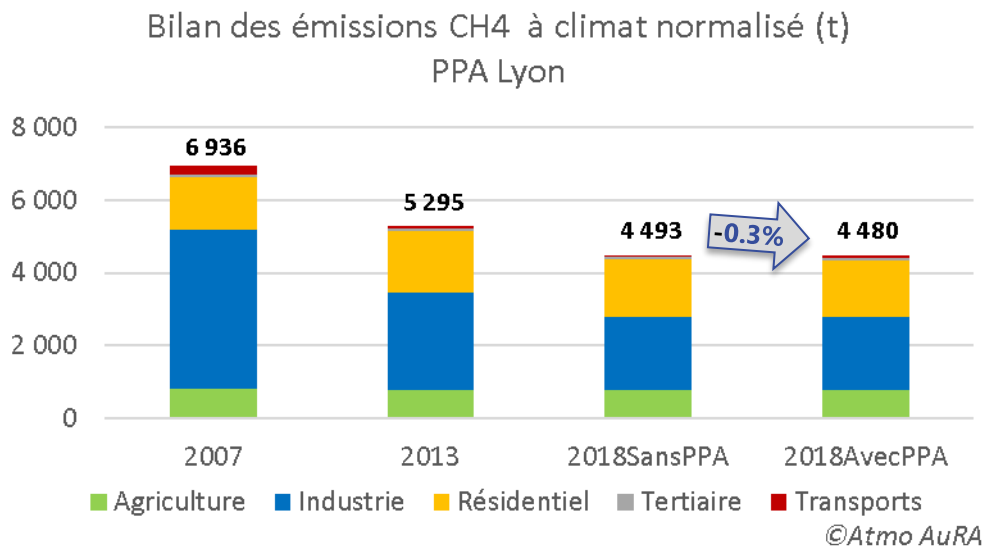


Figure 38 : émissions de CH4 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

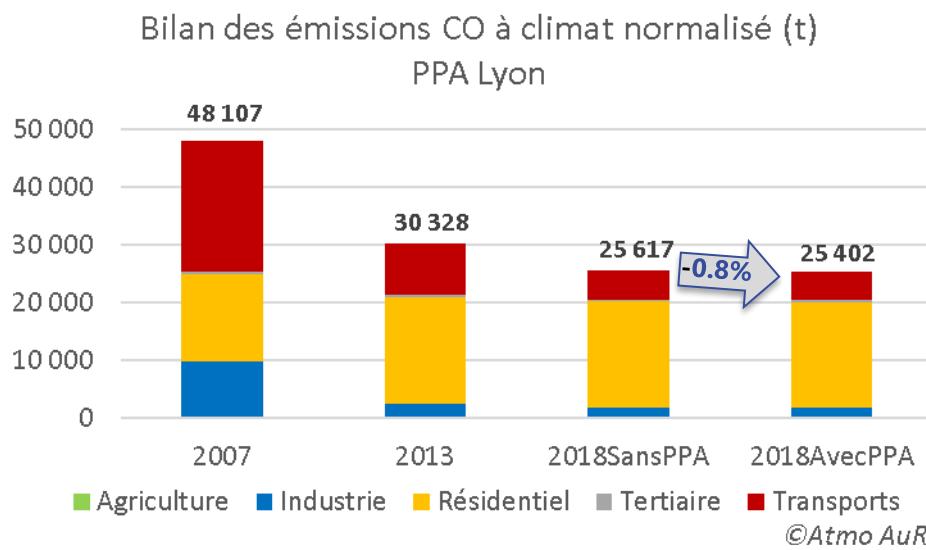


Figure 39 : émissions de CO à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Lyon pour les différents scénarii

Le tableau suivant synthétise pour les quatre principaux polluants l'évolution 2013-2018 des émissions entre les scénarii :

- 2013 et « 2018 Sans PPA » : tendanciel 2013-2018,
- « 2018 Sans PPA » et « 2018 Avec PPA » : gain lié aux actions PPA.

| NOx | | PM10 | | PM2.5 | | COVNM | |
|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|----------------------|------------------|
| Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA | Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA | Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA | Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA |
| -16.2% | -1.1% | -8.2% | -1.3% | -9.5% | -1.1% | -5.9% | -0.3% |

Figure 40 : synthèse des gains en émissions de polluants période 2013-2018 (gain dû au tendanciel / gain lié à la mise en œuvre des actions PPA)

L'analyse de l'évolution des émissions entre 2013 et 2018 (sans PPA) illustre bien la baisse notable enregistrée sur le territoire, particulièrement pour certains polluants tels que les oxydes d'azote (NOx).

Le gain spécifiquement lié aux actions du PPA est quant à lui modéré.

La suite de l'analyse se focalise sur les polluants ciblés par le PPA2 : les NOx et les particules PM10 et PM2.5.

3.1.6 Méthodologie détaillée de l'évaluation des réductions en émissions des actions PPA prises en compte

Préambule : pour connaître précisément la méthode de calcul de l'ensemble des sources d'émissions, se référer à la section « Bibliographie » en fin de rapport qui renvoie vers les guides méthodologiques national (OMINEA) et régional (guide PCIT), ainsi qu'à la documentation méthodologique spécifique aux inventaires élaborés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Cette section présente la méthodologie appliquée pour l'évaluation du gain d'émissions pour chacune des actions quantifiables du PPA.

3.1.6.1 Actions du secteur industriel

Le secteur industriel couvre un spectre d'activités très large : industrie manufacturière, industries agroalimentaires, traitement des déchets, transformation d'énergie (réseaux de chaleur...), chantiers/BTP, carrières, travail du bois, ...

Le calcul des émissions fait intervenir de très nombreuses sources de données et de statistiques, selon 2 procédés de traitement :

- La base de données BDREP intègre les émissions déclarées chaque année par les exploitants des principales installations industrielles. Elles résultent de mesures en continu en sortie de cheminée, de campagnes de mesure extrapolées ensuite à l'année civile, voire de calculs par des méthodes standardisées (exemple facteur d'émission associé à une production). Les déclarations 2018 ont pu être exploitées pour alimenter les deux scénarii 2018.
- Les autres sources d'émissions sont calculées à partir des consommations d'énergie grâce aux statistiques de l'enquête annuelle des consommations d'énergie de l'industrie (EACEI), qui sont complétées par des données de productions ou par des traitements spécifiques pour certaines activités (incinération, traitement des eaux, carrières, crémation, productions industrielles diverses).

Carrières

Estimation des tonnages extraits par site :

- Dans l'inventaire régional, en l'absence d'information détaillée par année et par carrière :
 - Chaque site est associé à une capacité et un type de roche « meuble » ou « massif »,
 - Les tonnages annuels régionaux par type de roche et départementaux « toutes roches » (source : UNICEM) sont répartis au prorata des capacités de chaque site.

- Pour l'évaluation du PPA, les tonnages par site ont été ajustés au moyen des tonnages réels 2018 extraits. Cet ajustement a été également appliqué en 2013 en l'absence d'information pour cette année afin de rendre la comparaison des émissions possible.

Calcul des émissions associées par site :

- Scénario « 2018 Sans PPA » : sur la base du facteur d'émissions (différenciant roches meubles et massives) provenant du guide méthodologique national SECTEN du CITEPA,
- Scénario « 2018 Avec PPA » : comme les arrêtés préfectoraux font mention de prescriptions d'arrosage des pistes, il a été jugé que l'action PPA (principalement arrosage des pistes pour limiter le réenvol des poussières) est relativement bien suivie par les exploitants de carrières, ce qui s'est traduit par une réduction de 10% des émissions des particules :
 - Ce pourcentage a été estimé à partir du bilan détaillé des émissions d'une carrière de roche massive selon la méthode EPA (le facteur d'émissions du CITEPA utilisé ne détaillant pas les sources d'émissions).
 - Le réenvol des poussières déposées sur les pistes d'accès représente plus de la moitié des émissions de cette carrière (figure suivante). En considérant que l'arrosage de ces pistes permet d'abattre 50% des particules, l'hypothèse d'une réduction de 10% des émissions de PM10 paraît raisonnable.

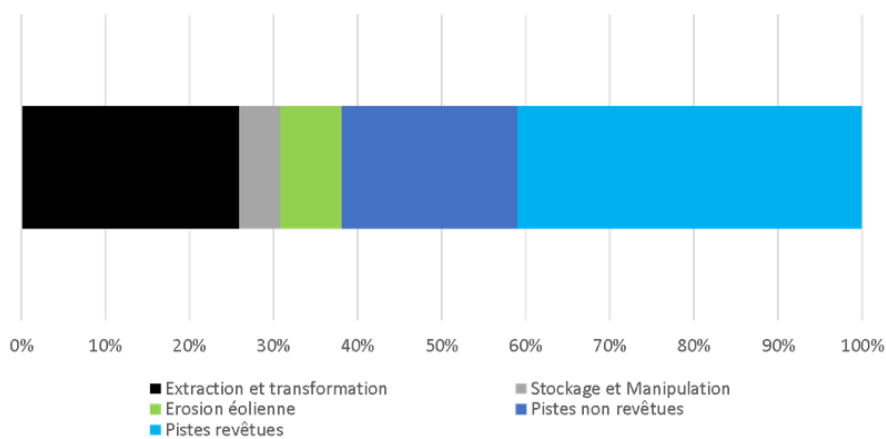


Figure 41 : répartition des différentes sources d'émissions d'une carrière proche de Marseille.
Source : Atmo Sud (cf bibliographie)

Réseaux de chaleur et petites chaufferies biomasse

Plusieurs incitations fiscales ont été mises en place ces dernières années pour promouvoir les petites et grosses chaudières biomasse, en remplacement d'appareils anciens, en substitution d'une autre énergie (fioul, charbon...) ou encore pour alimenter de nouveaux bâtiments. Si les grosses installations sont bien suivies (par exemple via la BDREP), les plus petites sont progressivement recensées par des organismes tels que FIBOIS. La prise en compte des petites installations dans l'inventaire régional des émissions n'est pas encore exhaustive. Toutefois un travail spécifique a été mené sur le territoire du PPA afin de les considérer dans le bilan des émissions. Sur le territoire du PPA ont ainsi été identifiées et intégrées dans les travaux :

- 3 installations mises en service avant 2013 :
 - o Elyde la Duchère à Champagne au Mont d'Or,
 - o SIGERLY à Sathonay Camp,
 - o La Tour de Salvagny,
- 4 installations mises en service à partir de 2013 :
 - o 3 installations reliées à un réseau de chaleur : Rillieux la Pape (Ambréa), Vaulx-en-Velin et Vénissieux,
 - o 1 petite chaufferie à Villeurbanne.

Les réseaux de chaleur et chaufferies biomasse font l'objet d'une réglementation spécifique sur le territoire PPA concernant notamment les émissions de PM : la VLE (Valeur Limite d'Emissions) fixée par défaut à 50mg/Nm³ (à 11% d'O₂) est ramenée à 20 mg/Nm³ en zone PPA.

Les hypothèses suivantes ont été prises pour les installations mises en service à partir de 2013 :

- Scénario 2013 et « 2018 Avec PPA » : émissions BDREP déclarées, sinon émissions estimées sur la base d'une VLE à 20 mg/Nm³ (à 11% d'O₂),
- Scénario « 2018 Sans PPA » : émissions estimées sur la base d'une VLE à 50 mg/Nm³.

3.1.6.2 Actions du secteur résidentiel

Les émissions du secteur résidentiel sont généralement occasionnées par les appareils de chauffage, mais d'autres sources de pollution sont également prises en compte : engins de loisirs, utilisation de solvants, feux de jardin, brûlage de câbles et de véhicules, ...

Evaluation du fond air bois

L'action phare du secteur résidentiel sur le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise est le fond air bois qui a été lancé fin 2017 sur la Métropole de Lyon et qui vise le remplacement d'appareils de chauffage au bois peu performants. En effet, le chauffage individuel au bois est une source particulièrement émettrice de polluants locaux, notamment de particules fines. Si pour les autres systèmes de chauffage, un facteur d'émission moyen par combustible (éventuellement modulé selon l'année considérée) est utilisé, un parc détaillé d'appareils de chauffage au bois associé à des facteurs d'émissions spécifiques par appareil est considéré. La constitution de ce parc s'appuie sur l'enquête locale EMBRE menée par la Métropole de Lyon en 2016. Une enquête régionale a également été conduite en 2017 et apporte des informations complémentaires, notamment sur les consommations annuelles moyennes de bois.

Ces informations permettent ainsi de connaître le parc d'appareils des résidences principales selon :

- le mode de chauffage : base ou appoint,
- 12 classes d'appareils distinguant :
 - leur type : foyer ouvert, insert, poêle/cuisinière, chaudière,
 - le combustible : bois bûche ou granulés (plaquettes négligeables dans le résidentiel),
 - par ancienneté : ancien (<2002), récent (>2002) et performant (label Flamme Verte).

L'évolution dans le temps de ce parc a ensuite été réalisée au moyen de plusieurs sources de données :

- durée de vie par type d'appareil pour caractériser le renouvellement naturel,
- conversion énergétique des logements et nouveaux logements à partir des « Enquêtes Détail Logements » de l'INSEE,
- hypothèses concernant la part d'appoint bois lorsque le chauffage principal n'est pas couvert par le bois,
- statistiques sur les achats d'appareils neufs (source OBSERV'ER),
- évolution nationale du parc (source CITEPA) pour remonter dans le temps.

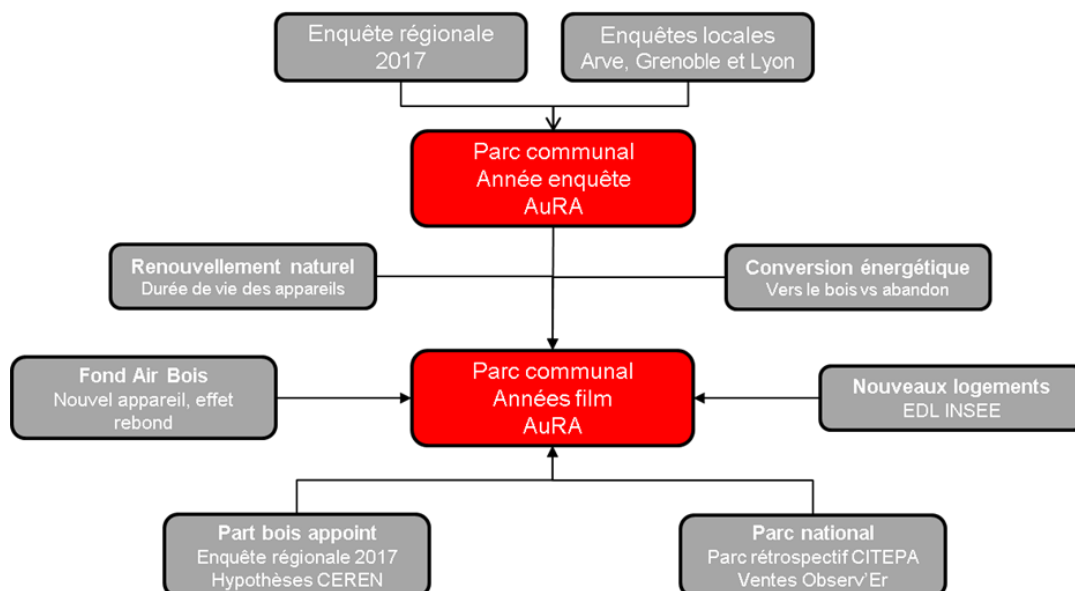


Figure 42 : principe et méthodologie d'estimation des émissions du parc de chauffage au bois

Ainsi le parc 2018 du scénario « Sans PPA » a été élaboré à partir d'hypothèses nationales de renouvellement, tandis que le parc 2018 du scénario « Avec PPA » résulte du parc tendanciel auquel ont été ajoutés les 143 dossiers instruits jusqu'au 30/09/2018 dans le cadre du fond air bois de la Métropole de Lyon. L'ensemble des dossiers ayant fait l'objet d'une prime air bois a été analysé. Chaque dossier permet de connaître la commune concernée, le type de logement, le type d'appareil remplacé, son usage, son combustible et enfin le nouvel appareil et son combustible. A noter que 100% des appareils renouvelés étaient non performants, et que les appareils mis en service après le 01/10/2018 n'ont pas été pris en compte car l'ancien appareil est plus approprié pour caractériser les émissions sur l'année civile 2018 que le nouvel appareil installé tardivement.

Le graphe suivant illustre le renouvellement progressif du parc vers des appareils plus performants. Les données chiffrées de parc figurent en annexe 4 Les deux scénarii 2018 sont peu contrastés du fait du démarrage du fond air bois début 2018.

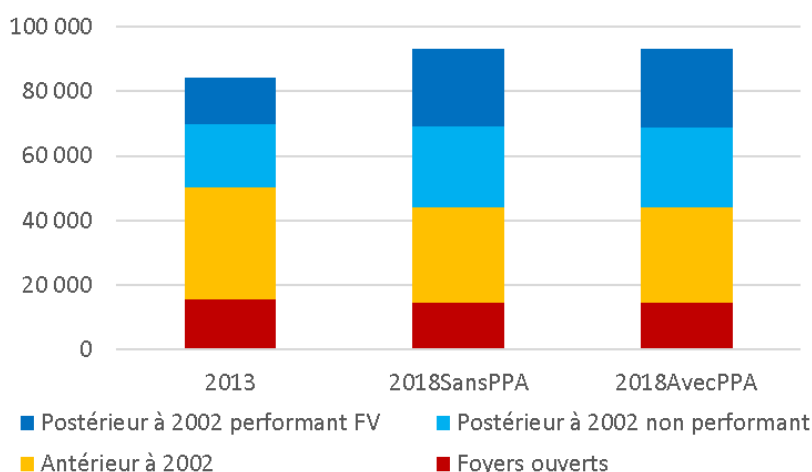


Figure 43 : description du parc d'appareils de chauffage au bois du territoire du PPA de Lyon (nombre d'appareils).

Les appareils ayant fait l'objet d'un remplacement dans le cadre du fond air bois ont évolué selon la figure suivante :

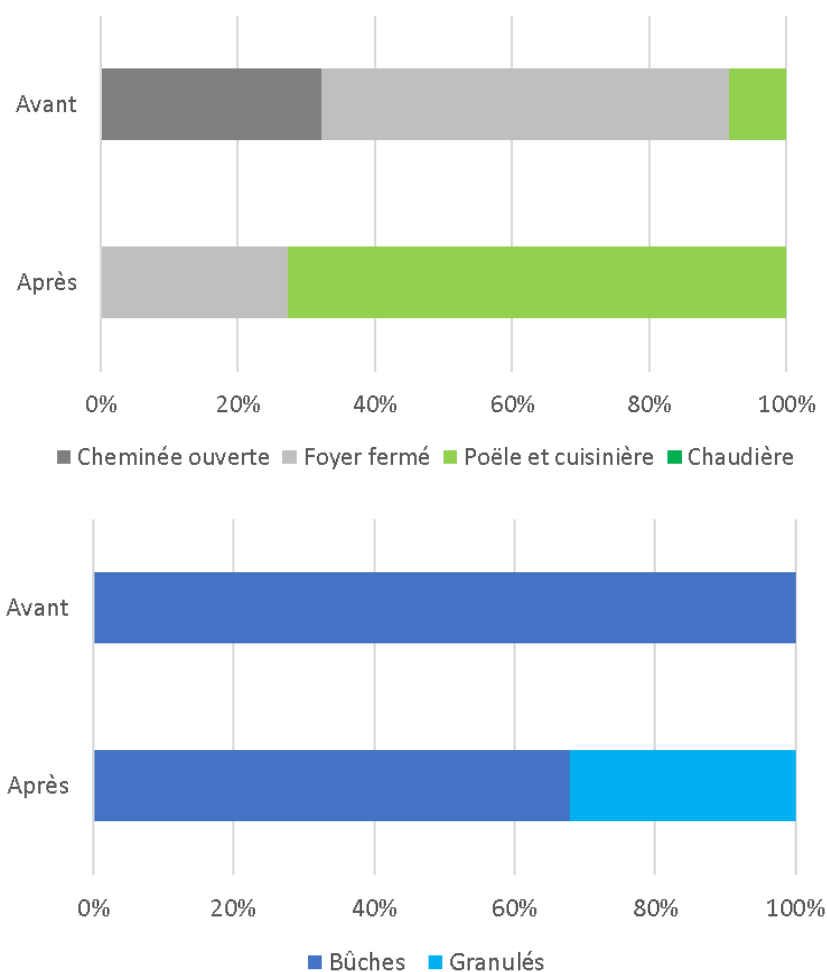


Figure 44 : répartition du parc de chauffage au bois avant et après renouvellement par type d'appareil, puis par combustible sur le territoire du PPA de Lyon.

La proportion de poêles dans le parc modifié augmente fortement en substitution des foyers ouverts et fermés plus émetteurs de polluants. De même plus d'un tiers des nouveaux appareils utilisent le granulé comme combustible.

Evaluation du label bois bûche

Le bois bûche labellisé garantit une qualité (notamment sur le taux d'humidité) laissant entrevoir des gains en émissions grâce à une meilleure combustion. Selon une étude INERIS portant notamment sur l'impact du taux d'humidité du bois sur les émissions de polluants (cf bibliographie), l'hypothèse suivante a été retenue : l'usage d'un bois bûche labellisé permet un gain moyen de 10% sur les émissions. Le taux de pénétration du bois labellisé estimé par FIBOIS Auvergne-Rhône-Alpes est fixé à :

- 1% dans le scénario 2013,
- 5% dans le scénario 2018 « Avec PPA »,
- équivalent à 2013 dans le scénario 2018 sans PPA.

Brûlage des déchets verts

Les feux (en forêt, dans des plantations), l'écobuage et le brûlage des déchets verts sont interdits toute l'année sur le territoire du PPA. En particulier, les déchets végétaux des parcs et jardins sont des déchets ménagers qui relèvent de l'interdiction mentionnée dans l'article 84 du Règlement Sanitaire Départemental.

Le brûlage des déchets verts concerne les ménages. Il est estimé, sur la base des hypothèses suivantes, selon la dernière étude nationale de l'ADEME en 2008, que :

- 3 500 000 tonnes de déchets verts domestiques sont produites en France en 2008, dont 9% sont brûlés.
- pour Auvergne-Rhône-Alpes, le tonnage retenu est calculé selon la proportion de maisons Région/France.
- afin de tenir compte du recul progressif de cette pratique (au vu de son illégalité), un taux de décroissance annuelle a été appliquée de part et d'autre de l'année 2008. Cette hypothèse a été déduite de l'analyse des quantités de déchets verts traités sur les plateformes de compostage régionales (source : SINDRA).

L'analyse des tonnages compostés depuis 2013 sur le département montre une hausse annuelle comprise entre 1% et 1.5%. Afin de tenir compte également du développement du compostage individuel, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- 2018 Sans PPA : stabilisation des quantités brûlées par maison entre 2013 et 2018,
- 2018 Avec PPA : suite aux nombreux rappels de l'interdiction de brûlage des déchets verts, aux actions de sensibilisation, on constate une baisse des pratiques de brûlage, avec une mobilisation forte des collectivités. Une diminution de 1.5%/an depuis 2013 des quantités brûlées par maison est considérée.

Etant donnée que la pratique du brûlage des déchets verts est totalement interdite, il est possible qu'elle régresse davantage, mais on manque de données pour le confirmer, ce qui conduit à adopter une posture assez conservatrice.

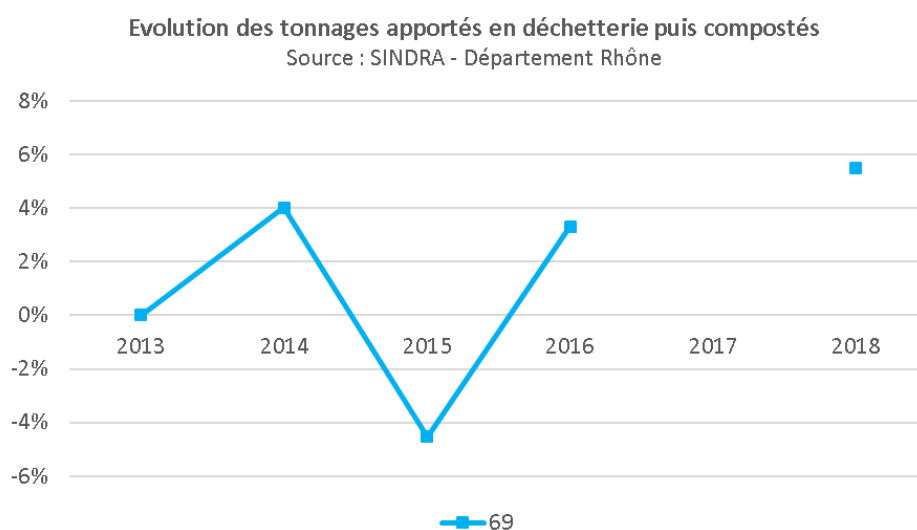


Figure 45 : évolution des tonnages apportés en déchetterie puis compostés – source SINDRA

La réduction d'émissions de PM10 et PM2.5 associée à l'action 12 (généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA) est d'environ 2 tonnes.

3.1.6.3 Actions du domaine des transports

Les actions du PPA2 ont ciblé le transport routier, qui est largement majoritaire dans les émissions du secteur.

Les émissions du transport routier concernent 6 types de véhicules (voitures, véhicules utilitaires légers, poids lourds, bus urbains, autocars et deux roues motorisés) et comprennent les sources suivantes : émissions à chaud, surémissions à froid (lorsque des facteurs d'émissions sont disponibles) et abrasion (freins, pneus et routes).

Cette étude a évalué les gains en émissions des différentes actions liées au transport routier. Elle a permis de quantifier les actions 15 (promotion des plans de déplacements d'entreprises et d'administrations) et 14 qui est une action globale. Cette dernière vise à intégrer les objectifs du PPA dans l'ensemble des politiques transport du territoire, et mettre en cohérence les actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic.

Il faut souligner que de nombreuses actions de réduction des émissions du trafic routier ont été mises en œuvre pendant le PPA afin de développer des offres de transport alternatif et réduire la part des véhicules.

Présentation de l'outil MOCAT

Le calcul des émissions liées au trafic routier est effectué sur l'ensemble du territoire du PPA à l'aide de l'outil MOCAT (MOdèle de CALCul des émissions du Transport routier) développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. L'organisation générale de l'outil MOCAT est décrite dans le logigramme suivant :

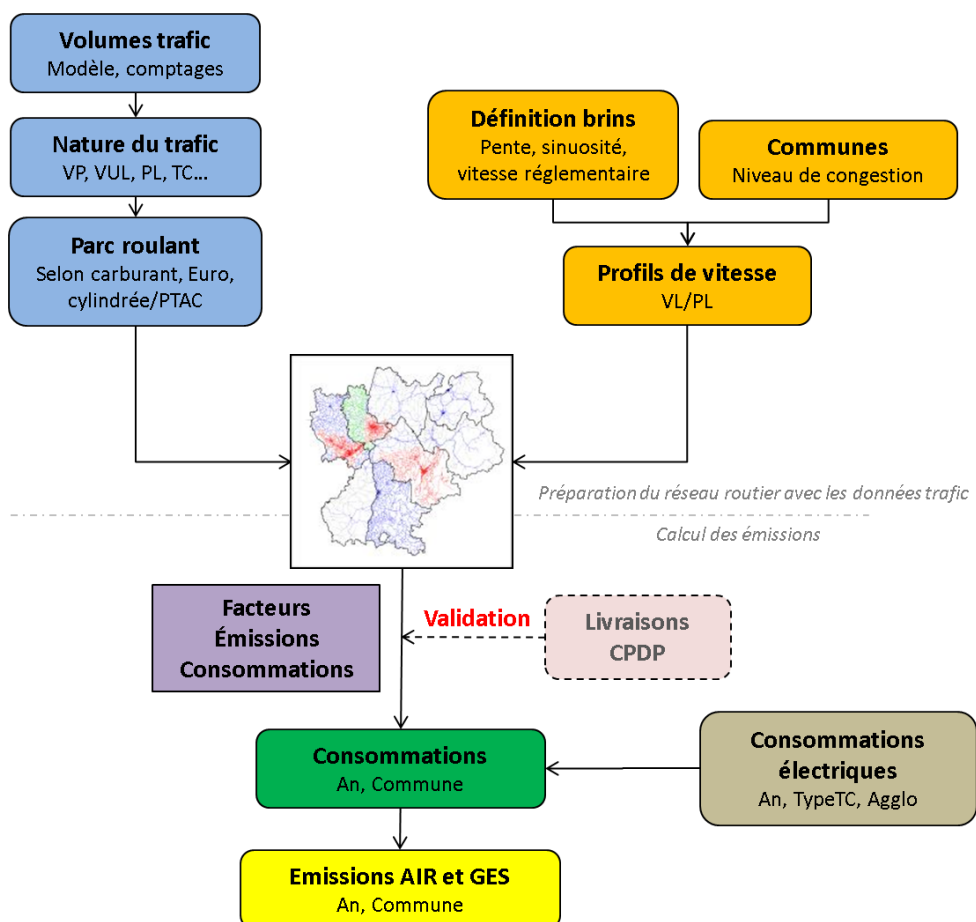


Figure 46 : principales étapes de calcul des émissions du transport routier

Plusieurs sources de données sont nécessaires :

- données liées aux volumes de trafic (modèle trafic MODEL Y, comptages routiers),
- données liées au réseau routier (pente, sinuosité des axes, vitesses réglementaires...),
- données liées au parc de véhicules roulant sur le réseau, fournies par le CITEPA.

La combinaison de ces sources permet de décrire précisément la nature du trafic routier sur le réseau routier de la zone d'étude. Les émissions routières sont obtenues en affectant, à chaque type de véhicules, un facteur d'émission dépendant du polluant, de la vitesse, voire de la température (surémission à froid), de la pente/sinuosité de la route. Ces facteurs sont principalement issus du programme européen COPERT 5 de l'EEA.

Estimation des volumes de trafic

Les volumes de trafic observés proviennent du modèle trafic MODEL Y en situation actuelle (année 2015 version 2019), après conversion en TMJA des volumes de trafic en heure de pointe du matin et du soir. Un ajustement éventuel du TMJA modélisé est réalisé au moyen de comptages (DIRCE, AREA/Vinci, CD69 et Métropole). Les trafics relatifs aux 3 scénarii sont estimés comme suit :

- **2013 et « 2018 Avec PPA »** : on applique à la situation 2015 l'évolution des comptages trafic observée sur les périodes 2015-2013 et 2015-2018 :
 - o Lyon-Villeurbanne hors VRU (Voies Rapides Urbaines) : enquête cordon + comptages CRITER,
 - o VRU et principales RD (Routes Départementales) : selon l'évolution des comptages,
 - o Autres voiries : selon un coefficient moyen d'évolution obtenu sur des voiries analogues pourvues de comptages.
- **« 2018 Sans PPA »** : ce scénario traduit l'évolution du trafic sans les actions du PPA (promotion des transports en commun, des PDE/PDIE, du covoiturage...) qui sont par ailleurs très complexes à évaluer individuellement, car statistiques partielles sur le covoiturage, inventaire non exhaustif des PDE, ... Pour se faire, on s'appuie sur les sorties MODEL Y produites lors de l'évaluation du PDU en comparant les modélisations « 2030 tendanciel » et « 2030 avec actions PDU ». Cette méthode a été mise en œuvre par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes en l'absence d'autres données disponibles et après échanges avec la DREAL.

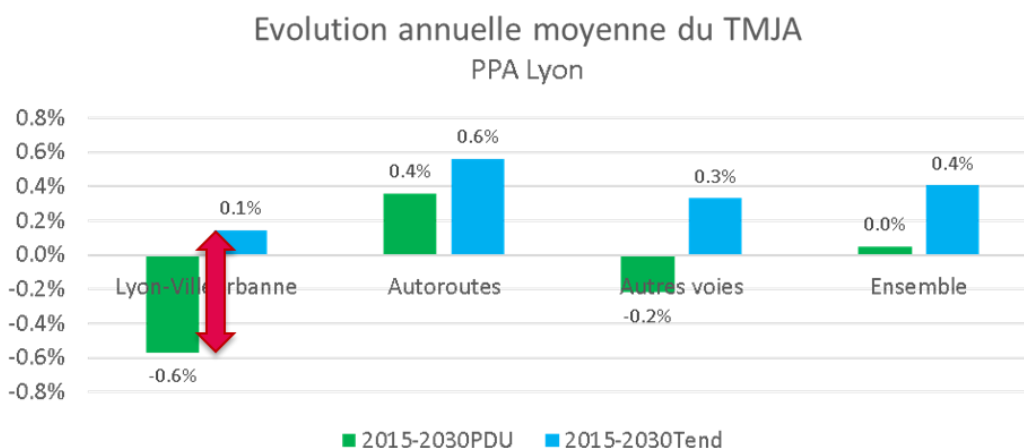


Figure 47 : évolution annuelle moyenne du TMJA entre 2015 et 2030 selon deux projections trafics

Les volumes de trafic analysés par types d'axes (Lyon-Villeurbanne, autoroutes et autres voies) montrent une progression moins importante des trafics avec un scénario PDU. Le différentiel obtenu entre les deux scénarii 2030 a été appliqué aux évolutions observées entre 2013 et 2018. Les taux de croissance annuels moyens de trafic (TCAM) depuis 2013, entre le scénario « 2018 Avec PPA » et « 2018 Sans PPA » sont synthétisés dans le graphique suivant. Ainsi les actions du PPA permettent d'économiser environ 210 millions de véhicules.km sur une année civile.

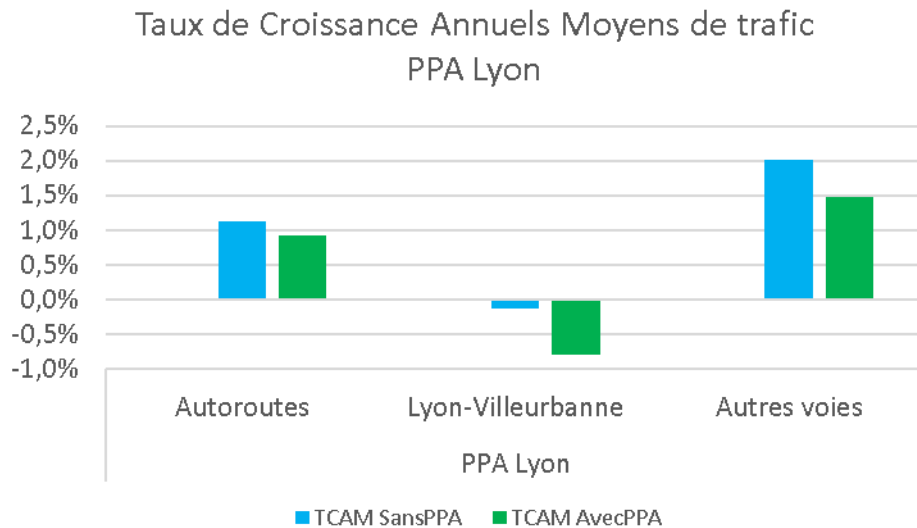


Figure 48 : TCAM considérés dans le scénario « 2018SansPPA » et « 2018Avec PPA »

Estimation du parc roulant de véhicules

Le parc roulant national français produit par le CITEPA est utilisé pour décrire précisément la nature des véhicules circulant en 2013 (parc historique) et 2018 (parc prospectif 2018 AME) pour les deux scénarii. Il détaille les véhicules par grandes familles (voitures, VUL, PL, bus, autocars et deux roues motorisés), carburant, cylindrée ou PTAC, et norme Euro. Il est construit par croisement entre le fichier des immatriculations des véhicules à jour de leur contrôle technique (ainsi que des véhicules étrangers circulant en France) et des hypothèses de kilométrage annuel moyen (les véhicules récents ou diesel effectuant davantage de kilomètres dans l'année qu'un véhicule ancien ou essence). L'analyse de ce parc (figure suivante) montre un renouvellement significatif des véhicules entre 2013 et 2018, avec l'apparition de véhicules de norme Euro 6 venant remplacer des véhicules anciens (de norme inférieure ou égale à Euro 3).

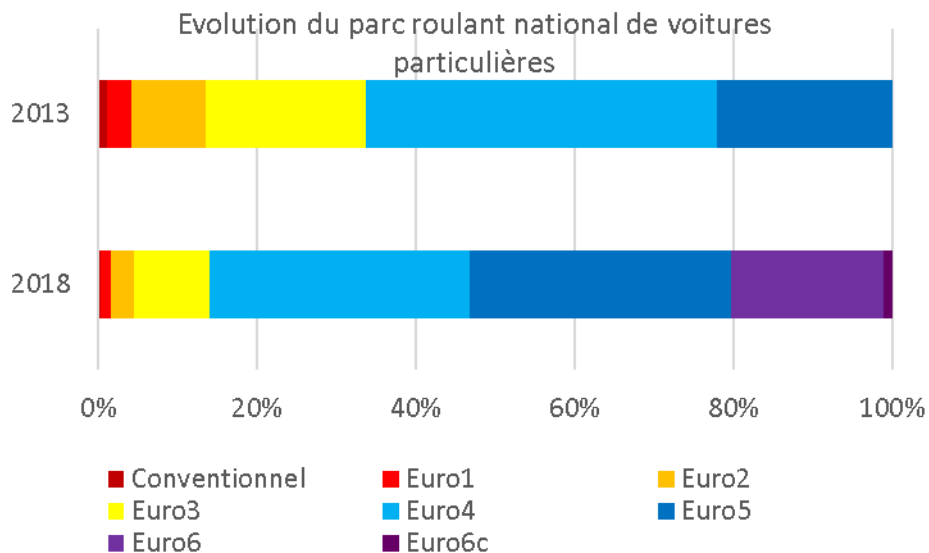


Figure 49 : évolution du parc roulant national moyen de voitures particulières par norme Euro
Source : Parc prospectif roulant : MTES-DGEC/CITEPA version Janvier 2019 (scénario AME-2018)

Abaissement de la vitesse réglementaire sur les VRU

Voici un historique concernant l'abaissement des vitesses réglementaires sur le territoire du PPA sur la période allant de 2011 (révision du PPA) à 2019 :

- **Abaissement effectif en 2012 :**
 - o A6 (de l'échangeur 33 Limonest à l'échangeur 36 TEO) : passage de 110 à 90 km/h,
 - o A6/A7 (de l'échangeur 37 à l'échangeur 2 La Mulatière) : passage de 90 à 70 km/h,
 - o A7 (de l'échangeur 2 La Mulatière au BUS) : passage de 110 à 90 km/h,
 - o A450 : passage de 110 à 90 km/h,
 - o D302 : rocade sud/est de Meyzieu : passage de 110 à 90 km/h,
 - o A42 (du péage de la Boisse à la RN346) : passage de 130 à 110 km/h,
 - o A42 (de la RN346 au Boulevard périphérique Laurent Bonnevey) : passage de 110 à 90 km/h,
 - o A43 (de la RN346 au Boulevard périphérique Laurent Bonnevey) : passage de 110 à 90 km/h,
 - o A47 (de Givors à l'A7) : passage de 90 à 70 km/h,
- **Abaissement effectif en 2016 :**
 - o A43 de l'échangeur 4 au Boulevard périphérique : passage de 90 à 70 km/h,
- **Abaissement en 2019 :**
 - o Boulevard périphérique Laurent Bonnevey et périphérique nord TEO : passage de 90 à 70 km/h,
 - o A6 de l'échangeur 33 Limonest jusqu'à l'échangeur 37 : passage de 90 à 70 km/h,
 - o A7 de l'échangeur 2 La Mulatière à l'A450 : passage de 90 à 70 km/h.

Les évaluations des gains d'émissions liés aux actions PPA ne tiennent compte que des abaissements effectifs entre 2013 et 2018 (soit le passage de 90 à 70km/h du tronçon A43 proche du boulevard périphérique) car les abaissements ayant eu lieu en 2012 sont déjà pris en compte dans le scénario 2013. Une évaluation complémentaire a toutefois été réalisé sur l'ensemble des axes mentionnés afin de mesurer le gain global apporté par cette mesure (cf paragraphe 3.1.9).

3.1.7 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PPA sont-ils atteints ?

Gain global

L'objectif de cette partie est de pouvoir comparer l'évolution des émissions aux :

- objectifs 2007-2015 du PPA lyonnais,
- objectifs 2005-2020 du PREPA (Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques).

Les difficultés de comparaison proviennent du fait que les périodes relatives portent sur des années et des durées différentes. Afin de permettre des comparaisons, il est proposé de calculer un gain annuel (ou objectif annuel) calculé comme suit :

- calcul pour chaque polluant du gain total en tonnes (**G**) entre l'année cible (**Ac**) et l'année de référence (**Ar**),
- calcul pour chaque polluant du tonnage correspondant à 1% des émissions 2007 (**T**), année de référence sur laquelle ont été calculés les objectifs PPA,
- calcul du pourcentage de gain entre l'année cible et l'année de référence : **P=G/T**
- déduction du pourcentage annuel de gain : **PG=P/(Ac-Ar)**, Ac-Ar correspondant au nombre d'années de la période.

Les analyses qui suivent synthétisent donc les gains en émissions par an en moyenne sur une année civile.

Dans un premier temps, l'évolution :

- entre les scénarii 2007 et « 2015 tendanciel » modélisés lors de la révision du PPA en 2013 (Sans PPA objectif dans le graphe ci-dessous),
- entre les scénarii 2007 et « 2018 Sans PPA ou 2018 Tendanciel » évalués en 2019 (Sans PPA réalisé dans le graphe ci-dessous),

montre que les émissions n'ont pas autant diminué « naturellement » que ce qui avait été modélisé lors de l'élaboration du PPA2, sauf pour les particules PM10 où les évolutions sont similaires.

Cette comparaison des scénario tendanciels montrent que les émissions de NOx ont baissé d'environ 25 % moins vite que prévu. La baisse des émissions de PM10 est conforme à la prévision. La réduction des émissions de PM2,5 est également moins rapide (environ 20%)

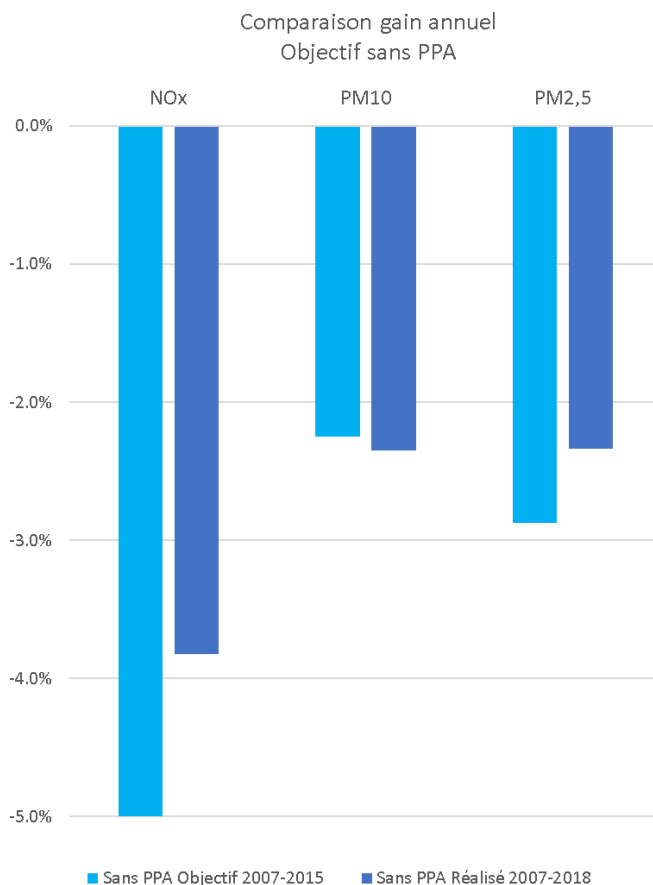


Figure 50 : comparaison des gains annuels en émissions en tendanciel (sans PPA)

Dans un second temps, l'évolution :

- entre les scénarii 2013 Référence et « 2018 Sans PPA ou 2018 Tendanciel »,
- entre les scénarii 2013 Référence et « 2018 Avec PPA »,

montre que les actions PPA qui ont pu être quantifiées dans cette évaluation sont modérées par rapport à l'évolution tendancielle.

Les actions PPA qui ont pu être quantifiées ont permis une réduction supplémentaire des émissions d'environ 10 % par rapport à la réduction tendancielle.

Les émissions liées aux actions qui n'ont pas pu être quantifiés ne sont pas différenciées dans les 2 scénarios.

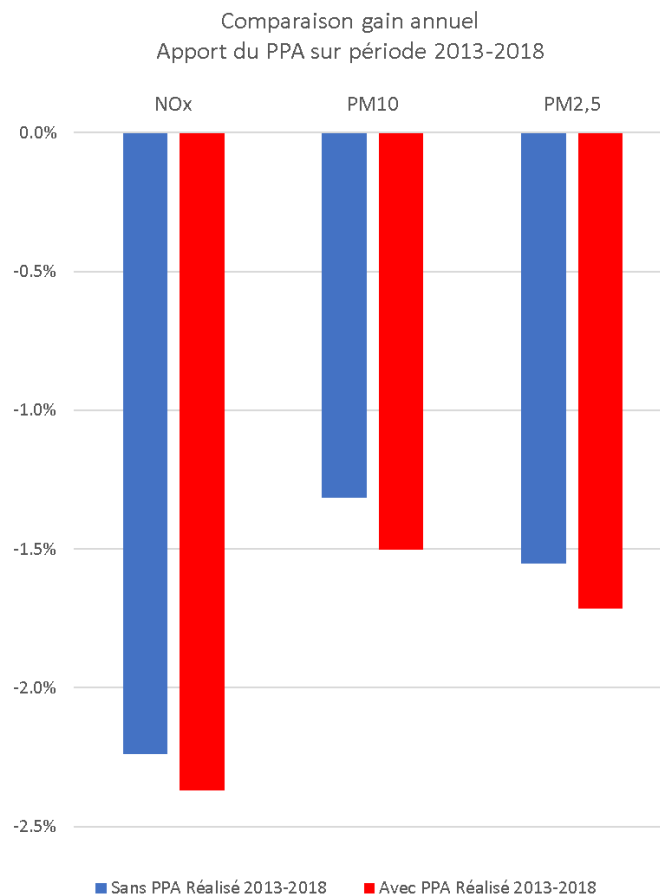


Figure 51 : comparaison des gains annuels en émissions sans PPA (tendanciel) et avec PPA

Enfin, l'évolution :

- entre les scénarii 2007 et « 2015 Avec PPA » modélisés lors de la révision du PPA en 2013 (Avec PPA Objectif dans le graphe ci-dessous),
- entre les scénarii 2007 et « 2018 Avec PPA » évalués en 2019 (Avec PPA Réalisé dans le graphe ci-dessous),

montre que les objectifs du PPA ne sont pas atteints.

Les raisons sont :

- d'une part des actions qui n'ont pas été complètement mises en œuvre ou qui n'ont pas pu être quantifiées dans cette étude,
- d'autre part une diminution tendancielle des émissions moins marquée que ce qui avait été calculé en 2013 pour les oxydes d'azote et les particules PM2.5.

L'évolution tendancielle calculée lors de l'élaboration du PPA2 avait été réalisée avec les hypothèses prises localement (évolution des trafics, ...), les guides méthodologiques nationaux et les facteurs d'émissions connus, ceux-ci ont pu évoluer pour tenir compte des améliorations de connaissances disponibles depuis, notamment concernant le transport routier.

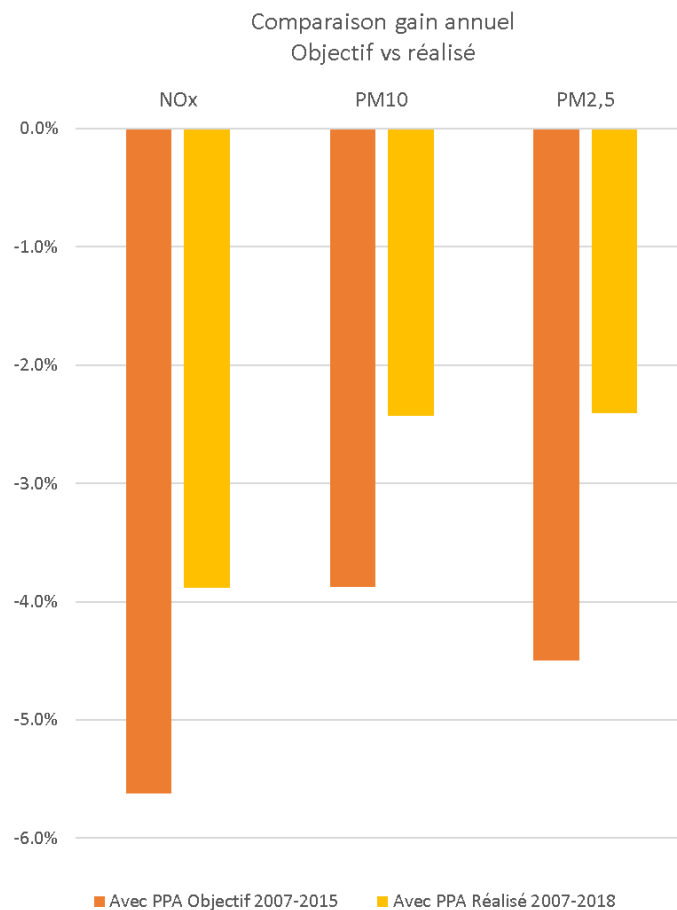


Figure 52 : comparaison des gains annuels en émissions

Afin de permettre une comparaison entre l'apport évalué du PPA au niveau des gains annuels par rapport à l'apport attendu du PPA (objectif), il est proposé de décomposer le gain associé aux actions.

Décomposition du gain global par groupe d'actions

Le tableau suivant décompose le gain global par groupe d'actions selon le découpage suivant :

- « Industrie » concerne :
 - o Les carrières
 - o les chaufferies biomasse (cf. actions P5 et P6)
- « Résidentiel » regroupe :
 - o le fond air bois (incluant indirectement les actions de meilleure connaissance du parc et de sensibilisation),
 - o le bois bûche labellisé
 - o Le brûlage des déchets verts
- « Transports » se rapporte aux actions :
 - o Pour limiter les flux de trafic
 - o De réduction de la vitesse sur autoroutes et voies rapides urbaines

| Secteur | Action | Résumé de l'action | Objectifs PPA 2007-2015 | | | Evolution annuelle période 2007-2018 avec PPA | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------|--------------|--------------|---|--------------|--------------|
| | | | NOx | PM10 | PM2.5 | NOx | PM10 | PM2.5 |
| Industrie | P3 | Emissions diffuses des principaux émetteurs de poussières (carrières) | | | | | -3.3% | -3.3% |
| | P5-P6 | Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA et limiter leur développement | | | | -4.2% | -8.2% | -8.1% |
| | Global secteur industrie | | | | | -4.5% | -5.5% | -6.0% |
| Résidentiel | P8 | Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés | | | | -0.04% | -0.04% | -0.04% |
| | P10 | Mise en place d'un fond Air Bois | | | | 5.8% | 1.7% | 1.7% |
| | P12 | Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA. | | | | -0.9% | -0.9% | -0.9% |
| | Global secteur résidentiel | | | | | 0.9% | 1.5% | 1.5% |
| Transports | P14 | Réguler le flux de véhicules | | | | | | |
| | P15 | Inciter fortement la mise en place des plans de déplacement (PDE, PDIE et PDA) | | | | -4.2% | -4.0% | -4.8% |
| | AcT3 | Réduction des vitesses autorisées sur les voies rapides 2013-2018 | | | | | | |
| | Global secteur transports | | | | | -6.9% | -6.1% | -6.8% |
| Autres sources | | | | | | -4.0% | -3.7% | -4.6% |
| Ensemble des émissions | | | -5.6% | -3.9% | -4.5% | -3.9% | -2.4% | -2.4% |

Figure 53 : décomposition des gains annuels par groupe d'actions et comparaison aux objectifs du PPA – PPA Lyon

Remarque : on observe une évolution positive au niveau de l'action fonds air bois, car les émissions liées aux appareils de chauffage au bois ont nettement augmenté entre 2007 et 2013, car le parc d'appareils de chauffage au bois s'est nettement accru sur cette période (voir annexe 4 figure 82).

Les tonnages associés au tableau figurent en annexe 4.

Le tendanciel et les actions telles qu'elles ont pu être mises en œuvre et évaluées ont permis les gains suivants (en gains annuels) :

- 3.9 % de réduction des émissions de NOx / objectif global PPA à 5.6 %,
- 2.4 % de réduction des émissions de PM10 et PM2.5 / objectif global PPA respectivement à 3.9 % et 4.5%.

La répartition des gains entre les actions est présentée dans le graphe qui suit.

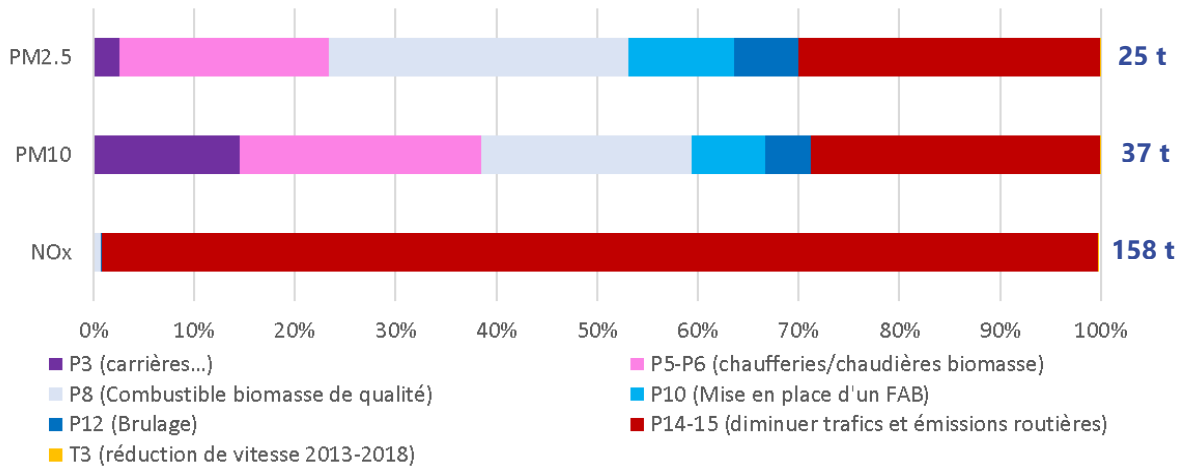


Figure 54 : répartition des gains en émissions par action du PPA – PPA Lyon

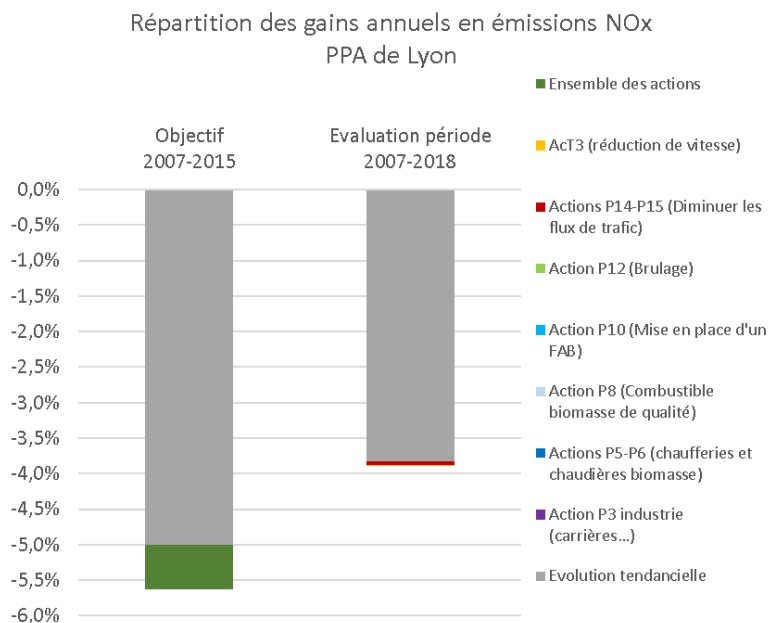


Figure 55 : répartition des gains annuels en émissions de NOx par actions /groupes d'actions

Concernant les émissions de NOx, quand on compare l'objectif initial de gain apporté par le PPA (qui comprend l'ensemble des actions décidées dans le PPA2, en vert ci-dessus) par rapport au tendanciel, les actions telles qu'elles ont pu être mises en œuvre et évaluées ne permettent pas l'atteinte de cet objectif.

Les actions permettant de gagner significativement au niveau des émissions de NOx sont les actions du secteur des transports (actions 14 et 15) qui apportent plus de 99% des gains quantifiés (voir figure 54).

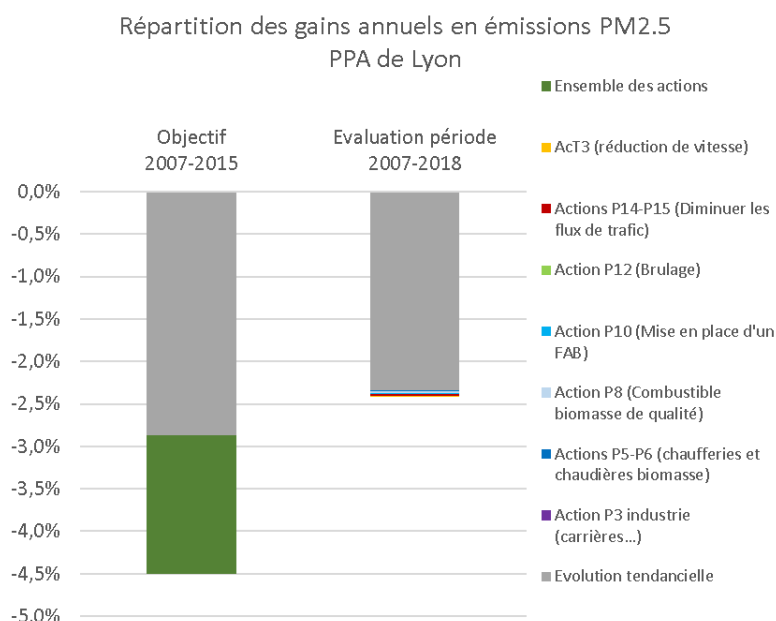


Figure 56 : répartition des gains annuels en émissions de PM2.5 par actions /groupes d'actions

Concernant les émissions de PM2.5, quand on compare l'objectif initial de gain apporté par le PPA (qui comprend l'ensemble des actions décidées dans le PPA2, en vert ci-dessus) par rapport au tendanciel, les actions telles qu'elles ont pu être mises en œuvre et évaluées ne permettent pas l'atteinte de cet objectif. L'apport des différents secteurs au gain en émissions est relativement équilibré entre les secteurs résidentiel, industrie et transports (voir figure 54). Les actions permettant de gagner proportionnellement plus concernent les actions du secteur résidentiel, en particulier les actions relatives aux appareils individuels de chauffage au bois (actions 8 et 10) qui apportent 40 % des gains quantifiés (48 % si on ajoute l'action 12 – renforcer l'interdiction du brûlage des déchets verts).

3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PREPA sont-ils atteints ?

Le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) fixe la stratégie de l'Etat français pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Il vise à réduire les émissions de polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de l'air et réduire ainsi l'exposition des populations à la pollution. Il fixe les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques à horizon 2020, 2025 et 2030.

Afin de comparer la situation du territoire du PPA lyonnais avec les objectifs nationaux, sont analysées ci-dessous les évolutions :

- entre les scénarii 2007 et « 2018 Avec PPA » évalués en 2019 (Avec PPA Réalisé dans le graphe ci-dessous),
- et les objectifs 2020 du PREPA par rapport à 2005 (PREPA Objectif dans le graphe ci-dessous).

Le PREPA ne fixe pas d'objectifs pour les PM10.

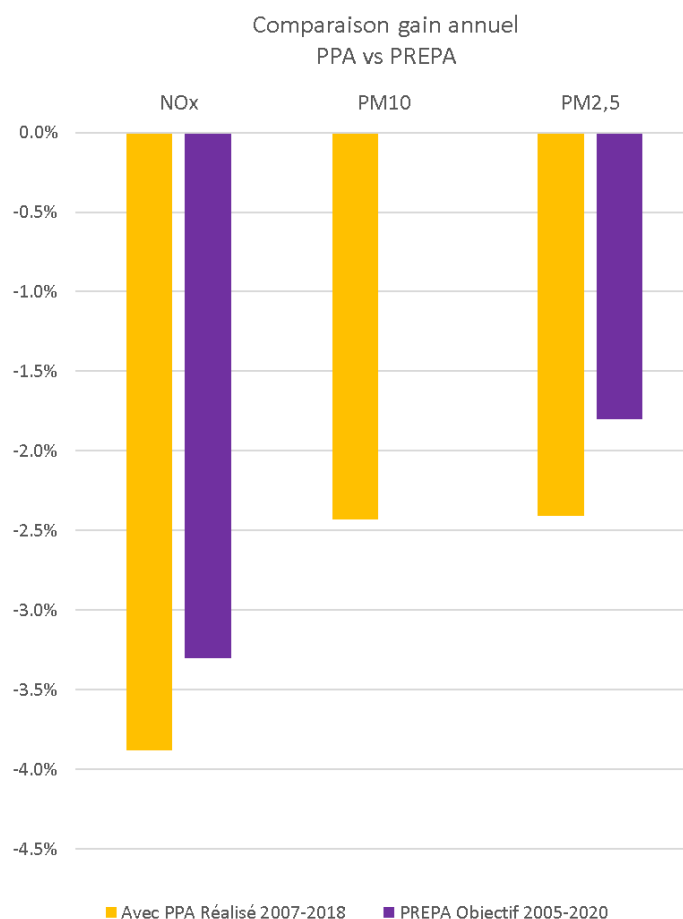


Figure 57 : comparaison des objectifs annuels PREPA avec les baisses annuelles d'émissions observées entre 2007 et 2018 avec les actions PPA

Ainsi, les objectifs du PREPA annualisés sont respectés pour les NOx comme pour les PM2.5.

3.1.9 Éléments complémentaires d'estimation

3.1.9.1 Fond air bois

L'évaluation du fond air bois a été établie sur les dossiers instruits avant le 30/09/2018. Une évaluation des gains en émissions tenant compte de l'ensemble des dossiers connus jusqu'à début 2019 permet d'évaluer le gain maximal associé à cette action. Ainsi sur la base de 369 dossiers, le gain total en émissions est estimé à 9 tonnes de PM10 et 8.5 tonnes de PM2.5 (au lieu des 3 tonnes de PM10 et PM2.5 pris en compte dans cette évaluation). Cela conduit à une moyenne de 23.5 kg économisés de particules par appareil.

En revanche, pour les NOx, une légère surémission de 0.2 tonne est observée : en effet, les actions de remplacement d'appareils individuels de chauffage au bois par des équipements à rendement plus élevé, que ce soit dans le cadre du renouvellement tendanciel ou grâce au fond bois, conduisent à émettre moins de particules, mais un peu plus de NOx en raison de la température plus élevée dans l'enceinte de combustion.

3.1.9.2 Réductions de vitesse

Les réductions permanentes de vitesse réglementaire sur les voies rapides urbaines et autoroutes de l'agglomération lyonnaise ont été majoritairement mises en place en dehors de la période d'évaluation 2013-2018.

C'est pourquoi une évaluation complémentaire de cette action phare du PPA a été réalisée en intégrant l'ensemble des tronçons ayant subi un abaissement de vitesse entre 2011 (année de révision du PPA) et 2019.

L'évaluation de cette mesure repose sur la modification des vitesses fournies par MODEL Y en heure de pointe du matin, en heure de pointe du soir et durant l'heure creuse. Sur les tronçons et périodes horaires où le trafic horaire est non congestionné, la vitesse est modifiée selon le différentiel de la vitesse réglementaire avant/après mise en œuvre de l'action de réduction de vitesse. Dans les autres cas et en l'absence d'argumentation solide, on considère que l'abaissement de vitesse n'a pas d'impact sur la congestion observée auparavant.

Si l'évaluation de la mesure sur la période 2013-2018 (passage à 70 km/h de l'A43 entre le périphérique et l'échangeur n°4) n'a pas d'impact significatif sur les émissions (secteur fréquemment congestionné), l'extension aux autres axes concernés donne en revanche des résultats probants sur les NOx, avec un gain cumulé de :

- 80 tonnes pour les axes dont la vitesse a été modifiée entre 2011 et 2012,
- 19 tonnes supplémentaires pour les axes dont la vitesse a été abaissée en 2019 (en année pleine).

Sur les particules PM10 et PM2.5, le gain est moins marqué avec tout de même :

- 2.2 tonnes évitées sur les axes dont la vitesse a été modifiée entre 2011 et 2012,
- 0.8 tonne supplémentaire économisée sur les axes dont la vitesse a été abaissée en 2019 (en année pleine).

3.1.9.3 Synthèse

Le graphe suivant synthétise les gains supplémentaires apportés par l'extension de la période de prise en compte de ces deux actions. Les multiples abaissements de vitesse actés en 2012 sur les voies rapides urbaines ont eu un effet significatif sur les émissions de NOx, polluant concerné par des dépassements de valeur réglementaire en bordure de voiries.

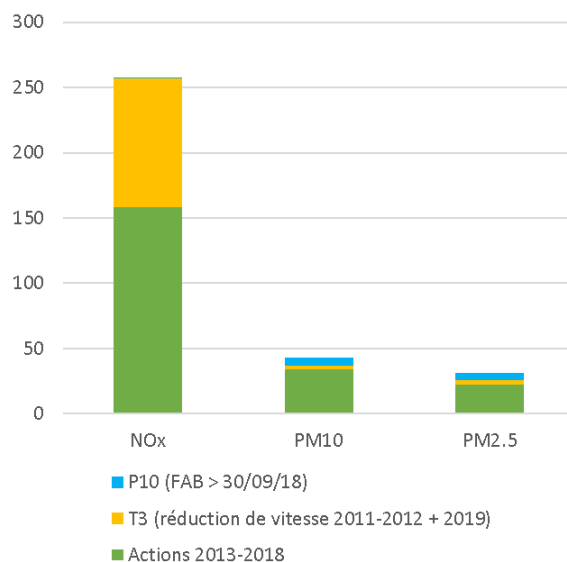


Figure 58 : gains supplémentaires apportés par l'extension de la période de prise en compte des actions P10 et T3 (en tonnes de polluant émis)

3.1.10 Perspectives

L'évaluation des émissions sur le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise a été réalisée avec les meilleures connaissances disponibles à ce jour.

Différentes actions n'ont pas pu être évaluées, faute de données suffisamment disponibles et pertinentes.

Dans le futur, il sera indispensable :

- de prévoir du temps de travail partenarial, lors de la constitution des fiches actions, afin de définir des indicateurs pertinents, fiables et collectables de suivi de la mise en œuvre des actions,
- d'assurer annuellement une collecte et un suivi de ces indicateurs.

Ainsi un suivi annuel pourra être réalisé et l'évaluation quinquennale en sera facilitée.

D'autres actions n'ont pas été évaluées, car elles n'ont pas été mises en œuvre ou pas suffisamment. Pourtant la satisfaction des objectifs des PPA suppose, outre le fait d'agir sur les principales sources d'émissions, de mettre en œuvre l'ensemble des actions proposées. C'est une nécessité pour améliorer durablement la qualité de l'air.

En plus des actions du PPA qui continuent à être déployées, il faut signaler qu'à fin 2018, les actions de la feuille de route en étaient au démarrage de leur mise en œuvre, ou que les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour permettre de quantifier leur impact.

Malgré l'absence de quantification de ces actions, il est à retenir qu'elles ont permis d'améliorer la qualité de l'air, qu'il existe une réelle dynamique engagée sur le territoire et que les gains seront sans doute plus marqués dans les années à venir.

Dès le démarrage de la révision, il conviendra d'ajouter ces actions à la réflexion, notamment pour leur suivi et la collecte des informations.

Cette évaluation a permis d'identifier des propositions pour optimiser encore les plans d'actions à venir :

- intégrer l'ensemble des petites chaufferies collectives recensées par FIBOIS et les ALEC,
- identifier la contribution des chaudières industrielles dans les émissions BDREP déclarées,
- travail du bois : les sources de données des facteurs d'émissions (chaudières, sciage, rabotage...) mériteraient d'être actualisées par des mesures à l'émission sur quelques entreprises locales,
- favoriser le retour d'expérience de l'action « Chantiers Air Climat » du programme Ville Respirable de l'agglomération d'Annemasse afin de promouvoir une charte chantiers propres intégrant la qualité de l'air sur le territoire du PPA lyonnais et de l'étendre à tout type de contrat,
- renforcer les actions de sensibilisation et de contrôle de l'action d'interdiction du brûlage des déchets verts.

3.2 Quels sont les effets sur l'exposition des populations ?

3.2.1 Méthodologie

La chaîne de modélisation utilisée pour évaluer les actions PPA est une chaîne intégrant 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, depuis l'adoption du PPA en 2014, 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 de réalisation des bilans annuels d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes 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, ...

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 sur la base de la population communale INSEE 2015. L'affectation des populations résidentes à chaque bâtiment a été réalisée par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Le détail de la méthodologie est précisé ici⁵.

Une analyse détaillée du modèle est présentée à l'annexe 3.

Afin d'évaluer l'impact des actions du PPA sur les concentrations, les trois scénarios correspondant aux scénarios d'émissions précédemment décrits ont été modélisés à météo constante (année 2013) :

- scénario de référence 2013 avant mise en œuvre du PPA : scénario qui prend en compte les émissions 2013 et la météo 2013,
- scénario tendanciel « 2018* sans PPA » : scénario qui prend en compte les émissions 2018 sans mise en œuvre des actions du PPA et la météo 2013,
- scénario « 2018* avec PPA » : scénario qui prend en compte les émissions 2018 avec mise en œuvre des actions du PPA et la météo 2013.

* : signifie que le résultat présenté dans cette partie ne correspond pas au résultat réel de l'année 2018, car la météo utilisée est celle de 2013 et non 2018. Attention les cartes présentées dans la partie 3.2 ne sont donc pas directement comparables avec les cartes présentées dans la partie 2.

Des cartographies de chaque scénario ont été réalisées pour chaque polluant modélisé et pour chaque valeur réglementaire.

Les indicateurs d'exposition associés ont ensuite été calculés.

⁵ https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-15237401704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf

3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote

3.2.2.1 Carte de concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂)

Les Figure 59 et Figure 60 présentent les cartes de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA lyonnais et sur le centre de Lyon-Villeurbanne :

- dans la condition initiale « 2013 référence » (à gauche),
 - dans la situation « 2018* avec PPA » (à droite),
- ainsi que la carte de variation entre les deux situations (en bas).

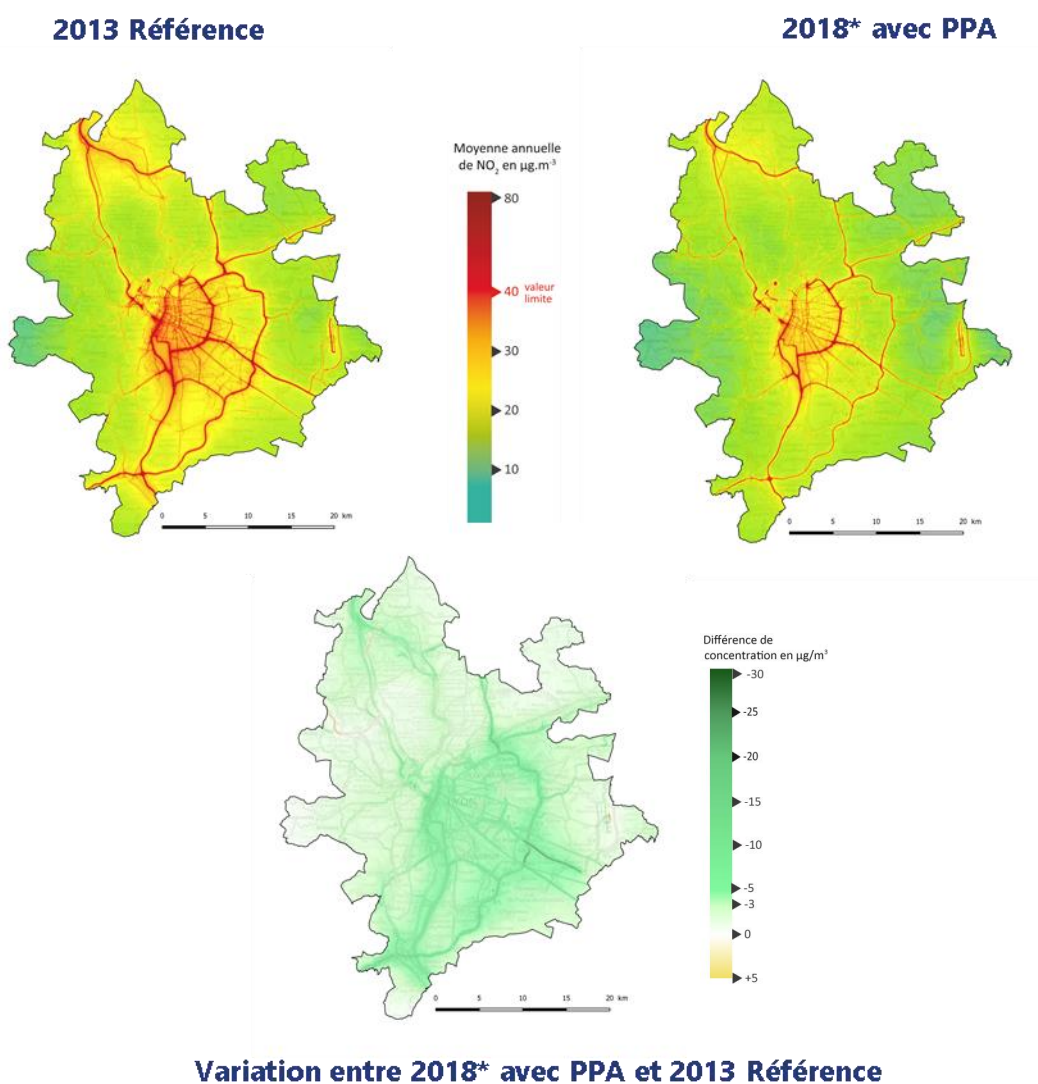
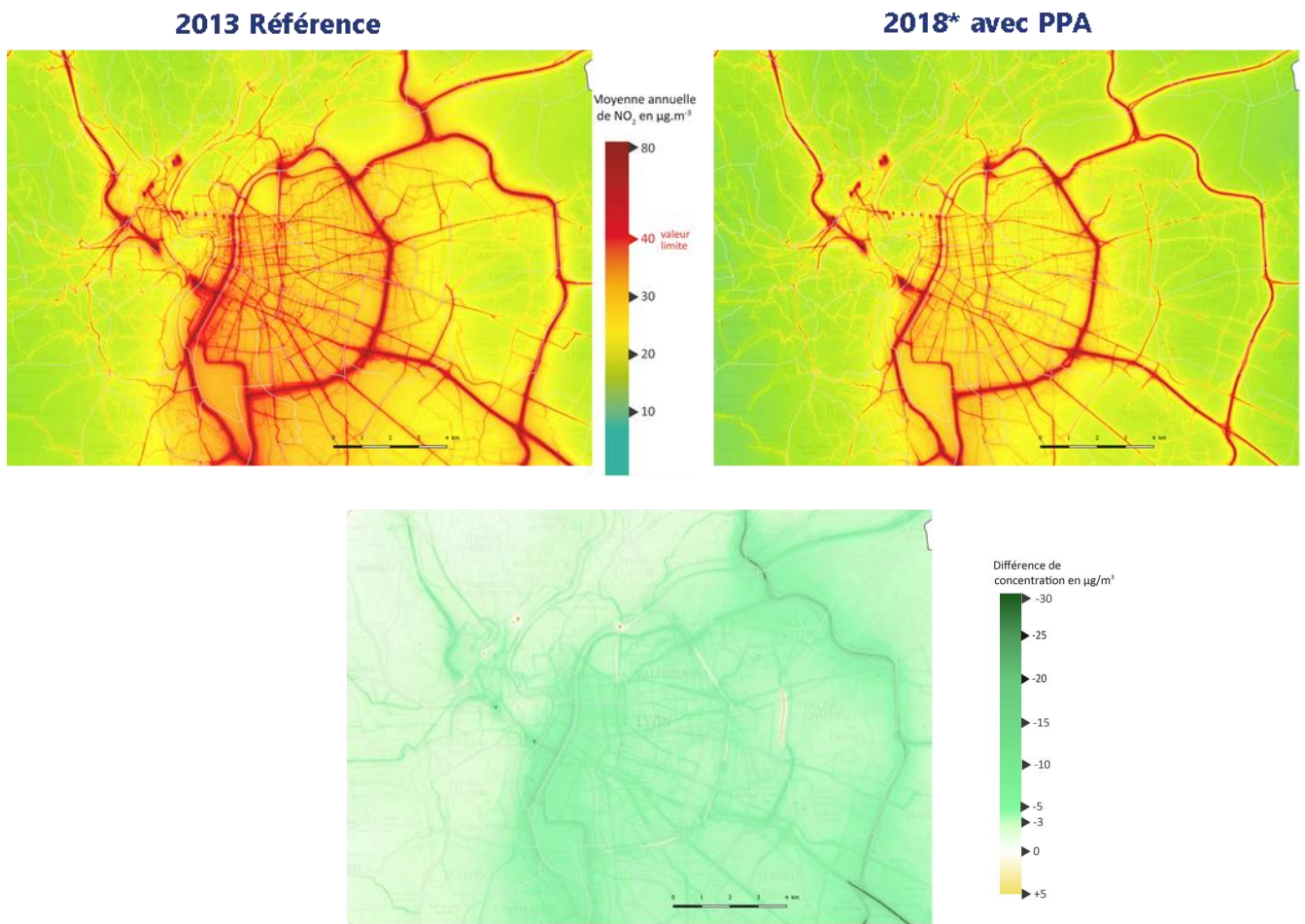


Figure 59 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA lyonnais entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».



Variation entre 2018* avec PPA et 2013 Référence

Figure 60 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le centre de Lyon-Villeurbanne entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

Entre 2013 et 2018* avec PPA, on observe une baisse modérée de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur l'ensemble du territoire, notamment sur le centre de Lyon-Villeurbanne (de -0.5 à -5 µg/m³ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, cette diminution pouvant alors dépasser 10 µg/m³ comme l'illustrent les cartes de variation.

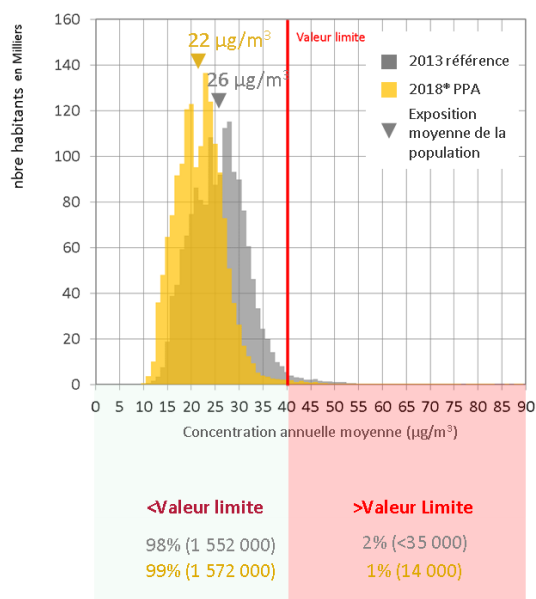
3.2.2.2 Indicateurs d'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO₂)

Le croisement des cartes présentées ci-dessus avec les cartes de répartition de la population résidente sur le territoire du PPA de Lyon permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 61 : précise :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA lyonnais au dioxyde d'azote dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « 2018* avec PPA » (en orange). Elle précise, par tranche de concentration de 1 µg/m³, le nombre d'habitants ;
- à droite : de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais au dioxyde d'azote selon les 3 scénarios : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (2018* sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (2018* avec PPA).

Distribution de l'exposition de la population au Dioxyde d'azote (NO₂) en situation « 2013 référence » et « 2018* avec PPA »



Exposition moyenne de la population au dioxyde d'azote (NO₂) en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

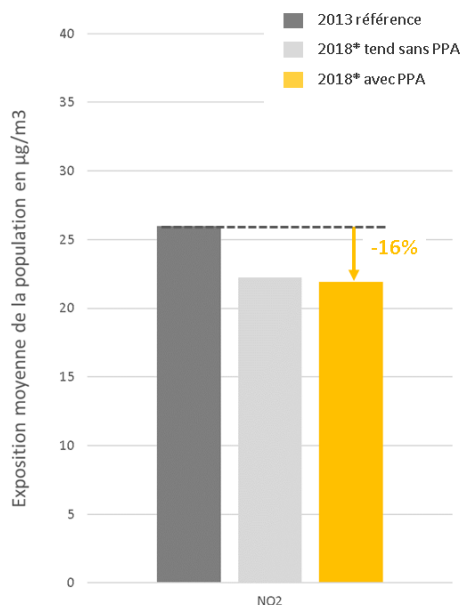


Figure 61 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA lyonnais au NO₂ - selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018*avec PPA » - à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA au NO₂ selon les 3 scénarios

Pour le dioxyde d'azote, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire l'exposition moyenne des habitants de la zone du PPA lyonnais de 4 µg/m³ en moyenne et ainsi de réduire d'environ 20 000 habitants le nombre de personnes soumises à des concentrations de dioxyde d'azote supérieures à la valeur limite.

L'effet du scénario « 2018* avec PPA » permet de réduire l'exposition moyenne au dioxyde d'azote de 16% par rapport au scénario 2013 référence.

La figure 62 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais aux valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés.

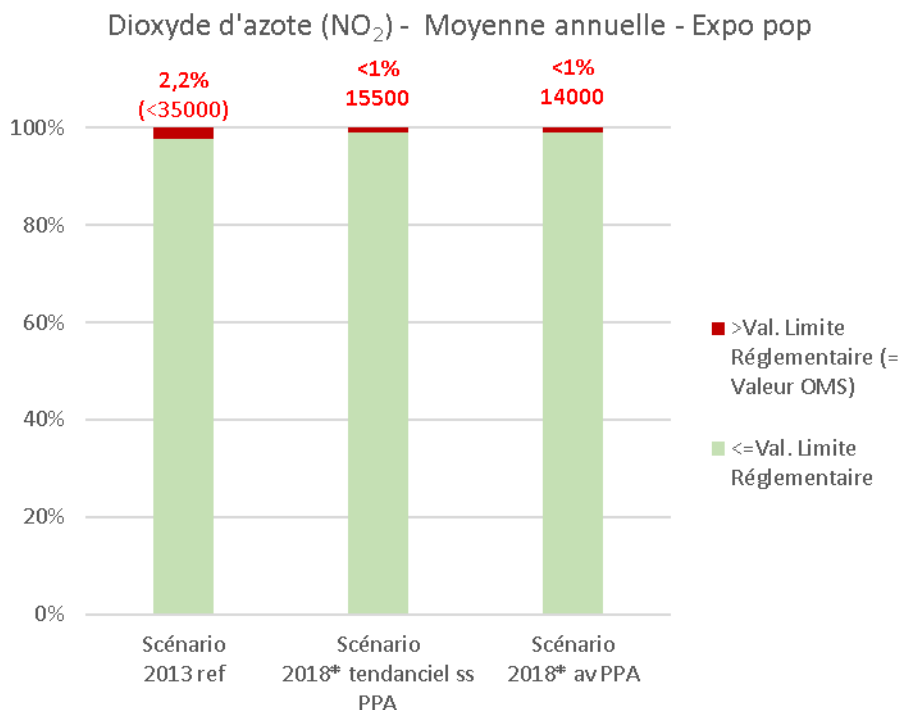


Figure 62 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du lyonnais – comparaison à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés

Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite pour le dioxyde d'azote d'environ 20 000 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 1 500 habitants, ce qui conduit à 14 000 habitants restant exposés.

3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules fines PM10

3.2.3.1 Cartes de concentration moyenne annuelle de PM10

La Figure 633 présente la carte de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur le territoire du PPA lyonnais - dans la condition initiale « 2013 référence » (à gauche), - dans la situation « 2018* avec PPA » (à droite), ainsi que la carte de variation entre les deux situations (en bas).

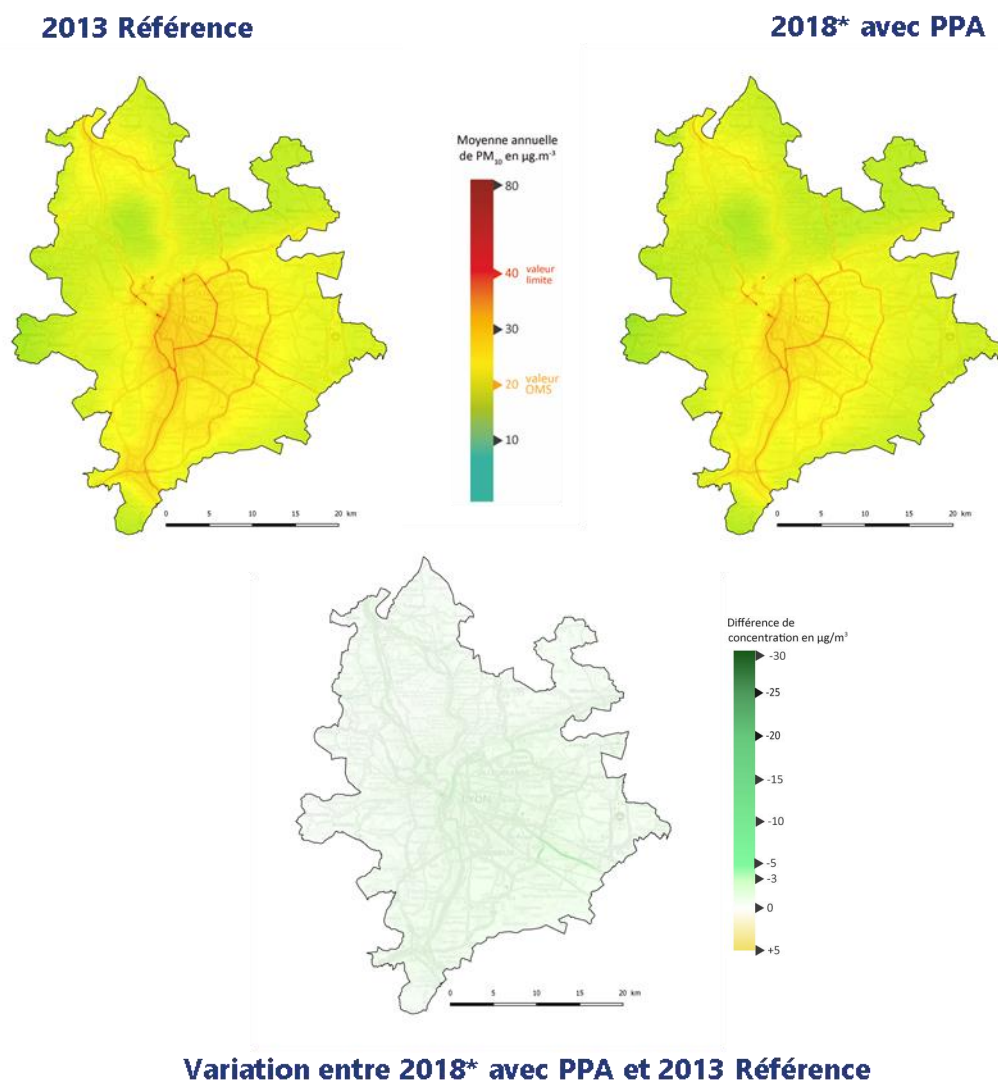


Figure 633 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM10 sur le territoire du PPA lyonnais entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

En moyenne annuelle, la tendance observée pour les particules PM2.5 se confirme pour les particules PM10.

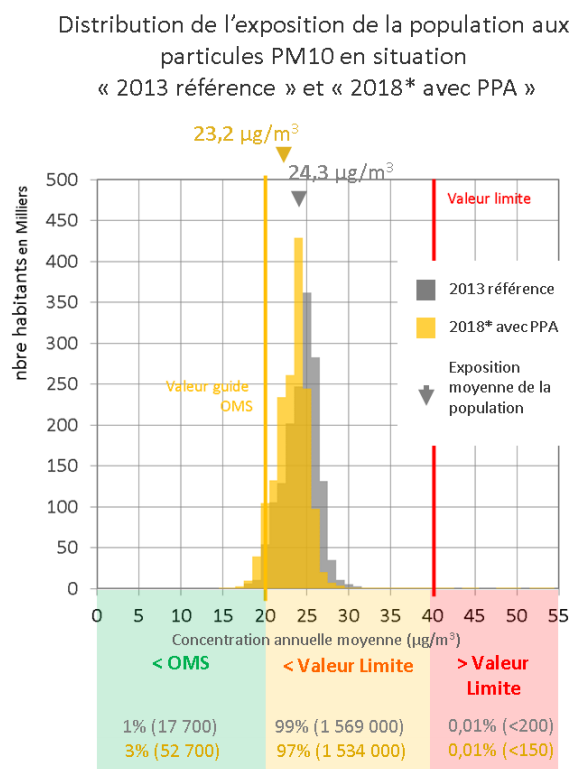
Entre 2013 et 2018* avec PPA, la variation est favorable mais peu marquée. En effet, on observe une baisse faible de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur l'ensemble du territoire (baisse inférieure à 2 µg/m³ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, hormis sur l'A43 à l'entrée Est de l'agglomération où la vitesse a été fortement abaissée et où une baisse allant jusqu'à 13 µg/m³ au centre de la voie, a été modélisée.

3.2.3.2 Indicateurs d'exposition de population aux PM10

Le croisement des cartes de concentrations avec les cartes de répartition de la population résidente sur le territoire du PPA lyonnais permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 64 précise :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA lyonnais aux particules PM10 dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « 2018* avec PPA » (en orange). Elle précise, par tranche de concentration de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le nombre d'habitants ;
- à droite : de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais aux particules PM10 selon les 3 scénarios : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (2018* sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (2018* avec PPA).



Exposition moyenne de la population aux particules PM10 en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

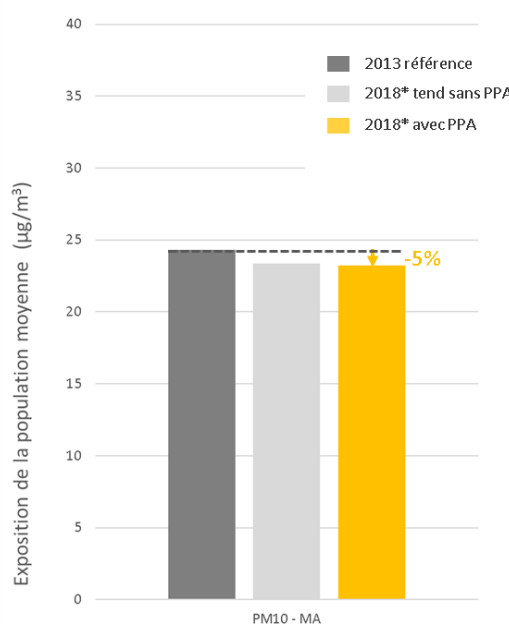


Figure 64 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA lyonnais - particules PM10 - selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018* avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA aux PM10 selon les 3 scénarios

Pour les particules PM10 en concentration moyenne annuelle, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire l'exposition moyenne des habitants de la zone PPA d'un peu plus de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle permet de réduire d'environ 50 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur limitée réglementaire et d'environ 35000 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

L'effet du scénario 2018* avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne aux particules PM10 en moyenne annuelle de 5% par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 65 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

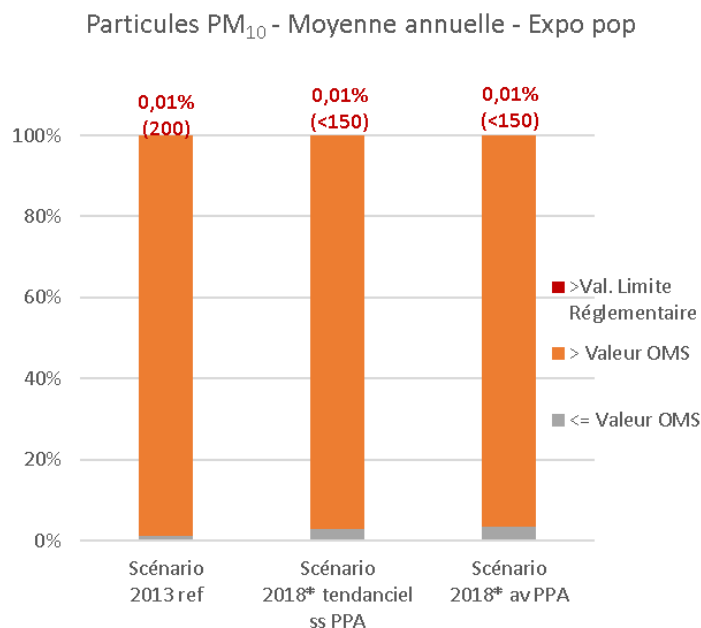


Figure 65 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais- comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM10 - selon les 3 scénarios modélisés

Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur limite réglementaire (valeur fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle) d'environ 50 personnes, et d'environ 35000 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

3.2.4 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les particules PM10

3.2.4.1 Cartes du nombre de jours de dépassement (moyenne journalière de PM10 > 50 µg/m³)

Les figures suivantes présentent la carte du nombre de jours de dépassement aux particules PM10 sur le territoire du PPA de Lyon et sur le centre de Lyon-Villeurbanne :

- dans la condition initiale « 2013 référence » (à gauche),
- dans la situation « 2018* avec PPA » (à droite).

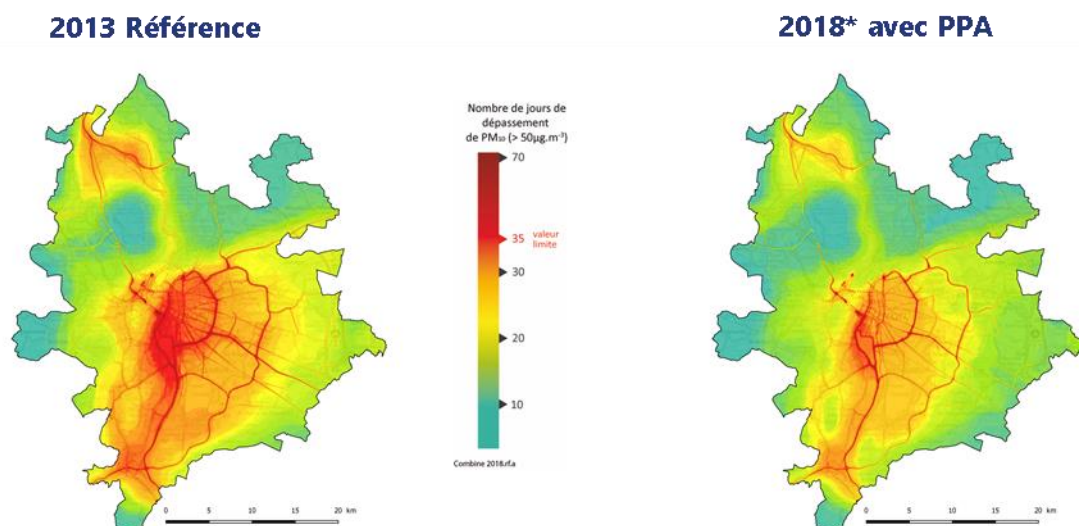


Figure 66 : évolution du nombre de jours de dépassement aux particules PM10 sur le territoire du PPA entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

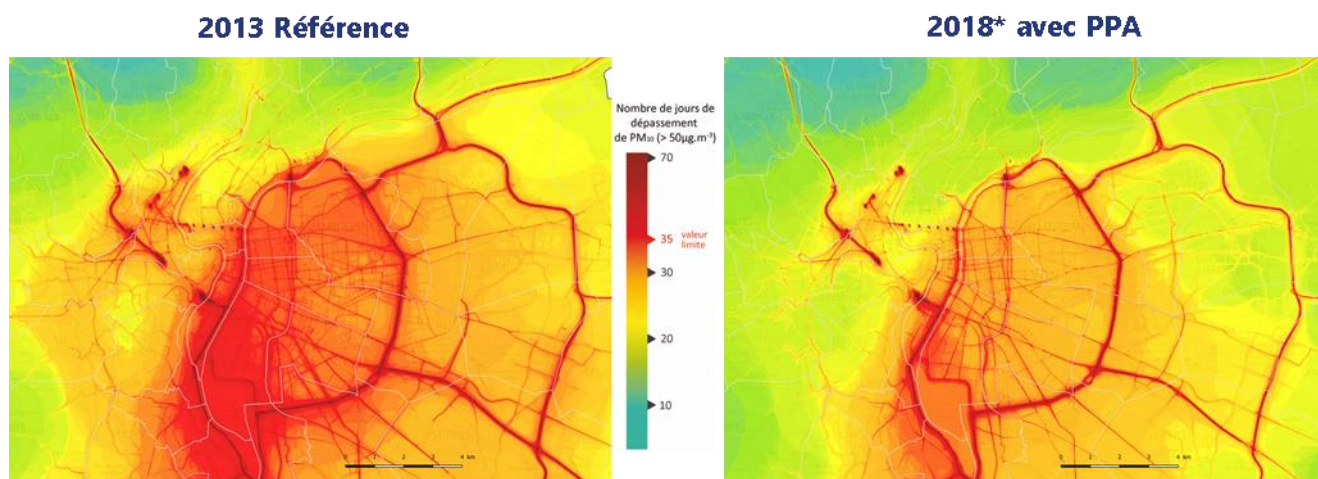


Figure 67 : évolution du nombre de jours de dépassement aux particules PM10 sur le centre de Lyon-Villeurbanne entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

Entre 2013 et 2018* avec PPA, on observe une baisse modérée du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur l'ensemble du territoire, notamment sur les zones les plus urbanisées et sur le nœud autoroutier au Nord de l'agglomération entre 2013 et 2018* avec PPA (jusqu'à 8 jours de moins en situation de fond). La diminution est beaucoup plus marquée dans certaines zones de proximité routière, et peut atteindre jusqu'à 40 jours au centre des voiries (A43 sortie Est de Lyon par exemple).

3.2.4.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM10 – Nb de jours de dépassement de 50 µg/m³

Le croisement des cartes de concentrations avec les cartes de répartition de la population résidente sur le territoire du PPA de Lyon permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La figure suivante présente l'historgramme d'exposition des habitants du territoire du PPA à la valeur réglementaire relative au nombre de jours de dépassement pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

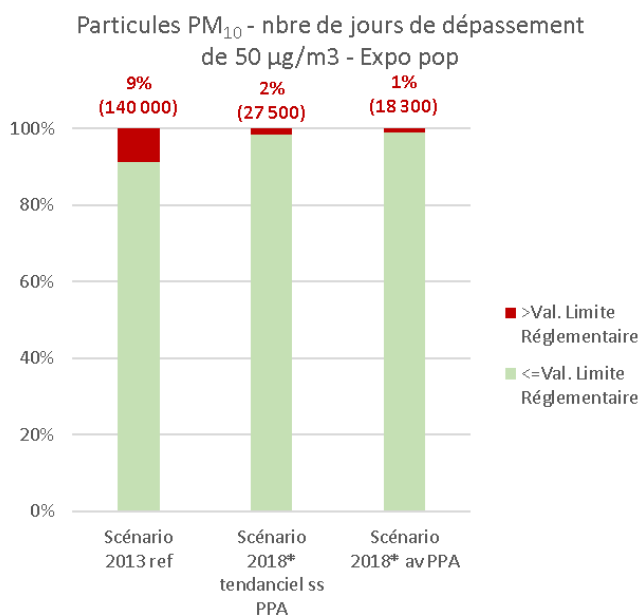


Figure 68 : histogramme d'exposition des habitants du territoire lyonnais à la valeur réglementaires relative au nombre de jours de dépassement pour les particules PM10 selon les 3 scénarios modélisés

Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur limite pour les particules fines d'environ 113 000 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 9000 personnes.

La figure suivante présente de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais aux particules PM10 selon le nombre de jours de dépassement : en situation de référence 2013, sous les effets du tendancier seul (2018* sans PPA) et avec les effets du tendancier couplé aux actions du PPA (2018* avec PPA).

Exposition moyenne de la population aux particules PM10 – nbre de jours de dépassement de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

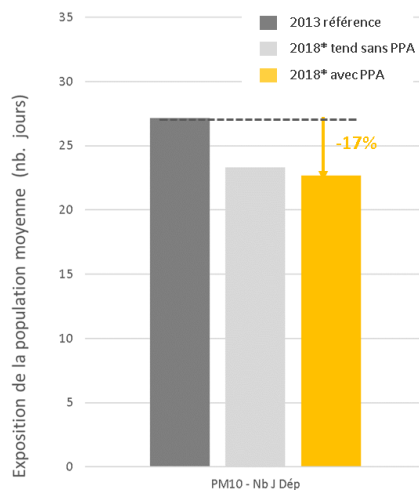


Figure 69 : exposition moyenne de la population du territoire du PPA lyonnais aux PM10 – Nombre de jours pollués selon les 3 scénarios

L'effet du scénario 2018* avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne au nombre de jours pollués aux particules PM10 de 23% par rapport au scénario 2013 référence.

3.2.5 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM2.5

3.2.5.1 Cartes de concentration moyenne annuelle de PM2.5

Les figures suivantes présentent la carte de la concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur le territoire du PPA de Lyon et sur le centre de Lyon-Villeurbanne :

- dans la condition initiale « 2013 référence » (à gauche),
 - dans la situation « 2018* avec PPA » (à droite),
- ainsi que la carte de variation entre les deux situations (en bas).

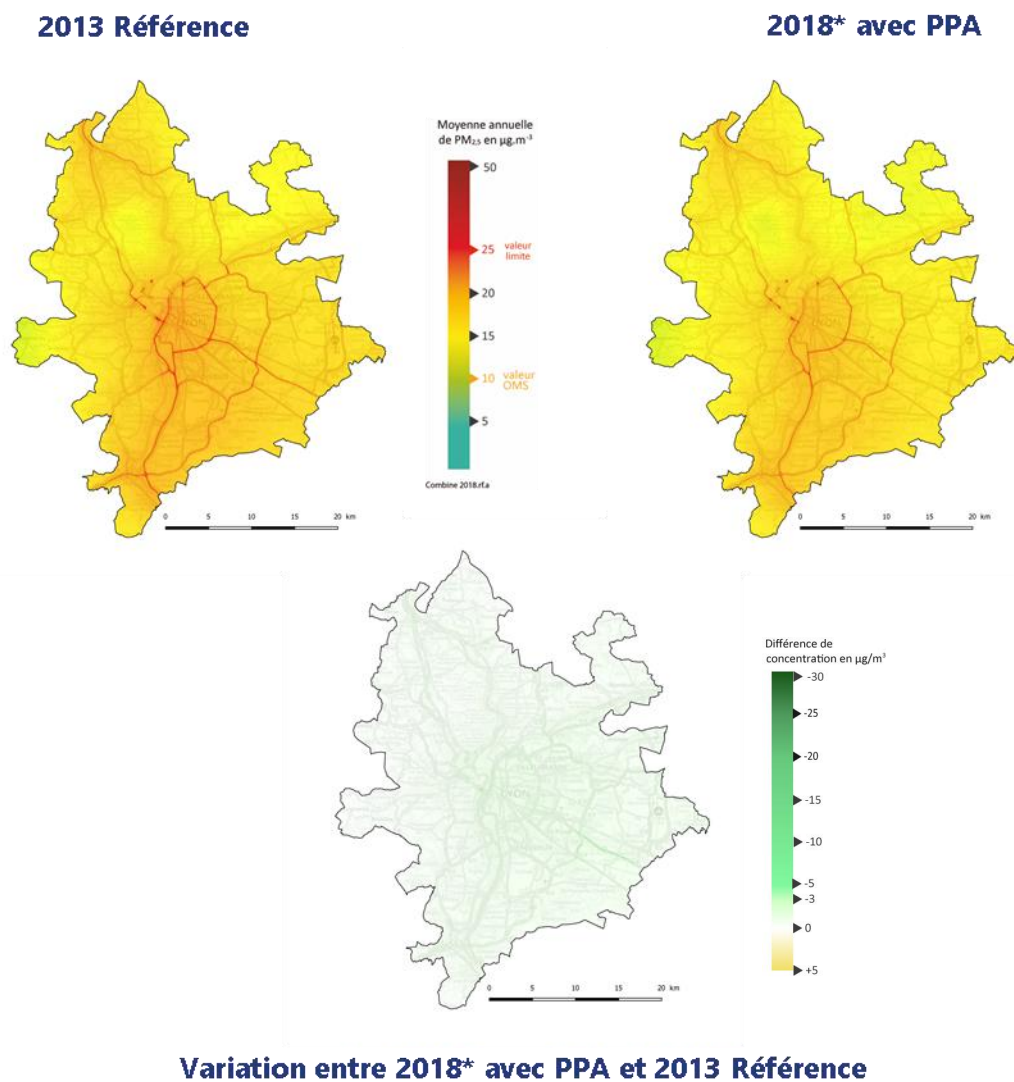
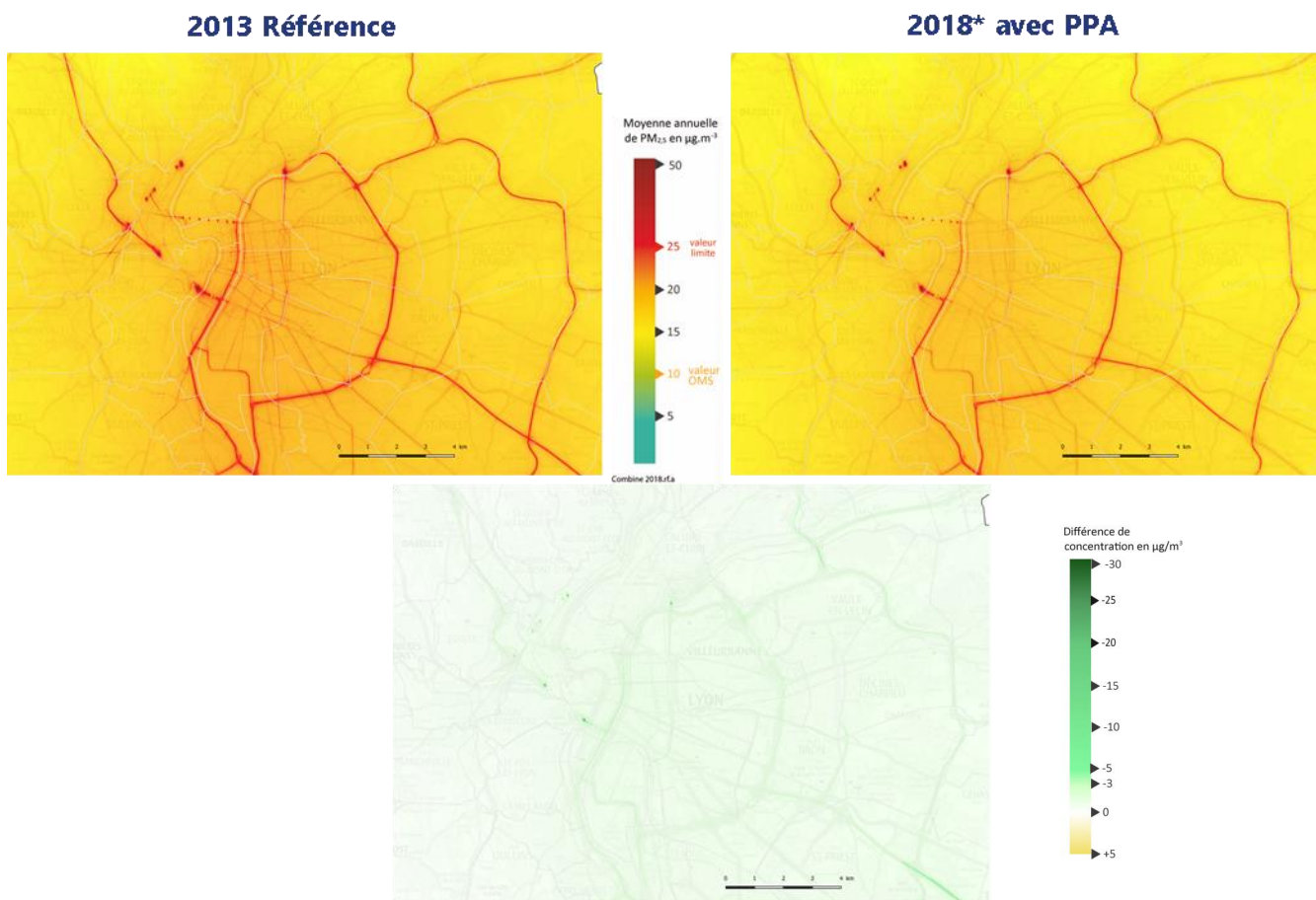


Figure70 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 sur le territoire du PPA lyonnais entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».



Variation entre 2018* avec PPA et 2013 Référence

Figure 71 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 sur le centre de l'agglomération grenobloise entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

Entre 2013 et 2018* avec PPA, la variation est favorable mais peu marquée. En effet, on observe une baisse faible de la concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur l'ensemble du territoire, notamment sur le centre de Lyon-Villeurbanne (baisse inférieure à 2 µg/m³ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, hormis sur l'A43 à l'entrée Est de l'agglomération où la vitesse a été fortement abaissée et où une baisse allant jusqu'à 10 µg/m³ au centre de la voie, a été modélisée.

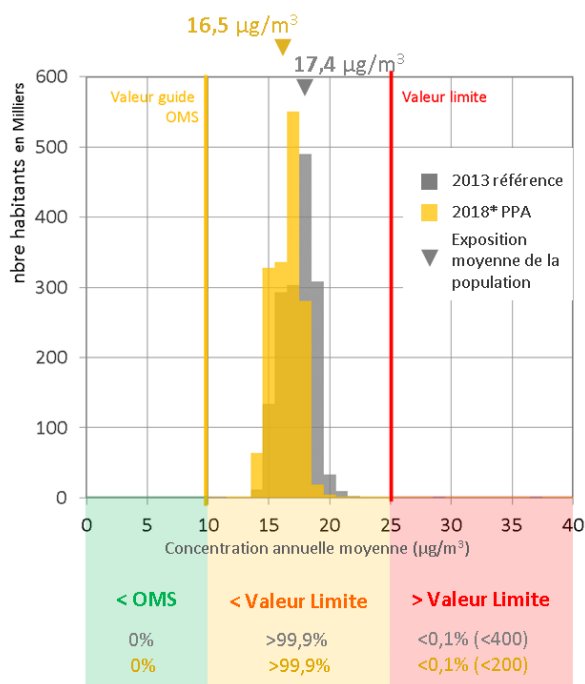
3.2.5.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM2.5

Le croisement des cartes présentées ci-dessus avec les cartes de répartition de la population résidente sur le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 61 : 72 précise :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA lyonnais aux particules PM2.5 dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « 2018* avec PPA » (en orange). Elle précise, par tranche de concentration de 1 µg/m³, le nombre d'habitants ;
- à droite : de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais aux particules PM2.5 selon les 3 scénarios : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (2018* sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (2018* avec PPA).

Distribution de l'exposition de la population aux particules PM_{2,5} en situation « 2013 référence » et « 2018* avec PPA »



Exposition moyenne de la population aux particules PM_{2,5} en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

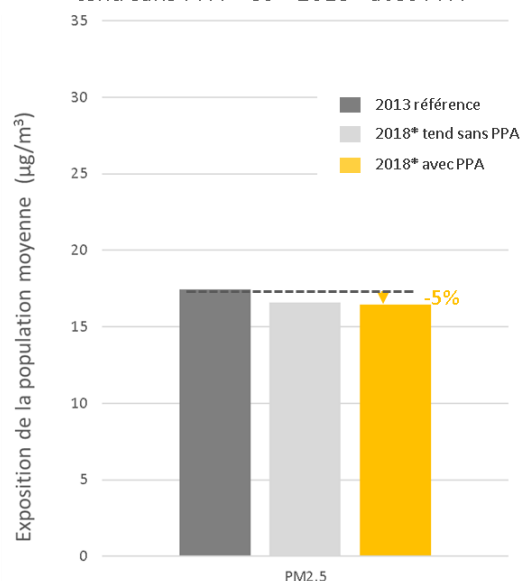


Figure 72 : à gauche - exposition de la population du territoire du PPA lyonnais aux particules PM_{2,5}- selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018* avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA lyonnais aux PM_{2,5} selon les 3 scénarios

Pour les particules PM_{2,5}, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire l'exposition moyenne des habitants de la zone PPA d'environ 1 µg/m³ en moyenne, mais ne permet pas de réduire le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

L'effet du scénario 2018* avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne aux particules PM_{2,5} de 5% par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure73 présente l’histogramme d’exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM2.5 selon les 3 scénarios modélisés.

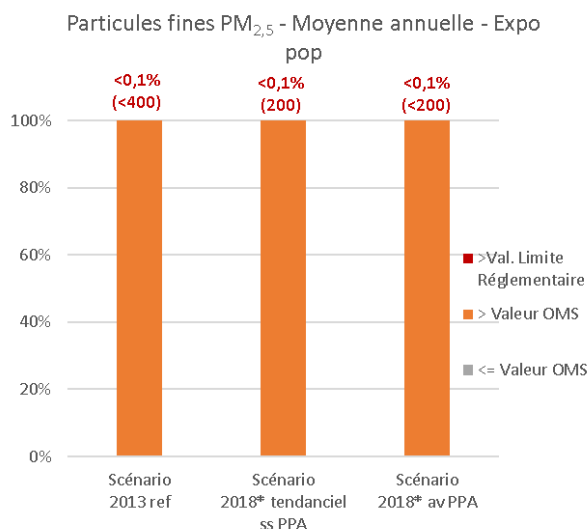


Figure73 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA lyonnais – comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM2.5 - selon les 3 scénarios modélisés

Les effets tendanciels couplés aux actions du PPA permettent de réduire le nombre d’habitants exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite pour les particules PM2.5 d’environ 200 personnes. Toutefois, l’ensemble du territoire reste concerné par des concentrations supérieures à la valeur guide de l’OMS pour les particules PM2.5 (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

3.2.6 Synthèse des résultats

La mise en place des actions du PPA, associée aux effets tendanciels, ont contribué à réduire sur le périmètre d’application du plan, entre 2013 et 2018 :

- modérément la concentration annuelle moyenne de NO₂ (baisse de 0.5 à 5 µg/m³ en situation de fond, pouvant dépasser 10 µg/m³ en proximité routière) et l’exposition moyenne des habitants de 4 µg/m³,
- faiblement la concentration annuelle moyenne de particules fines PM_{2.5} et PM₁₀ (baisse inférieure à 2 µg/m³ en situation de fond, pouvant aller jusqu’à plus de 10 µg/m³ au centre de la voie A43) et l’exposition moyenne d’environ 1 µg/m³,
- modérément le nombre jours pollués en particules PM₁₀ (jusqu’à 7 jours de moins en situation de fond, pouvant atteindre 25 jours au centre des voiries).

Concernant le dioxyde d’azote, environ 14 000 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre un peu moins de 35 000 habitants concernés en situation de référence 2013).

Au niveau des particules PM_{2.5}, un peu moins de 200 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre un peu moins de 400 habitants concernés en situation de référence 2013). Toutefois, l’ensemble des habitants du territoire du PPA reste concerné par des concentrations supérieures à la valeur guide de l’OMS pour les particules PM_{2.5}.

En ce qui concerne les particules PM₁₀, environ 50 personnes restent exposées à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre un peu moins de 150 habitants concernés en situation de référence 2013). Environ 2 % supplémentaire de la population respire un air conforme à la valeur guide de l’OMS (1 % en situation de référence 2013).

4 - Conclusions

Le territoire du PPA de l'agglomération lyonnaise constitue un territoire sensible vis-à-vis de l'exposition chronique au dioxyde d'azote, à l'ozone et aux particules.

Même si le bilan réglementaire entre 2013 (année précédant la mise en place du PPA) et 2018 (5 années de mise en œuvre du PPA) montre une nette amélioration, le dioxyde d'azote et l'ozone restent deux polluants à surveiller d'un point de vue réglementaire :

- dépassements réglementaires concernant le dioxyde d'azote essentiellement en bordure des grands axes de circulation,
- hausse marquée de la concentration d'ozone sur les deux dernières années et dépassement des valeurs cibles.

Concernant les particules (PM10 et PM2.5), malgré le respect des valeurs réglementaires pratiquement partout, on estime à moins de 100 personnes le nombre de personnes exposées à des valeurs supérieures à la valeur limite réglementaire annuelle PM2.5 en 2018. Cependant, une part non négligeable de la population du territoire du PPA est exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (87% de la population en 2018 pour les PM2.5).

Afin d'identifier les effets de la mise en œuvre du PPA sur la qualité de l'air, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a réalisé une évaluation quantitative des émissions et des concentrations de polluants dans l'air ambiant par modélisation.

Trois situations ont été analysées : scénario 2013 » de référence, scénario 2018* tendanciel, scénario 2018* avec les actions PPA (* : les émissions ont été évaluées par modélisation en prenant une année météorologique identique, celle de 2013, pour tous les scénarii afin de permettre les comparaisons).

L'évaluation quantitative a porté sur les oxydes d'azote et les particules. L'ozone n'a pas été évalué, car ce polluant ne faisait pas l'objet d'objectifs dans le PPA. C'est néanmoins un polluant qui devient sensible, car ses concentrations ont été en nette hausse en 2017-2018 et donnent lieu à des dépassements des valeurs cibles.

| NOx | | PM10 | | PM2.5 | |
|----------------------|--|----------------------|--|----------------------|--|
| Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA (2018 sans PPA - 2018 avec PPA) | Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA (2018 sans PPA - 2018 avec PPA) | Tendanciel 2013-2018 | Gain actions PPA (2018 sans PPA - 2018 avec PPA) |
| -16.2% | -1.1% | -8.2% | -1.3% | -9.5% | -1.1% |

Figure 74 : synthèse des gains en émissions de polluants période 2013-2018 (gain dû au tendanciel / gain lié à la mise en œuvre des actions PPA)

L'analyse de l'évolution des émissions montre que la baisse tendancielle est notable, tandis que le gain spécifiquement lié aux actions du PPA est modéré.

Les actions apportant proportionnellement le plus de gain sont :

- au niveau des NOx, les actions du secteur des transports (actions 14 et P15) qui apportent plus de 99% des gains quantifiés,
- pour les PM2.5, les actions du secteur résidentiel, en particulier les actions relatives aux appareils individuels de chauffage au bois (actions 8 et 10) qui apportent 40 % des gains quantifiés (48 % si on ajoute l'action 12 : renforcer l'interdiction du brûlage des déchets verts).

Pour pouvoir comparer les résultats de l'évaluation quantitative avec les objectifs initiaux du PPA, il a fallu pallier les difficultés de comparaison (qui proviennent du fait que les périodes relatives portent sur des années et des durées différentes) en calculant des gains annuels moyens en émissions de polluants.

La comparaison :

- entre les scénarii 2007 et « 2015 Avec PPA » modélisés lors de la révision du PPA en 2013 (Avec PPA Objectif dans le graphe ci-dessous),
- entre les scénarii 2007 et « 2018 Avec PPA » évalués en 2019 (Avec PPA Réalisé dans le graphe ci-dessous),

montre que les objectifs du PPA ne sont pas atteints, d'une part en raison d'une diminution tendancielle des émissions moins marquée que ce qui avait été calculé en 2013 pour les oxydes d'azote et les particules PM2.5 ; d'autre part à cause d'actions qui n'ont pas complètement été mises en œuvre ou qui n'ont pas pu être quantifiées dans cette étude.

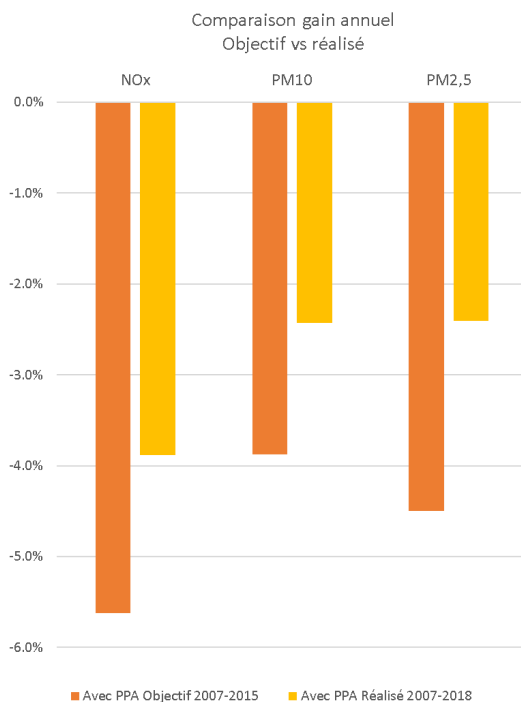


Figure75 : comparaison des gains annuels en émissions

Différentes actions n'ont pu être évaluées faute d'indicateurs pertinents et fiables permettant un calcul des gains en émissions liés à leur mise en œuvre. Pour la suite, il sera indispensable de définir, par un travail partenarial, des indicateurs de mise en œuvre des actions dans les fiches actions et d'en assurer annuellement une collecte et un suivi.

D'autres actions n'ont pas été évaluées à fin 2018, car elles n'ont pas été mises en œuvre ou pas suffisamment. Pourtant la satisfaction des objectifs des PPA suppose, outre le fait d'agir sur les principales sources d'émissions, de mettre en œuvre l'ensemble des actions proposées.

A noter que pour les actions non quantifiées ici, un rapport d'évaluation qualitative reprendra l'ensemble des éléments disponibles.

En plus des actions du PPA qui continuent à être déployées, il faut signaler qu'à fin 2018, les actions de la feuille de route en étaient au démarrage de leur mise en œuvre, ou que les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour permettre de quantifier leur impact. De plus, différentes initiatives existent sur le territoire (plan d'actions Ville Respirable de la Métropole de Lyon, Plans Climat Air Energie Territoriaux, ...).

Malgré l'absence de quantification de ces actions, il est à retenir qu'elles ont permis d'améliorer la qualité de l'air et qu'il existe une réelle dynamique engagée sur le territoire.

Dès le démarrage de la révision, il conviendra d'ajouter ces actions à la réflexion, notamment pour leur suivi et la collecte des informations.

Outre le fait que les mesures mériteraient d'être mieux connues pour être mieux mises en œuvre, certaines actions nécessitent de réels changements de comportements des habitants, d'où un besoin de renforcer la communication et la sensibilisation, ainsi que la nécessité de développer une stratégie de communication visant une implication citoyenne.

De plus, des propositions ont été identifiées pour optimiser encore les plans d'actions à venir (voir partie 3.1.10 : « perspectives »).

Au niveau des concentrations, la réduction est qualifiée de faible (PM10 et PM2.5) à modérée (NO2), la baisse des émissions n'étant pas linéaire avec l'amélioration des concentrations dans l'air. Cependant, la mise en œuvre des actions du PPA associée aux effets tendanciels a permis d'améliorer sensiblement l'exposition des populations (par exemple plus de 20 000 habitants ne sont plus exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote, 200 habitants ne sont plus exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire pour les PM2.5, 100 habitants ne sont plus exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire pour les PM10).

Ces différents éléments plaident pour la poursuite d'actions d'amélioration de la qualité de l'air sur le territoire lyonnais.

Glossaire

Glossaire des polluants atmosphériques

As : arsenic

Ni : nickel

Zn : zinc

Cd : cadmium

Pb : plomb

B(a)P : Benzo(a)Pyrène

C₆H₆ : benzène

CO : monoxyde de carbone

CO₂ : dioxyde de carbone

HAP : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

ML : Métaux Lourds

NO₂ : dioxyde d'azote

NO_x : oxydes d'azote

O₃ : ozone

PM₁₀ : particules fines de diamètre inférieur à 10 µm.

PM_{2.5} : particules fines de diamètre inférieur à 2.5 µm.

SO₂ : dioxyde de soufre

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

CH₄ : méthane

Glossaire des abréviations

AME : Scénario prospectif national Avec Mesures Existantes - ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées avant le 1^{er} juillet 2018.

ALEC : Agence Locale de l'Energie et du Climat.

AURG : Agence d'Urbanisme de la Région Grenobloise.

BDREP : Base de Données du Registre des Emissions Polluantes.

CEREN : Centre d'Etudes et de Recherches Economiques sur l'Energie ;

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

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique :
<https://www.citepa.org/fr/le-citepa/presentation>

COPERT : COmputer Program to Estimate Road Transport Emissions : <http://emisias.com/products/copert>

DGEC : Direction Générale de l'Énergie et du Climat.

DIRCE : Direction Interdépartementale des Routes Centre Est ;

DJU18 : Degré Jour Unifié base 18 °C : il s'agit du cumul des écarts, par rapport à 18°C, de toutes les températures moyennes journalières inférieures à 18°C.

EEA : Agence Européenne pour l'Environnement : <https://www.eea.europa.eu/fr>

EMBRE : Étude Métropolitaine Bois Résidentiel.

FAB : Fond Air Bois pour l'aide au renouvellement des anciens appareils de chauffage au bois ;

FE : Facteur d'Émission.

FIBOIS : Interprofession de la filière forêt-bois. Fibois Auvergne-Rhône-Alpes est née le 01 janvier 2018, de la fusion de FIBRA, interprofession de la Région Rhône-Alpes et Auvergne Promobois son homologue auvergnat.

MTES : Ministère de la Transition Ecologie et Solidaire.

OMINEA : Organisation des Méthodes d'Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques.

PCIT: Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux.

PREPA : Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques.

SINDRA : Observatoire des déchets en Auvergne-Rhône-Alpes.

SMTC : Syndicat Mixte des Transports en Commun.

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel.

VLE : Valeur Limite à l'Émission.

VRU : Voie Rapide Urbaine.

WRF : Modèle de prévisions météorologiques - National Center for Atmospheric Research <http://www.wrf-model.org/>

Bibliographie

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes : Méthode d'élaboration de l'inventaire régional des émissions atmosphériques en Auvergne-Rhône-Alpes :

<https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/inventaire-des-emissions-atmospheriques-en-auvergne-rhone-alpes>

Direction Générale de l'Énergie et du Climat – Sous-Direction du Climat et de la Qualité de l'Air – Bureau de la Qualité de l'Air - Guide PCIT : Méthode d'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques – Juin 2018

https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/MTES-Guide_methodo_Elaboration_inventaires_PCIT_juin2018.pdf

CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique) OMINEA 2019 :

Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France

<http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ominea>

EEA (European Environment Agency) – EMEP/EEA : Air pollutant emission inventory guidebook

<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

Air PACA (2014) : Carrières - modélisation du transport des particules en suspension

https://www.atmosud.org/sites/paca/files/atoms/files/160601_rapport_carriere_2014_aa_versionfinale.pdf

INERIS (2002) : Emissions liées à la combustion du bois par les foyers domestiques – Serge COLLET - Unité Qualité de l'air Direction des Risques Chroniques

CITEPA, INERIS (2017) : Évaluation ex-ante des émissions, concentrations et

impacts sanitaires du projet de PREPA (Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques)

https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Evaluation_ex_ante_du_PREPA%5B1%5D.pdf

Annexes

Annexe 1 : tableau des normes de qualité de l'air

Les différents seuils qualité de l'air impliqués par les directives et s'appliquant en France sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Normes de la qualité de l'air

| Polluants | Type de norme | Type de moyenne | Valeurs à ne pas dépasser | Date d'application |
|-------------------|--|-----------------|--|------------------------------|
| SO ₂ | Valeur limite | Horaire | 350 µg/m ³ avec 24h/an de dépassement autorisé | 1 ^{er} janvier 2005 |
| | | Journalière | 125 µg/m ³ avec 3 jours/an de dépassement autorisé | |
| | Objectif de qualité | Annuel | 50 µg/m ³ | |
| | Seuil d'information | Horaire | 300 µg/m ³ | |
| | Seuil d'alerte | Horaire | 500 µg/m ³ sur 3h | |
| PM ₁₀ | Valeur limite | Annuelle | 40 µg/m ³ | 1er janvier 2005 |
| | | Journalière | 50 µg/m ³ avec 35 jours/an de dépassements autorisés | |
| | Objectif de qualité | Annuel | 30 µg/m ³ | |
| | Seuil d'information | Journalière | 50 µg/m ³ | |
| | Seuil d'alerte | Journalière | 80 µg/m ³ | |
| NO ₂ | Valeur limite | Annuelle | 40 µg/m ³ | 1 ^{er} janvier 2010 |
| | | Horaire | 200 µg/m ³ avec 18h/an de dépassement autorisé | |
| | Seuil d'information | Horaire | 200 µg/m ³ | |
| | Seuil d'alerte | Horaire | 400 µg/m ³ | |
| O ₃ | Valeur cible | Sur 8h | 120 µg/m ³ avec 25j/an de dépassement autorisé | 1er janvier 2010 |
| | Seuil d'information | Horaire | 180 µg/m ³ | |
| | Seuil d'alerte | Horaire | 240 µg/m ³ | |
| CO | Valeur limite | Sur 8 heures | 10 000 µg/m ³ | 15 février 2002 |
| Pb | Valeur limite | Annuelle | 0.5 µg/m ³ | 1er janvier 2002 |
| | Objectif de qualité | Annuel | 0.25 µg/m ³ | |
| COV (benzène) | Valeur limite | Annuelle | 5 µg/m ³ | 1er janvier 2010 |
| | Objectif de qualité | Annuel | 2 µg/m ³ | |
| HAP (B(a)P) | | | 1 ng/m ³ | |
| Arsenic | | | 6 ng/m ³ | |
| Cadmium | Valeur cible | Annuelle | 5 ng/m ³ | 31 décembre 2012 |
| | | | 20 ng/m ³ | |
| PM _{2,5} | Obligation concentration relative à l'exposition (IEM) | Annuelle | 20 µg/m ³ | 2015 |
| | Valeur cible | Annuelle | 20 µg/m ³ | 1er janvier 2010 |
| | Valeur limite | Annuelle | 25 µg/m ³ | 1er janvier 2015 |

Valeur cible : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Objectif de qualité : un niveau 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 dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : un niveau 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 nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Obligation en matière de concentration relative à l'exposition : le niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

Indicateur d'Exposition Moyenne (IEM) : une concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.

Annexe 2 : système national de classification des stations de mesures

https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/lcsqa2016-guide_stations_surveillance_qa.pdf

| | Type de station | Objectifs |
|-------------------------------------|--|--|
| Environnement d'implantation | Station urbaine | Surveillance de l'exposition de la population à la pollution de fond ou de proximité dans les centres urbains. |
| | Station périurbaine | Surveillance de l'exposition de la population à la pollution de fond ou de proximité à la périphérie des centres urbains ou dans des zones bâties. |
| | Station rurale proche d'une zone urbaine | Surveillance dans les zones rurales sous influence potentielle de panache urbain de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond. |
| | Station rurale régionale | Surveillance dans les zones rurales de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique, à l'échelle régionale. |
| | Station rurale nationale | Surveillance dans les zones rurales de la pollution atmosphérique de fond issue des transports de masses d'air à longue distance, notamment transfrontaliers. |
| Type d'influence | Fond | Mesure de niveaux de pollution représentatifs de l'exposition moyenne d'une cible spécifique (ex : population générale, végétation, écosystèmes naturels) dans la zone de surveillance. Le niveau de pollution ne doit pas être dominé par un seul type de source (ex : trafic), sauf si ce type de source est caractéristique de la zone entière. Il est recommandé que la station soit représentative d'une surface d'au moins plusieurs km ² . |
| | Industrielle | Mesure des concentrations maximales auxquelles la population résidant près d'une source fixe est susceptible d'être exposée, du fait des phénomènes de panache ou d'accumulation. |
| | Trafic | Mesure des concentrations maximales auxquelles la population résidant près d'une infrastructure routière est susceptible d'être exposée. |

Annexe 3 : la chaîne de modélisation : méthodologie détaillée et analyse des écarts modèle/mesures

Méthodologie

La chaîne de modélisation utilisée pour évaluer les actions PPA est une chaîne intégrant plusieurs échelles. En effet, la méthode développée à Atmo Auvergne-Rhône-Alpes combine les résultats de modèles à l'échelle de la région et à l'échelle de la rue. Pour ce faire, il existe 2 étapes.

Une première étape calcule les concentrations à l'échelle régionale à partir de modèles dits méso-échelles et géostatistiques (Figure). La spatialisation des polluants obtenue à l'échelle régionale est dite de fond, c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre. Plusieurs modèles de références dans la communauté scientifique météorologique et de dispersion atmosphérique sont utilisés comme le modèle météorologique WRF⁶ et le modèle de chimie transport CHIMERE. WRF permet de calculer les conditions météorologiques (direction du vent, pression, températures, ...) avec une résolution horaire. CHIMERE permet, à partir des données WRF et d'une spatialisation complexe des émissions issue d'une méthodologie spécifique développée à Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, de modéliser le transport atmosphérique des polluants à l'échelle horaire. CHIMERE prend en compte les processus chimiques complexes, les effets du relief, ainsi que les concentrations de fond liées aux émissions hors de la région Auvergne-Rhône-Alpes. Ces deux modèles sont utilisés à des résolutions spatiales de 3km sur la région Auvergne-Rhône-Alpes. La correction des concentrations avec des mesures dites de fond (stations hors stations industrielles et de trafic) est réalisée par une méthode géostatistique appelé krigeage. Cette dernière permet de corriger les écarts par rapport aux observations temporellement et spatialement.

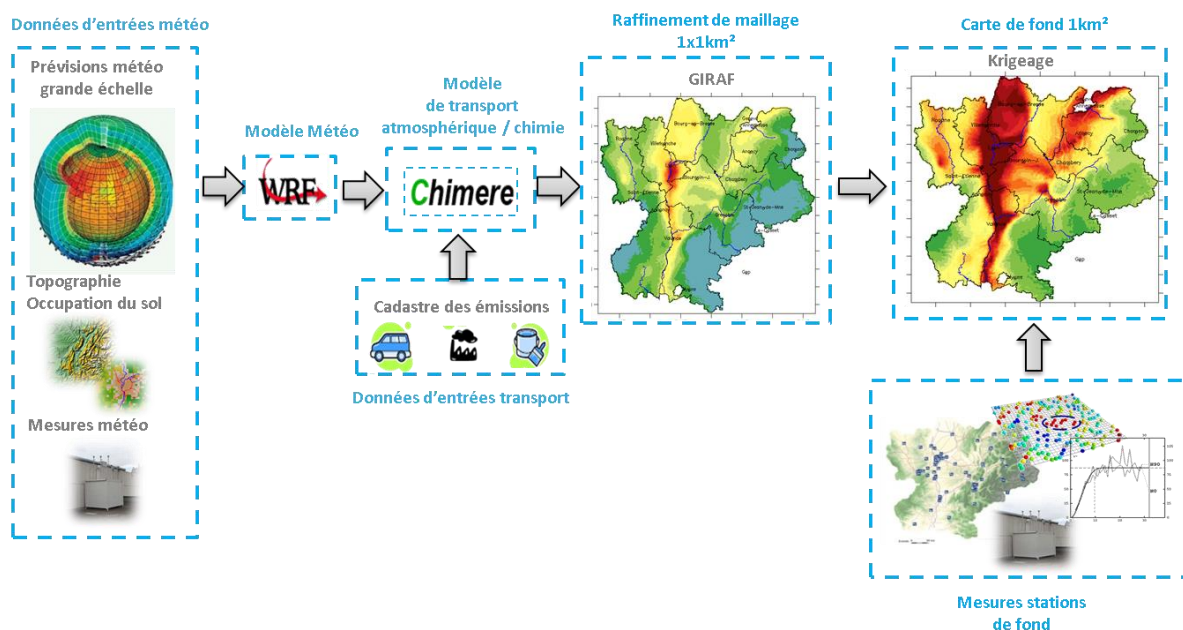


Figure 76 : schéma de mise en œuvre de la chaîne de modélisation régionale

La seconde cartographie à l'échelle de la rue est issue du modèle SIRANE⁷, développé par l'Ecole Centrale de Lyon (Figure). Ce modèle permet de calculer les concentrations de polluants à partir d'un réseau de rues prenant en compte le bâti. Il est validé pour des échelles de l'ordre de la centaine à la dizaine de mètres. Dans cet outil, SIRANE modélise le transport dû aux émissions de trafic à l'échelle de la dizaine de mètres pour les agglomérations et à proximité des routes principales de la région. SIRANE fonctionne avec des domaines d'emprise maximum de 30km² sur une grille régulière de résolution de 10mx10m.

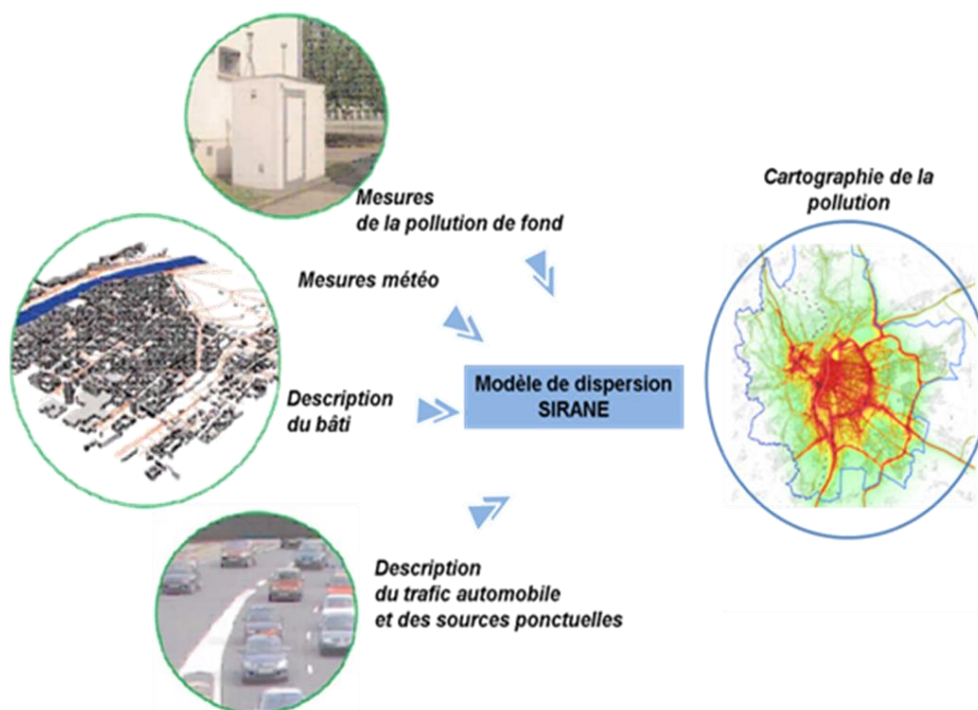


Figure 77 : schéma de mise en œuvre de la modélisation fine échelle (SIRANE)

A l'échelle de la rue (100m à 10m), le modèle de proximité SIRANE utilise une approche par réseau de rues. L'utilisation de ce modèle à partir des émissions du trafic est adaptée au transport des polluants en proximité urbaine. En revanche, un calcul SIRANE avec une résolution de 10m sur un domaine unique couvrant plus de 30 km² est impossible actuellement pour des raisons de temps de calculs et de mémoire. Son utilisation seule sans fond régional ne serait pas adaptée non plus. En effet, les hypothèses de transport atmosphérique proposées par SIRANE sont valables en proximité des rues, mais pas à l'échelle régionale. Les processus chimiques sont aussi simplifiés, ce qui est valable en proximité urbaine mais difficilement envisageable pour de longs transports.

7 Soulhac L, Salizzoni P, Cierco FX, Perkins R. (2011). The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion ; Part I : Presentation of the model. Atmos Environ, n° 45(39), p. 79-95.

Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P et al. (2012). The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion ; Part II : Validation of the model on a real case study. Atmos Environ, n° 49(0), p. 320-337.

La cartographie régionale finale des polluants à fine échelle est alors calculée en combinant la cartographie de proximité avec la cartographie de fond (Figure). Dans le cas de plusieurs domaines SIRANE, ces derniers sont indépendamment combinés avec le fond régional pour fournir une cartographie finale à 10m de la zone d'intérêt. La combinaison des deux approches permet de prendre en compte de manière séparée différentes échelles de transport, puis de les associer.

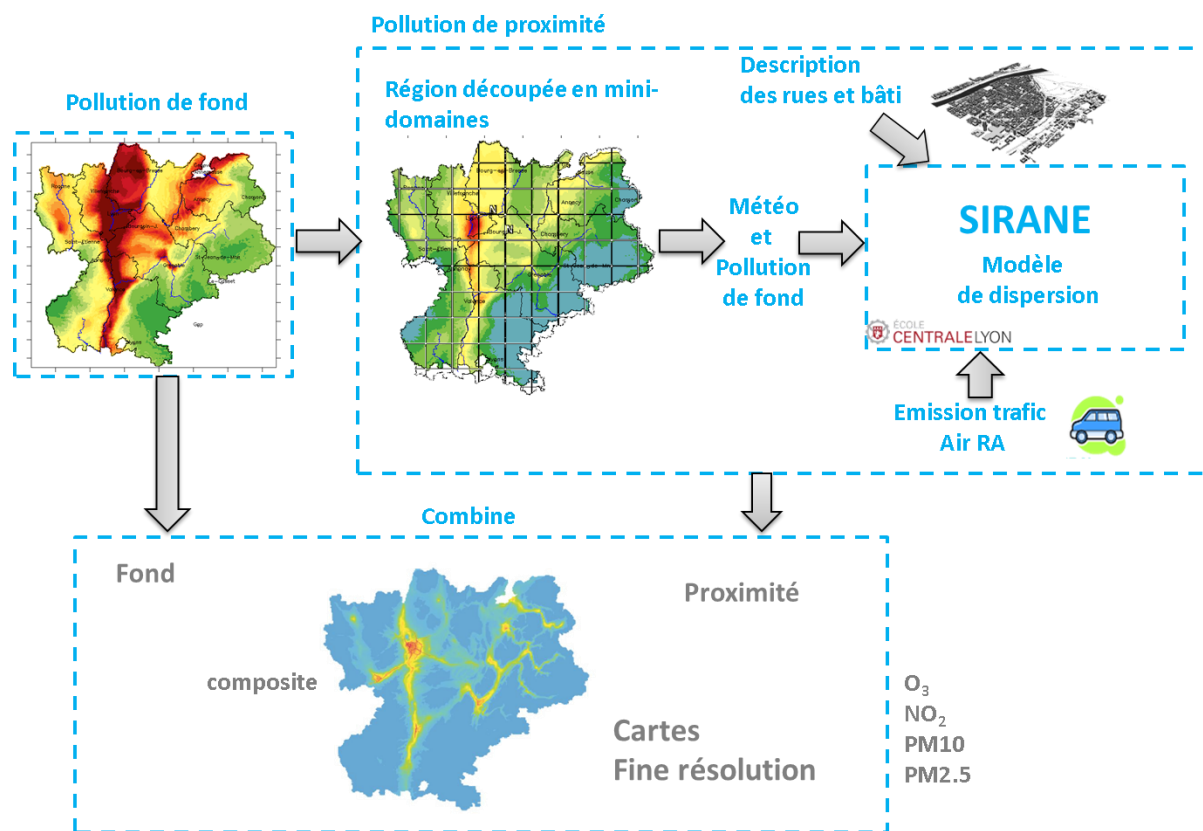


Figure 78 : schéma de principe de combinaison des modèles régionaux et fine échelle

Application de la méthode dans le cas d'une modélisation prospective

L'évaluation de scénarii d'actions est toujours réalisée à partir d'un cas test de référence sur une année météorologique de référence. Les émissions associées aux scénarii d'actions sont alors utilisées dans une nouvelle simulation pour en estimer l'impact.

La difficulté pour un scénario prospectif est principalement liée à la correction géostatistique avec les mesures. En effet, pour des scénarii prospectifs, ces mesures n'existent pas, les scénarii décrivent une situation hypothétique. La correction des valeurs modélisées aux stations ne peut être a priori connue. De plus, la correction géostatistique induit aussi des changements sur les valeurs modélisées en dehors du périmètre des stations de mesures.

Pour pallier ce problème tout en conservant une certaine homogénéité entre la cartographie de référence et la prospective, l'hypothèse est basée sur la supposition que les erreurs entre la modélisation de référence et la modélisation prospective sont identiques de manière relative. En d'autres termes, l'écart relatif entre la modélisation non corrigée de l'année de référence et celle de l'année prospective est imposée aux mesures prospectives. Cette conservation peut être illustrée sous forme de formule (exemple année de référence 2010 et année prospective 2020) :

$$\frac{(Mesure_{(2010)}^i - Mesure_{(2020)}^i)}{Mesure_{(2010)}^i} = \frac{(MOD_{(2010)}^i - MOD_{(2020)}^i)}{MOD_{(2010)}^i}$$

Avec :

$Mesure_{(2010)}$: Concentration mesurée en 2010 par la station i

$Mesure_{(2020)}$: Concentration mesurée en 2020 par la station i

$MOD_{(2010)}$: Concentration modélisée en 2010 au niveau de la station i

$MOD_{(2020)}$: Concentration modélisée en 2020 au niveau de la station i

On en déduit la relation suivante pour calculer la valeur de la mesure de la station i sur l'année prospective :

$$Mesure_{(2020)}^i = Mesure_{(2010)}^i * \left[1 + \frac{(MOD_{(2010)}^i - MOD_{(2020)}^i)}{MOD_{(2010)}^i} \right]$$

Cette méthode a été validée et utilisée dans de nombreuses études comme le projet G²AME⁸ ou encore le projet Croix Rousse⁹.

⁸ <http://www.air-rhonealpes.fr/videotheque/video/2616>

⁹ <http://www.air-rhonealpes.fr/fiche-etude/etude-de-la-qualite-de-lair-sur-le-secteur-de-la-croix-rousse-lyon-1er-et-4eme-rapport>

Annexe 4 : les inventaires d'émissions : application à l'évaluation du PPA

Généralités sur les inventaires d'émissions

A quoi sert un inventaire des émissions ?

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de quinze ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins :

- Donnée d'entrée pour les modèles d'évaluation de la qualité de l'air (CHIMERE, SIRANE) ;
- Alimentation des observatoires (Air, ORCAE, ORHANE) ;
- 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 Plans Climat Air Energie Territoriaux.

Les méthodes utilisées pour élaborer cet inventaire d'émissions suivent les guides méthodologiques européens (EMEP/EEA), nationaux (CITEPA/OMINEA) et régionaux (guide méthodologique du Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux).

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 (Figure) synthétise les interactions autour de l'inventaire des émissions.

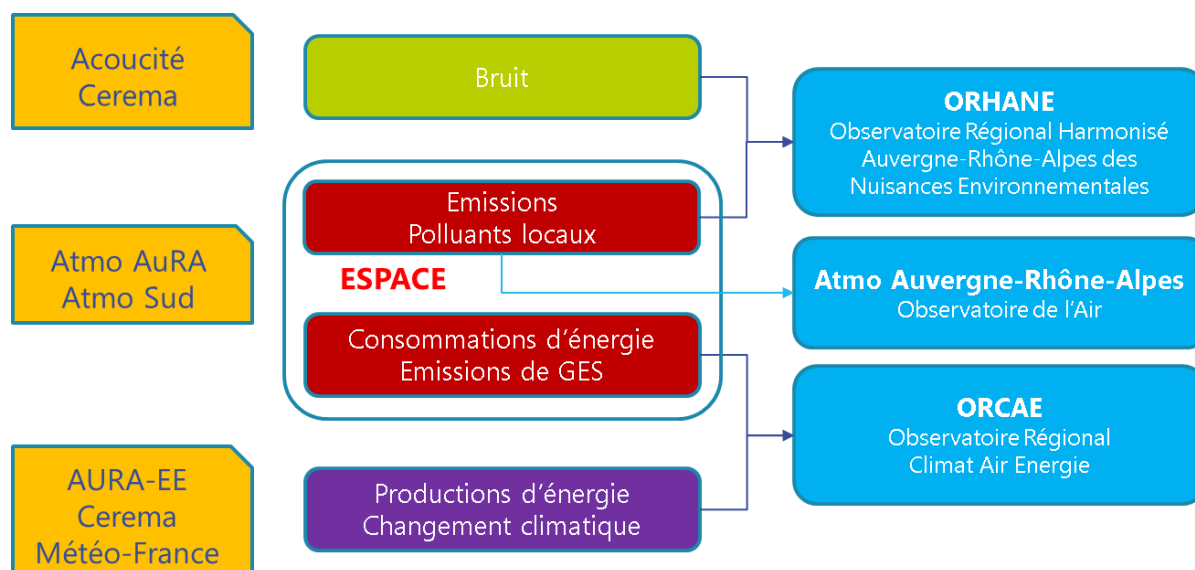


Figure 79 : interactions autour de l'inventaire des émissions

Exigences d'un inventaire

Tout inventaire des émissions obéit à certains critères :

- exhaustivité des sources : toutes les sources doivent être quantifiées, à l'exception des sources justifiées comme étant négligeables : la SNAP (Selected Nomenclature for Air Pollution) liste l'ensemble des activités (environ 400) susceptibles d'émettre des polluants dans l'atmosphère ;
- comparabilité entre territoires : les sources de données doivent être cohérentes entre les différents territoires pour permettre la comparaison leurs émissions ;
- cohérence temporelle : l'historique des années antérieures est recalculé lorsque la méthodologie évolue (source de données, facteurs d'émission) afin de conserver une cohérence entre toutes les années ;
- traçabilité : toutes les sources de données utilisées sont tracées et documentées ;
- validation/bouclage : tous les résultats produits font l'objet d'un circuit de validations croisées afin de pallier toute erreur éventuelle de calcul et/ou de raisonnement ;
- respect de la confidentialité : étant donné qu'un certain nombre de données utilisées pour la modélisation sont confidentielles, toute donnée agrégée diffusée doit respecter les règles du secret statistique (au moins 3 établissements et moins de 85% de contribution pour le plus important).

Approche top/down et bottom/up

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 d'appareils 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 Rhône-Alpes (population, emplois...). Les données sont aussi ajustées en partie avec les données réelles fournies par les partenaires de l'ORCAE (Figure).

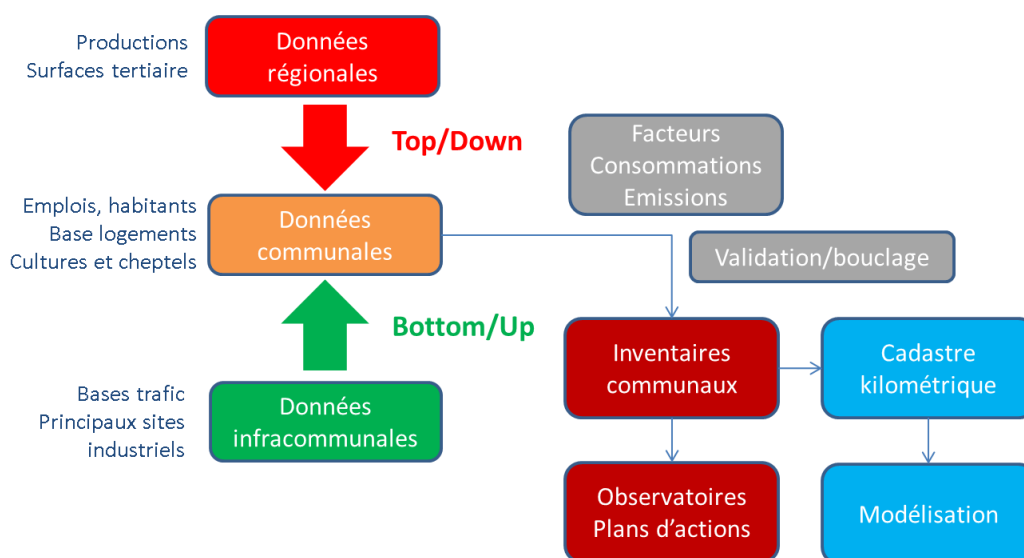


Figure 80 : principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

Assurance et contrôle qualité

Un certain nombre de critères onusiens MRV (Mesurable, Rapportable Vérifiable) applicables aux inventaires d'émissions et mis en œuvre dans le cadre du projet MRV GES Grand Lyon en 2014 ont été étendus à l'inventaire régional :

- tenue d'un catalogue de sources de données afin de renforcer la traçabilité entre serveur et base de données ;
- tous les facteurs d'émissions sont sourcés et exprimés en unité native pour faciliter leur mise à jour ;
- traçabilité de la date de calcul pour assurer la cohérence de l'ordre des traitements ;
- documentation technique interne étoffée pour un meilleur partage des méthodes ;
- veille réglementaire formalisée ;
- tenue d'un plan d'amélioration de l'inventaire pour mieux formaliser les axes de progrès et leur exécution ;
- renforcement des procédures de validation sectorielle :
 - comparaison systématique avec la version précédente ;
 - vérification de la cohérence temporelle ;
 - validation à l'échelle de plusieurs territoires (a minima région et agglos) ;
 - analyse par activité fine, énergie, usage, ... ;
 - détection et suppression des valeurs négatives ;
 - conservation des mêmes émissions tout au long de la chaîne ;
 - assurance qualité : validation renforcée avec AURA-EE ;
 - bilans ;
 - classifications (secteurs, énergies).

Tableaux chiffrés associés aux graphiques sur les émissions de polluants atmosphériques

| nox | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
|-------------|-------------|-----------|-------------|-----------|------------|---------------|
| 2007 | 165 | 6 428 | 1 127 | 995 | 15 734 | 24 449 |
| 2013 | 106 | 3 385 | 1 291 | 676 | 11 446 | 16 905 |
| 2018SansPPA | 83 | 3 236 | 1 244 | 712 | 8 891 | 14 166 |
| 2018AvecPPA | 83 | 3 236 | 1 243 | 712 | 8 734 | 14 008 |
| pm10 | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
| 2007 | 162 | 1 307 | 1 272 | 74 | 1 096 | 3 911 |
| 2013 | 148 | 595 | 1 534 | 79 | 802 | 3 159 |
| 2018SansPPA | 144 | 524 | 1 489 | 82 | 662 | 2 901 |
| 2018AvecPPA | 144 | 510 | 1 477 | 82 | 651 | 2 864 |
| pm2.5 | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
| 2007 | 48 | 876 | 1 246 | 65 | 878 | 3 114 |
| 2013 | 40 | 348 | 1 503 | 69 | 595 | 2 556 |
| 2018SansPPA | 37 | 303 | 1 459 | 72 | 443 | 2 314 |
| 2018AvecPPA | 37 | 297 | 1 447 | 72 | 436 | 2 289 |
| covnm | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
| 2007 | 47 | 9 817 | 6 246 | 194 | 3 459 | 19 763 |
| 2013 | 30 | 5 931 | 6 541 | 133 | 1 408 | 14 043 |
| 2018SansPPA | 23 | 6 068 | 6 482 | 121 | 522 | 13 216 |
| 2018AvecPPA | 23 | 6 068 | 6 457 | 121 | 512 | 13 181 |
| ch4 | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
| 2007 | 798 | 4 391 | 1 444 | 87 | 216 | 6 936 |
| 2013 | 776 | 2 695 | 1 678 | 60 | 86 | 5 295 |
| 2018SansPPA | 790 | 2 003 | 1 575 | 61 | 63 | 4 493 |
| 2018AvecPPA | 790 | 2 003 | 1 564 | 61 | 62 | 4 480 |
| co | Agriculture | Industrie | Résidentiel | Tertiaire | Transports | TOTAL |
| 2007 | 176 | 9 628 | 15 103 | 567 | 22 633 | 48 107 |
| 2013 | 166 | 2 284 | 18 587 | 365 | 8 926 | 30 328 |
| 2018SansPPA | 176 | 1 581 | 18 443 | 415 | 5 002 | 25 617 |
| 2018AvecPPA | 176 | 1 581 | 18 330 | 415 | 4 900 | 25 402 |

Figure 81 : émissions par polluant, scénario et macro secteurs d'activités (en tonnes) – PPA Lyon

| PPA Lyon | 2013 | 2018 SansPPA | 2018 AvecPPA |
|--|---------------|-----------------|-----------------|
| Bûche | | | |
| Chaudière | 4 749 | 3 924 | 3 924 |
| Antérieur à 2002 | 2 409 | 1 232 | 1 232 |
| Postérieur à 2002 non performant | 621 | 799 | 799 |
| Postérieur à 2002 performant FV | 1 719 | 1 893 | 1 893 |
| Cheminée ouverte | 15 597 | 14 555 | 14 509 |
| Foyer fermé | 38 825 | 38 226 | 38 179 |
| Antérieur à 2002 | 24 528 | 21 875 | 21 790 |
| Postérieur à 2002 non performant | 11 597 | 12 442 | 12 442 |
| Postérieur à 2002 performant FV | 2 700 | 3 909 | 3 947 |
| Poêle et cuisinière | 17 914 | 22 550 | 22 597 |
| Antérieur à 2002 | 7 818 | 6 402 | 6 390 |
| Postérieur à 2002 non performant | 7 133 | 11 732 | 11 732 |
| Postérieur à 2002 performant FV | 2 963 | 4 416 | 4 475 |
| Granulés et plaquettes | | | |
| Chaudière performante | 2 035 | 2 533 | 2 533 |
| Poêle et cuisinière performante | 5 244 | 11 433 | 11 479 |
| TOTAL | 84 364 | 93 221 | 93 221 |

Figure 82 : parc détaillé des appareils individuels de chauffage au bois (en nombre d'appareils) – PPA Lyon

| Secteur | Action | Résumé de l'action | Emissions 2007 | | | Emissions 2013 | | | Emissions 2018 Sans PPA | | | Gains liés aux actions PPA | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|--|----------------|--------------|---------------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|--------------|-------------|----------------------------|------------|-----------|
| | | | NOx | PM10 | PM2.5 | NOx | PM10 | PM2.5 | NOx | PM10 | PM2.5 | NOx | PM10 | PM2.5 |
| Industrie | P3 | Emissions diffuses des principaux émetteurs de poussières (carrières) | 0 | 75 | 9 | 0 | 62 | 8 | 0 | 53 | 7 | 0 | -5 | -1 |
| | P5-P6 | Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA et limiter leur développement | 372 | 92 | 54 | 265 | 6 | 4 | 202 | 18 | 11 | 0 | -9 | -5 |
| | Global secteur industrie | | 6 428 | 1 307 | 876 | 3 385 | 595 | 348 | 3 238 | 525 | 303 | 0 | -14 | -6 |
| Résidentiel | P8 | Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés | | | | | | | | | | -1 | -8 | -7 |
| | P10 | Mise en place d'un fond Air Bois | 128 | 1 174 | 1 150 | 192 | 1 444 | 1 414 | 210 | 1 399 | 1 370 | 0 | -3 | -3 |
| | P12 | Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA. | 2 | 23 | 22 | 2 | 21 | 21 | 2 | 22 | 22 | 0 | -2 | -2 |
| Global secteur résidentiel | | 1 127 | 1 272 | 1 246 | 1 291 | 1 534 | 1 503 | 1 244 | 1 489 | 1 459 | -1 | -12 | -12 | |
| Transports | P14 | Réguler le flux de véhicules | | | | | | | | | | | | |
| | P15 | Inciter fortement la mise en place des plans de déplacement (PDE, PDIE et PDA) | 15 266 | 998 | 837 | 11 010 | 714 | 557 | 8 441 | 571 | 403 | -157 | -11 | -8 |
| | ACT3 | Réduction des vitesses autorisées sur les voies rapides 2013-2018 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -0.2 | -0.02 | -0.02 |
| Global secteur transports | | 15 734 | 1 096 | 878 | 11 446 | 802 | 595 | 8 891 | 662 | 443 | -157 | -11 | -8 | |
| Autres sources | | 1 160 | 236 | 113 | 782 | 227 | 109 | 793 | 226 | 109 | 0 | 0 | 0 | |
| Ensemble des émissions | | 24 449 | 3 911 | 3 114 | 16 905 | 3 159 | 2 556 | 14 166 | 2 901 | 2 314 | -158 | -37 | -25 | |

Figure 83 : émissions détaillées par groupes d'actions (ACT3 évaluée ici sur la période 2013-2018) (en tonnes) – PPA Lyon