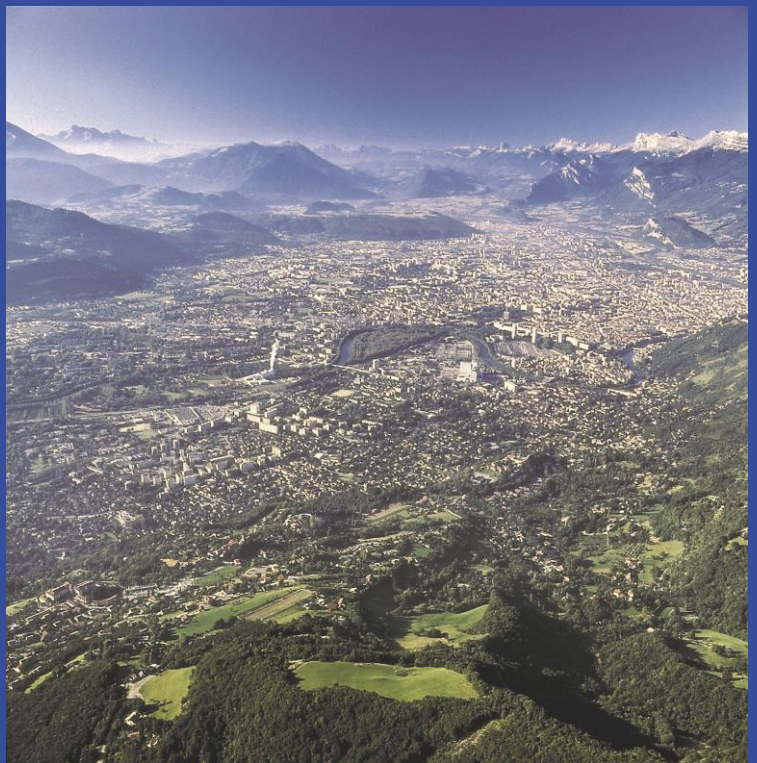


Evaluation quantitative du PPA de la région grenobloise

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



Diffusion : janvier 2020

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



Version éditée en janvier 2020

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 la région grenobloise	6
1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus	7
1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2019 ?.....	9
1.6 Méthodologie d'évaluation	9
2. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2018)	10
2.1 Localisation des stations et historique des mesures	10
2.2 Le dioxyde d'azote (NO ₂)	13
2.3 Les particules en suspension PM10.....	16
2.3.1 Moyenne annuelle PM10.....	16
2.3.2 Valeur limite journalière PM10.....	18
2.4 Les particules en suspension PM2.5.....	20
2.5 L'ozone	22
2.6 Les épisodes de pollution.....	25
2.7 Quels enjeux perdurent sur le territoire ?	27
3. Evaluation quantitative des actions	28
3.1 Quels sont les réductions d'émissions obtenus grâce aux actions du PPA ?	28
3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale.....	28
3.1.2 Scenarii modélisés et polluants considérés.....	29
3.1.3 Actions du PPA étudiées préalablement à leur évaluation.....	30
3.1.4 Actions de la feuille de route.....	32
3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scenarii	32
3.1.6 Méthodologie détaillée de l'évaluation des réductions d'émissions des actions PPA prises en compte.....	35
3.1.7 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PPA sont-ils atteints ?	44
3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions du PREPA sont-ils atteints ?	49
3.1.9 Perspectives.....	50
3.2 Quels sont les effets sur l'exposition des populations ?	51
3.2.1 Méthodologie	51
3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote.....	52
3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM2.5.....	56
3.2.4 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM10.....	60
3.2.5 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les particules PM10	63
3.2.6 Synthèse.....	65
4 – Conclusions	66

Glossaire	69
Bibliographie	71
Annexes	72

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 évaluation locale de l'impact sanitaire et économique de la pollution de l'air à l'échelle de l'agglomération grenobloise¹ indique que l'exposition aux particules fines est considérée responsable de 145 décès par an et de 16 cas de cancers du poumon. En outre, les coûts associés (qui incluent les coûts tangibles liés aux traitements, mais aussi ceux dits « intangibles » liés à la souffrance psychologique des proches) s'élèvent à près de 500 millions d'euros par an dans l'agglomération.

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

1.3 Contexte général du PPA de la région grenobloise

La région grenobloise, et plus généralement le Sud Isère, sont des zones particulièrement sensibles à la pollution de l'air en raison d'un relief et d'une climatologie défavorables à la dispersion atmosphérique associés à des émissions de polluants importantes (liées notamment au trafic routier, à l'utilisation assez répandue du chauffage au bois non performant et à l'activité industrielle).

Même si les concentrations des différents polluants (excepté l'ozone) diminuent, le territoire du PPA grenoblois 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 du territoire reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

Bilan 2018 des dépassements réglementaires aux stations sur le territoire du PPA de Grenoble (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 - 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					1 site sur 2 Grenoble Boulevards (43 µg/m ³)					
PROX IND										

Figure 1 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs limites

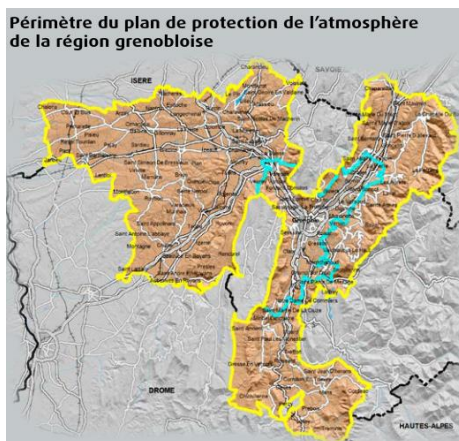
Bilan 2018 - Composés soumis à Valeurs Cibles						
Composé réglementé	O ₃		BaP	ML (As)	ML (Cd)	ML (Ni)
Valeur réglementaire	VC jour / santé 25 jours dpt du max jour 120 µg/m ³ moy 8h	VC végétation 18000 µg/m ³ x h (AOT40)	VC année	VC année	VC année	VC année
FOND	5 sites sur 7 Champ/Drac (38 jours) Voiron (28 jours) Grenoble Périurbain Sud (27 Jours) Grésivaudan Périurbaine (27 Jours) St-Martin-d'Hères (26 jours)	3 sites sur 3 Champ/Drac (23111 µg/m ³ x h) Grenoble Périurbain Sud (20255 µg/m ³ x h) Grésivaudan Périurbaine (18175 µg/m ³ x h)				
PROX AUTO						
PROX IND						

Figure 2 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs cibles

Un premier PPA avait été adopté en 2006 sur l'agglomération grenobloise, 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, 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.

A noter que le territoire de l'agglomération grenobloise est actuellement visé par 2 procédures précontentieuses relatives au non-respect de la directive 2008/50/CE pour le NO₂ et les particules fines.



1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus

Le PPA propose 21 actions pérennes et 1 action temporaire en cas de pic de pollution. Elles visent les trois principaux 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, ...

	Description	Part du gain en PM ₁₀	Part du gain en NO _x
Industrie	6 actions dans le secteur industriel dont : <ul style="list-style-type: none"> • 3 actions industrielles sur les grands émetteurs NO_x, PM, HAP, sur les chaudières biomasse et sur les émissions diffuses ; • 1 action spécifique pour les chantiers / BTP ; • 2 actions spécifiques aux chaufferies biomasse. 	22%	1%
Résidentiel	7 actions dans le secteur du résidentiel bâtiment dont : <ul style="list-style-type: none"> • 1 action d'amélioration des connaissances du parc de chauffage ; • 1 action sur la promotion d'un combustible bois de qualité et label associé ; • 3 actions sur les appareils de chauffage individuel ; • 1 action sur le brûlage des déchets ; • 1 action de communication / sensibilisation. 	68%	1%
Transports	5 actions dans le secteur des transports dont : <ul style="list-style-type: none"> • 1 action qui vise la mise en œuvre de politiques de transport cohérentes et intégrées à l'échelle du SCoT ; • 1 action qui vise la régulation du flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique ; • 1 action concernant la fluidification du trafic ; • 1 action sur la charte CO₂ (charte avec les transporteurs) ; • 1 action portant sur les plans de déplacement entreprise ou administration (PDE / PDA). 	10%	98%
Urbanisme	2 actions qui consistent à prendre en compte les enjeux de la qualité de l'air dans l'urbanisation (SCoT, PLU) et à inclure un volet air (une carte de la qualité de l'air) dans les porter à connaissance.	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition
Autres	1 action de traitement des "points noirs" de la qualité de l'air. 1 action sur le renforcement des mesures interpréfectorales en cas de pic de pollution	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition

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



Figure 4 : synthèse des actions

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 (par rapport à l'année 2007)	NOx	PM10	PM2.5
Objectif global	-37%	-31%	-38%

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 la région grenobloise date du 25 février 2014.

Lors du comité de pilotage du 19 mars 2019, le lancement de la démarche d'évaluation du PPA de la région grenobloise a été annoncé officiellement.

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 grenobloise adopté en 2014, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes :

- a contribué fortement à son élaboration ;
- a accompagné sa mise en œuvre et son suivi ;
- s'est impliqué dans des études complémentaires et des programmes de recherches ;
- 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. 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 la région grenobloise.

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 la Transition Ecologique et Solidaire, 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 de la région grenobloise, 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 urbain, fond périurbain, 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-auvergnerrhonealpes.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 de la région grenobloise. 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.

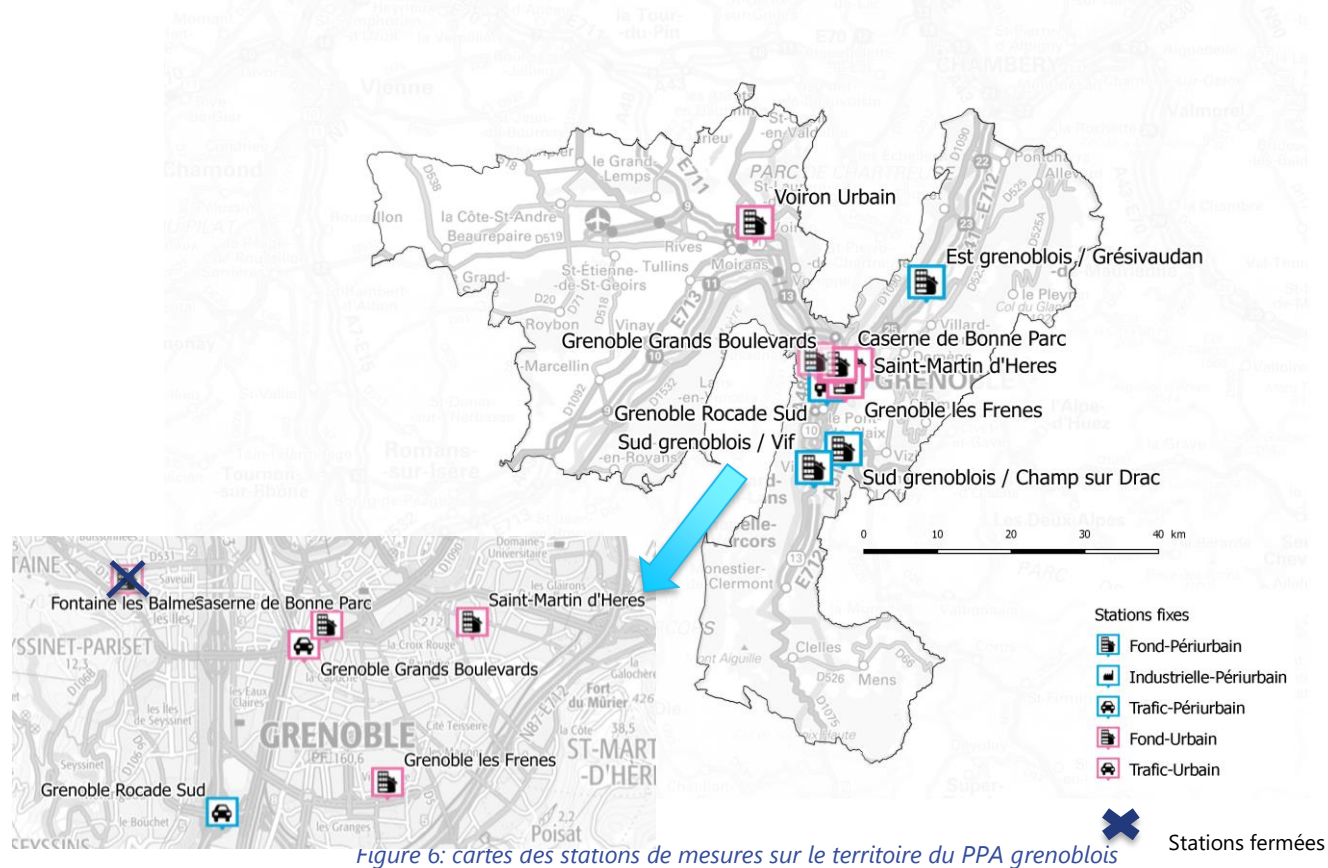


Figure 6: cartes des stations de mesures sur le territoire du PPA grenobloise

Stations	Polluants mesurés	Période de mesures
Saint-Martin d'Hères	Particules PM10	1998 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	1998 à aujourd'hui
	Ozone	1998 à aujourd'hui
	Dioxyde de soufre	1998-2012
Grenoble les Frènes	Particules PM10	2001 à aujourd'hui
	Particules PM2.5	2001 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2001 à aujourd'hui
	Ozone	2001 à aujourd'hui
	Dioxyde de soufre	2001 à aujourd'hui
	Benzo(a)Pyrène	2007 à aujourd'hui
	Métaux	2007 à aujourd'hui
	Benzène	2007 à aujourd'hui
Fontaine les Balmes	Particules PM10	2007-2017
	Dioxyde d'azote	2000-2017
	Ozone	2000-2017
	Particule PM1	2010
	Dioxyde de soufre	2000-2008

Stations	Polluants mesurés	Période de mesures
Grenoble Caserne de Bonne	Particules PM10	2016 à aujourd'hui
	Particules PM2.5	2017 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2016 à aujourd'hui
	Ozone	2016 à aujourd'hui
Grenoble Grands Boulevards	Particules PM10	2007 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2007 à aujourd'hui
	Monoxyde de carbone	2007-2012
	Benzène	2010
	1-3 Butadiène	2010
Grenoble Rocade Sud	Particules PM10	1999 à aujourd'hui
	Particules PM2.5	2000 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	1999 à aujourd'hui
	Benzo(a)Pyrène	2012 à aujourd'hui
	Dioxyde de soufre	2000-2004
	Benzène	2002-2010
Est grenoblois / Grésivaudan	Particules PM10	2008 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2008 à aujourd'hui
	Ozone	2008 à aujourd'hui
Sud grenoblois / Vif	Ozone	2008 à aujourd'hui
	Particules PM10	2008 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2008 à aujourd'hui
Sud grenoblois / Champ sur Drac	Ozone	1998 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	1991 à aujourd'hui
	Dioxyde de soufre	1985-2012
	Mercure	2004-2007
Voiron Urbain	Particules PM10	2011 à aujourd'hui
	Dioxyde d'azote	2011 à aujourd'hui
	Ozone	2011 à aujourd'hui

Figure 7: les polluants mesurés par les différentes stations de mesures du périmètre du PPA de la région grenobloise

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, 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 la métropole grenobloise sur les zones les plus proches des grands axes (Figure 8).

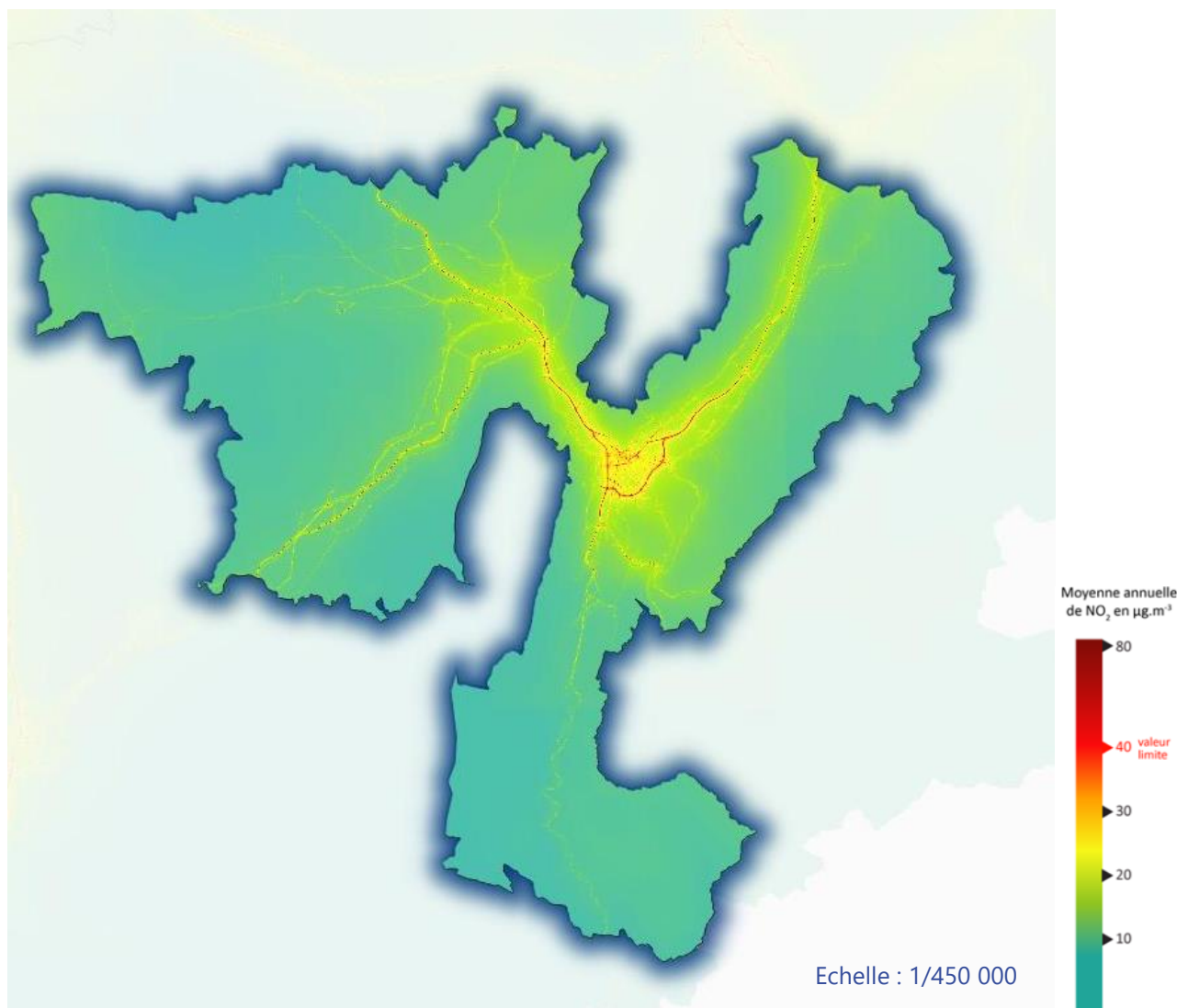


Figure 8 : concentration moyenne en NO₂ en 2018

Sur le territoire du PPA, en 2018, on estime à environ 700 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 de certains axes routiers structurants et dans la zone centre de l'agglomération.

La valeur limite (40 µg/m³) est dépassée tous les ans sur les sites trafics de la métropole grenobloise à l'exception du site du Rondeau qui, pour la première fois en 2018, respecte la valeur réglementaire annuelle.

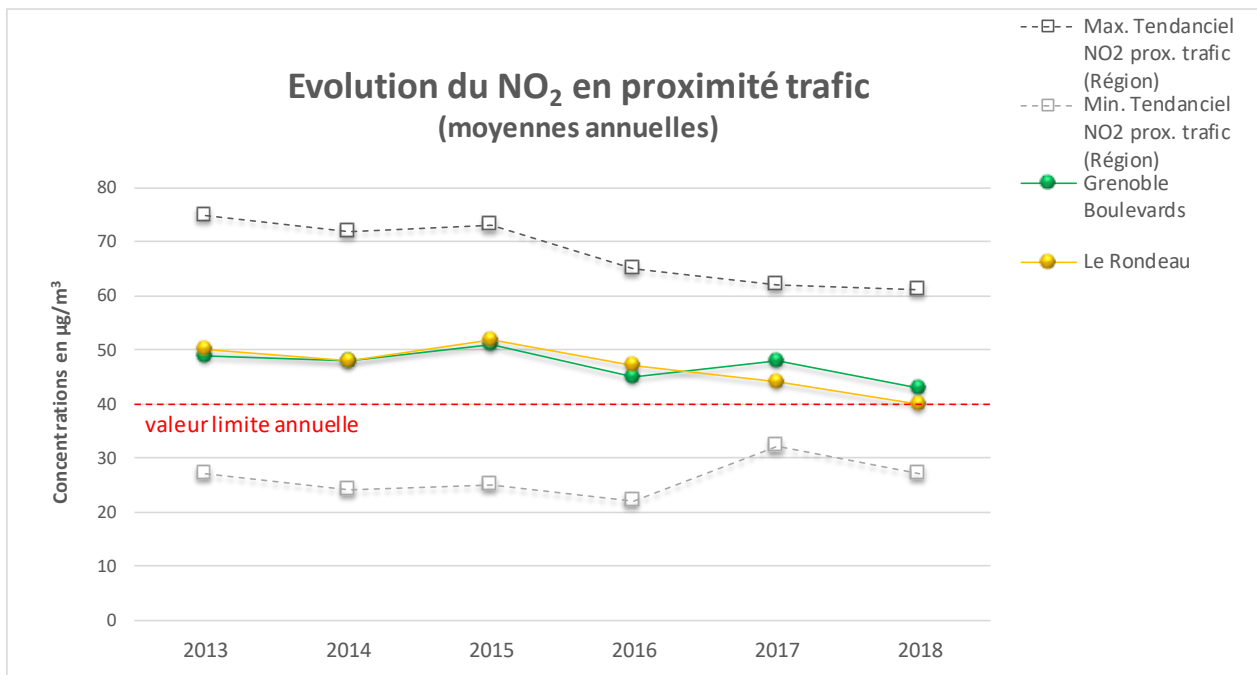


Figure 9 : historique des moyennes annuelles en NO₂ en proximité trafic

Concernant les sites implantés en situation de fond et renseignant sur le niveau moyen en NO₂ sur l'agglomération grenobloise, 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.

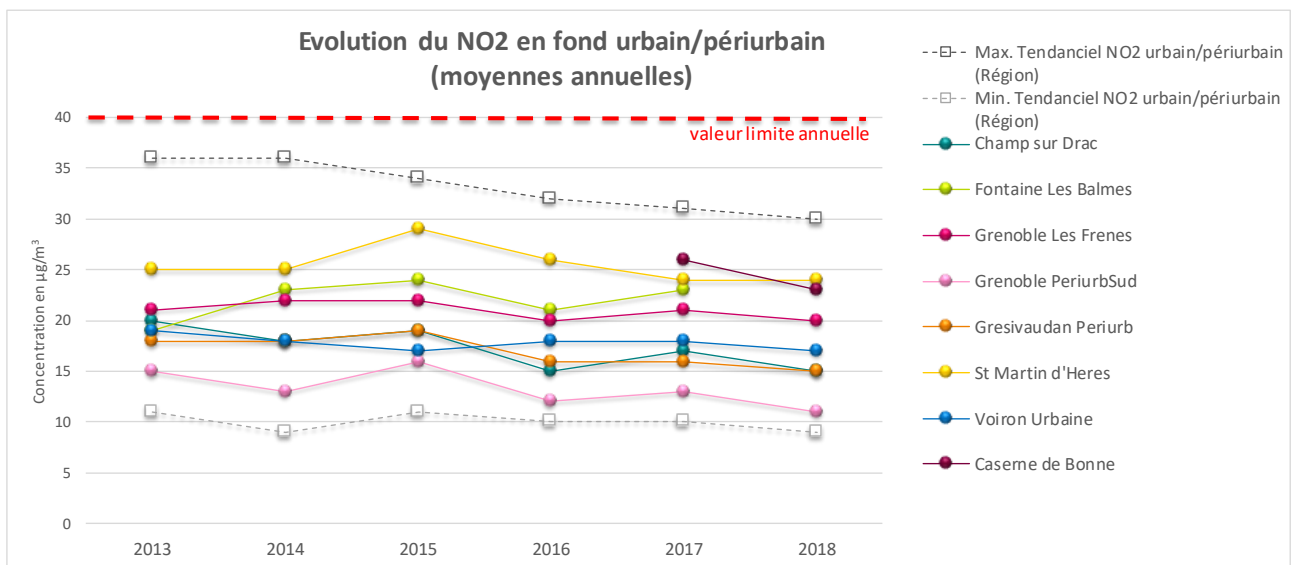


Figure 10 : historique des moyennes annuelles en NO₂ en fond urbain/péri-urbain

Evolution 2013-2018	
sites trafic	
Grenoble Boulevard	-12%
Le Rondeau	-20%
Sites de fond urbain/periurbain	
Grenoble Les Frenes	-5%
St Martin d'Herès	-4%
Grenoble PeriurbSud	-27%
Gresivaudan Periurb	-17%
Champ sur Drac	-25%
Voiron Urbaine	-11%

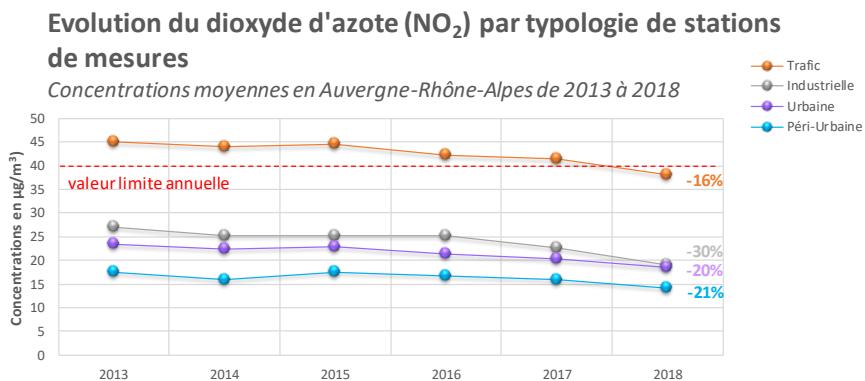


Figure 11 : évolution 2013-2018 - NO₂ sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Ces dernières années, les concentrations en NO₂ suivent une tendance à la baisse, que ce soit en situation de fond urbain ou à proximité des voiries. Si cette diminution est confirmée dans les prochaines années, elle pourrait conduire au respect de la réglementation sur l'ensemble de ce territoire à court terme.

Ce constat se retrouve au niveau de la région dans des proportions à peu près similaires, excepté pour les stations de fond urbaines du centre de l'agglomération. Ces stations sont moins influencées par le trafic par rapport à d'autres grandes agglomérations comme Lyon, ce qui pourrait expliquer la baisse moins marquée sur Grenoble par rapport à l'évolution régionale.

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 différentes.

2.3.1 Moyenne annuelle PM10

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. Cependant, le seuil recommandé par l'OMS (20 µg/m³) est quant à lui encore dépassé.

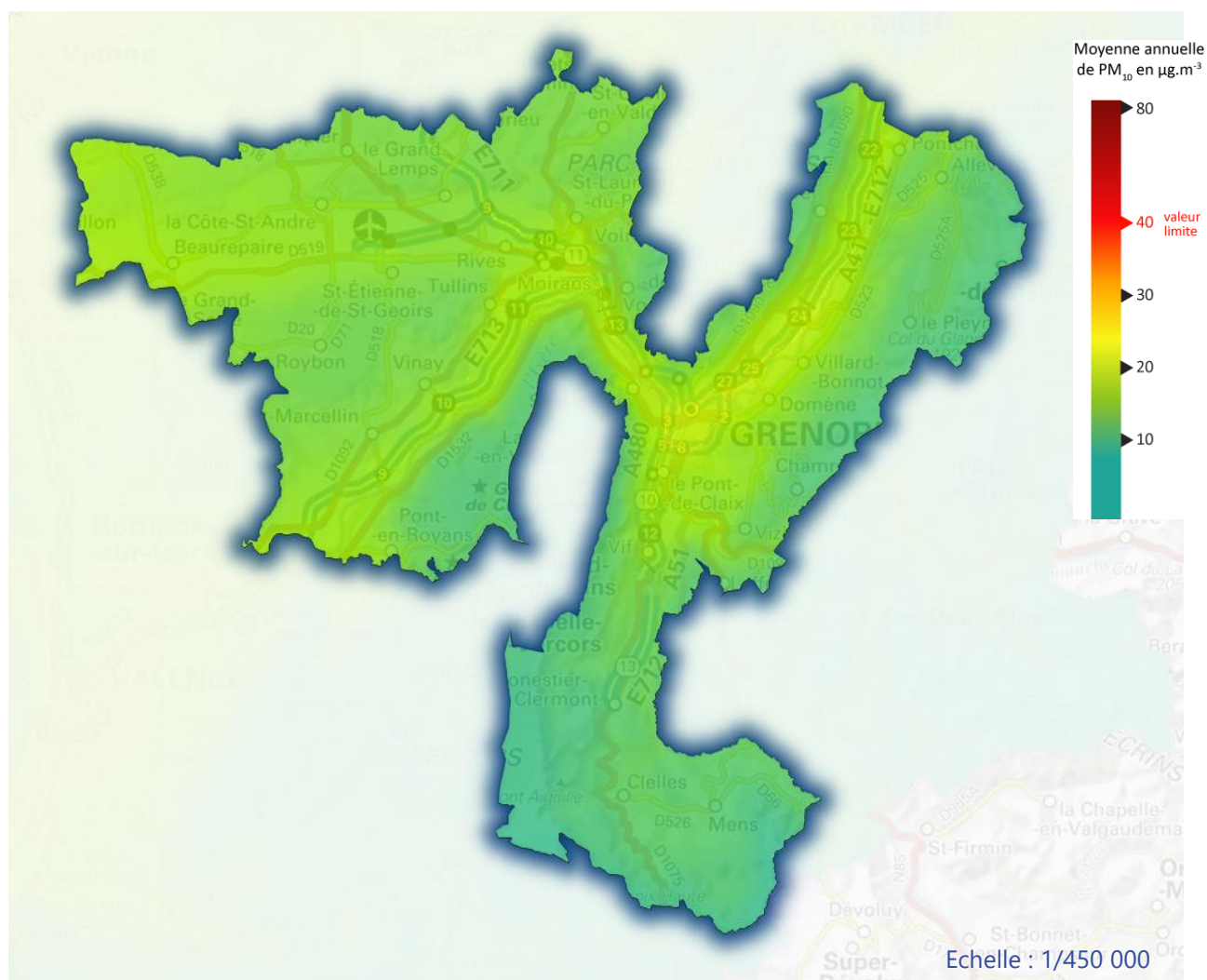


Figure 12 : concentration moyenne annuelle en PM10 en 2018

Les niveaux de particules fines (PM10) sont en baisse régulière ces 10 dernières années, que ce soit pour les stations en proximité trafic (figure 13) que les stations de fond urbain / périurbain (figure 14). La valeur limite annuelle est respectée depuis plusieurs années.

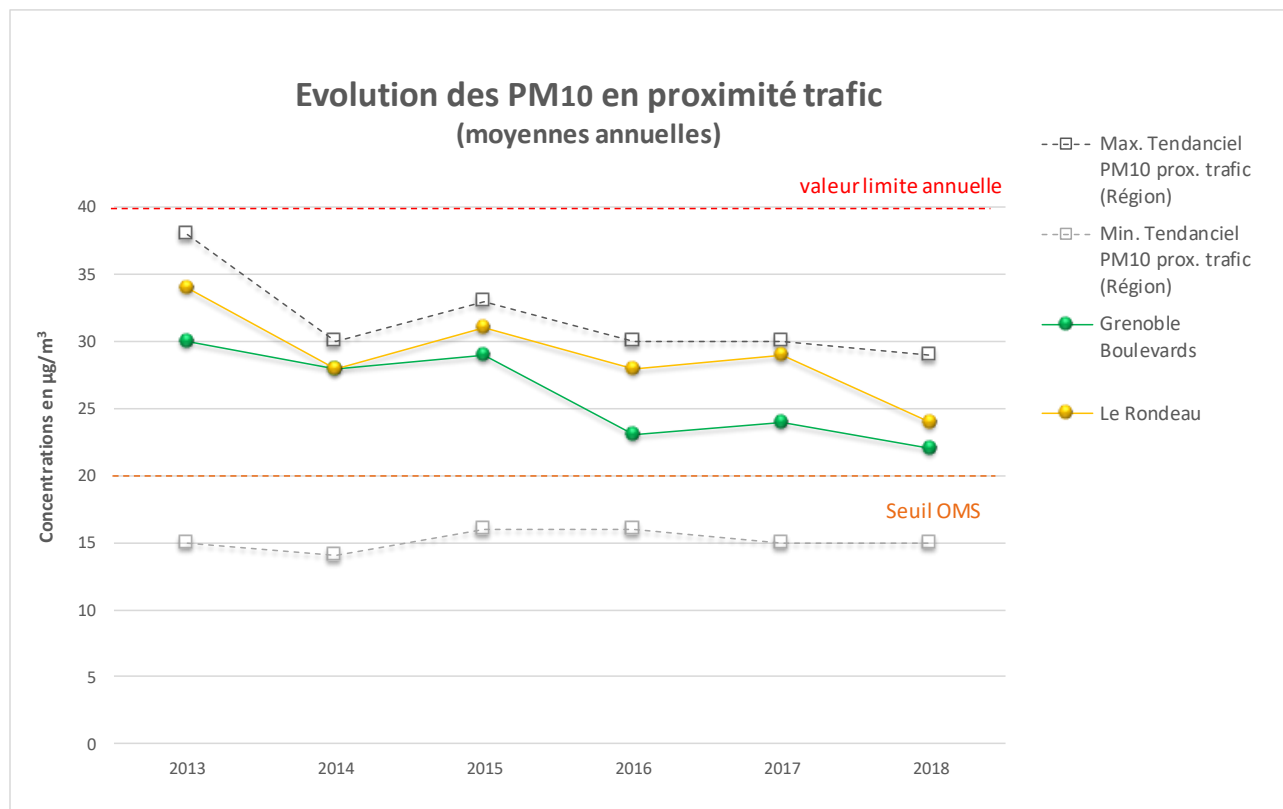


Figure 13 : historique des moyennes annuelles en PM10 en proximité trafic

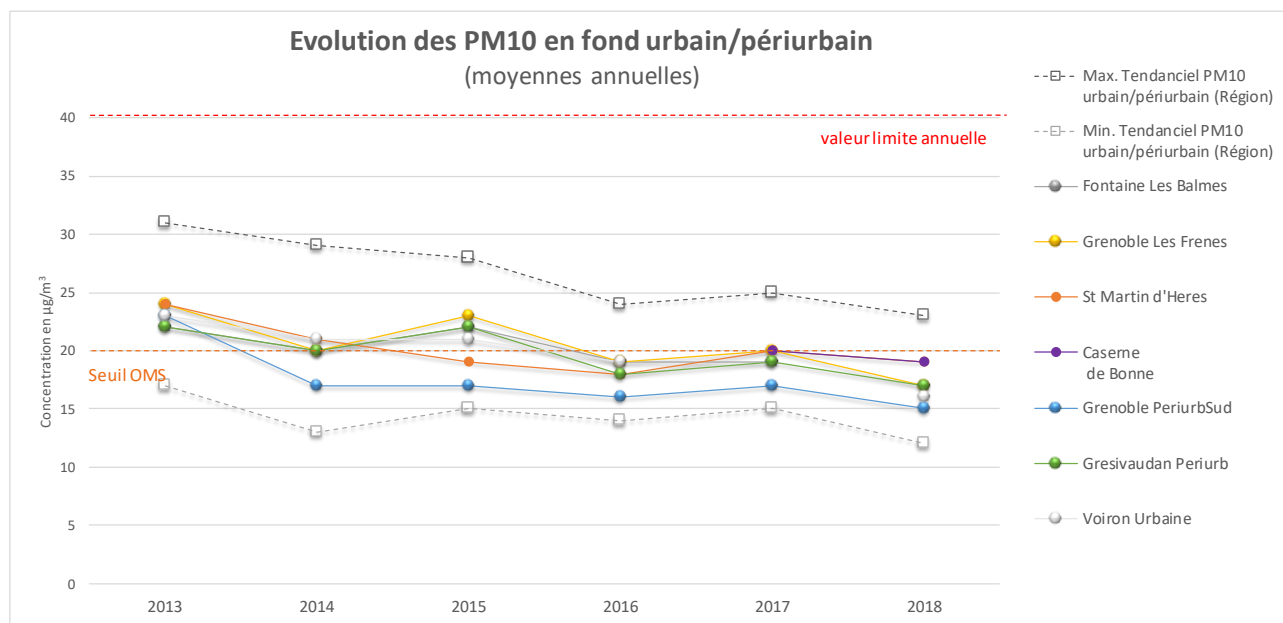


Figure 14 : historique des moyennes annuelles en PM10 en fond urbain/péri-urbain

Même si la baisse régulière des niveaux de PM10 se confirme, une partie de la population du territoire du PPA grenoblois reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (9 700 habitants en 2018). La grande majorité de ces personnes (9 600 habitants, soit plus de 98 %) résident dans la métropole grenobloise.

Toutefois et même si cette tendance continue, des actions de réductions des émissions seront nécessaires pour que les niveaux de PM10 en proximité routière respectent le seuil de l'OMS à court terme.

Evolution 2013-2018	
Sites trafic	
Grenoble Boulevard	-27%
Le Rondeau	-29%
Sites de fond urbain/périurbain	
Grenoble Les Frenes	-29%
St Martin d'Herès	-21%
Grenoble PeriurbSud	-35%
Gresivaudan Periurb	-23%
Voiron Urbaine	-30%

Evolution des niveaux de PM10 par typologie de stations de mesures
Concentrations moyennes en Auvergne-Rhône-Alpes de 2013 à 2018



Figure 15 : évolution 2013-2018 – PM10 sur le territoire du PPA grenoblois (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 -35%.

Comme pour le NO₂, ce constat se retrouve sur la région dans des proportions à peu près similaires sauf pour les stations trafics où la baisse semble un peu plus marquée à Grenoble.

2.3.2 Valeur limite journalière PM10

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). Ainsi en 2018, plus aucun habitant n'est exposé au dépassement de cette valeur limite.

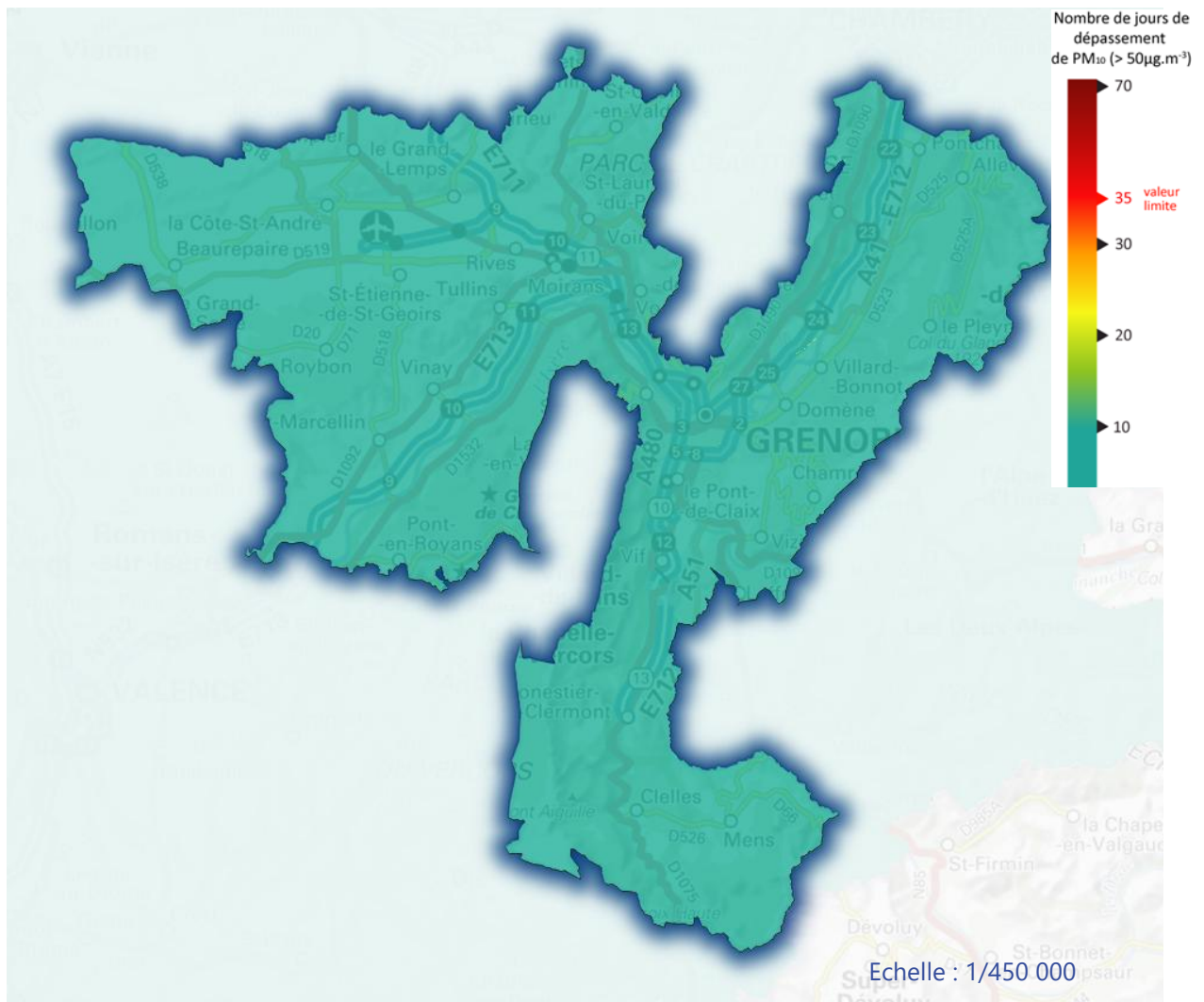


Figure 16 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM₁₀ en 2018

La figure suivante présente l'évolution des niveaux de particules enregistrés au niveau des stations de mesures (nombre de jours de dépassement du 50 µg/m³).

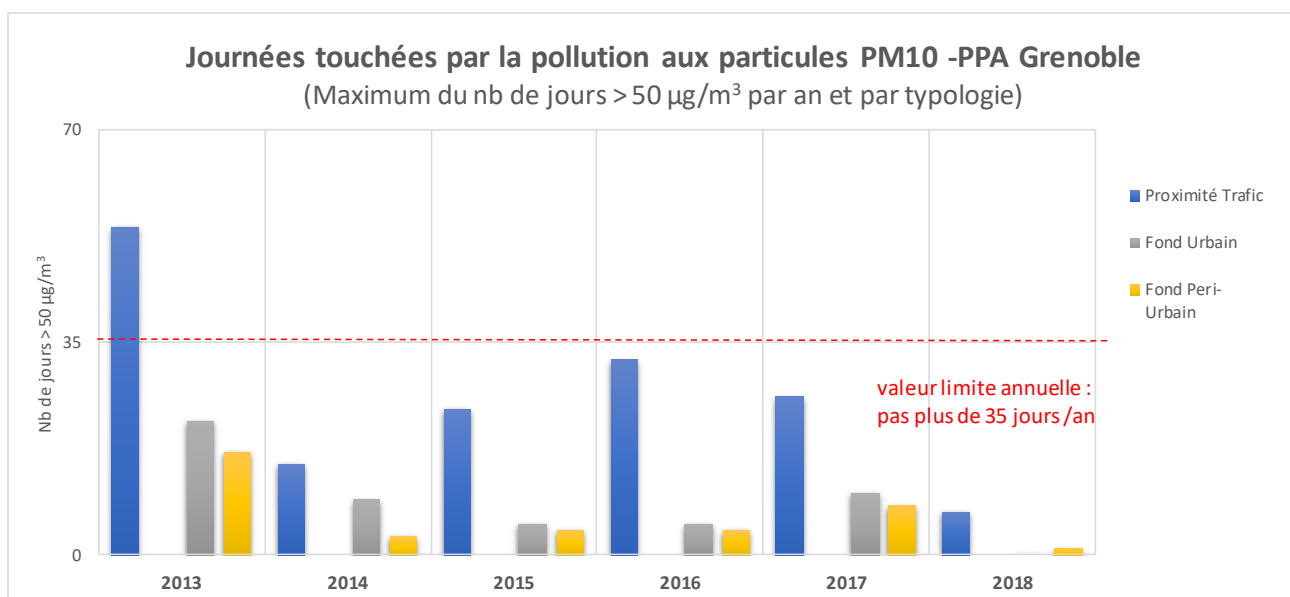


Figure 17 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM₁₀ de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA de Grenoble

Malgré une forte variabilité interannuelle liée aux conditions météorologiques, il n'y a pas eu de dépassement depuis 2013 sur le territoire du PPA de Grenoble et le nombre de jours de dépassement montre une tendance à la diminution. Il convient de noter que les niveaux de particules sont largement modulés par les conditions de dispersion et les imports des régions voisines et que ces paramètres sont variables d'une année à l'autre.

2.4 Les particules en suspension PM2.5

Comme les PM10, les particules en suspension PM2.5 (de diamètre inférieur ou égal à 2,5µm) sont majoritairement émises par le chauffage au bois individuel non performant et les transports routiers, secondairement par les secteurs industriel et agricole.

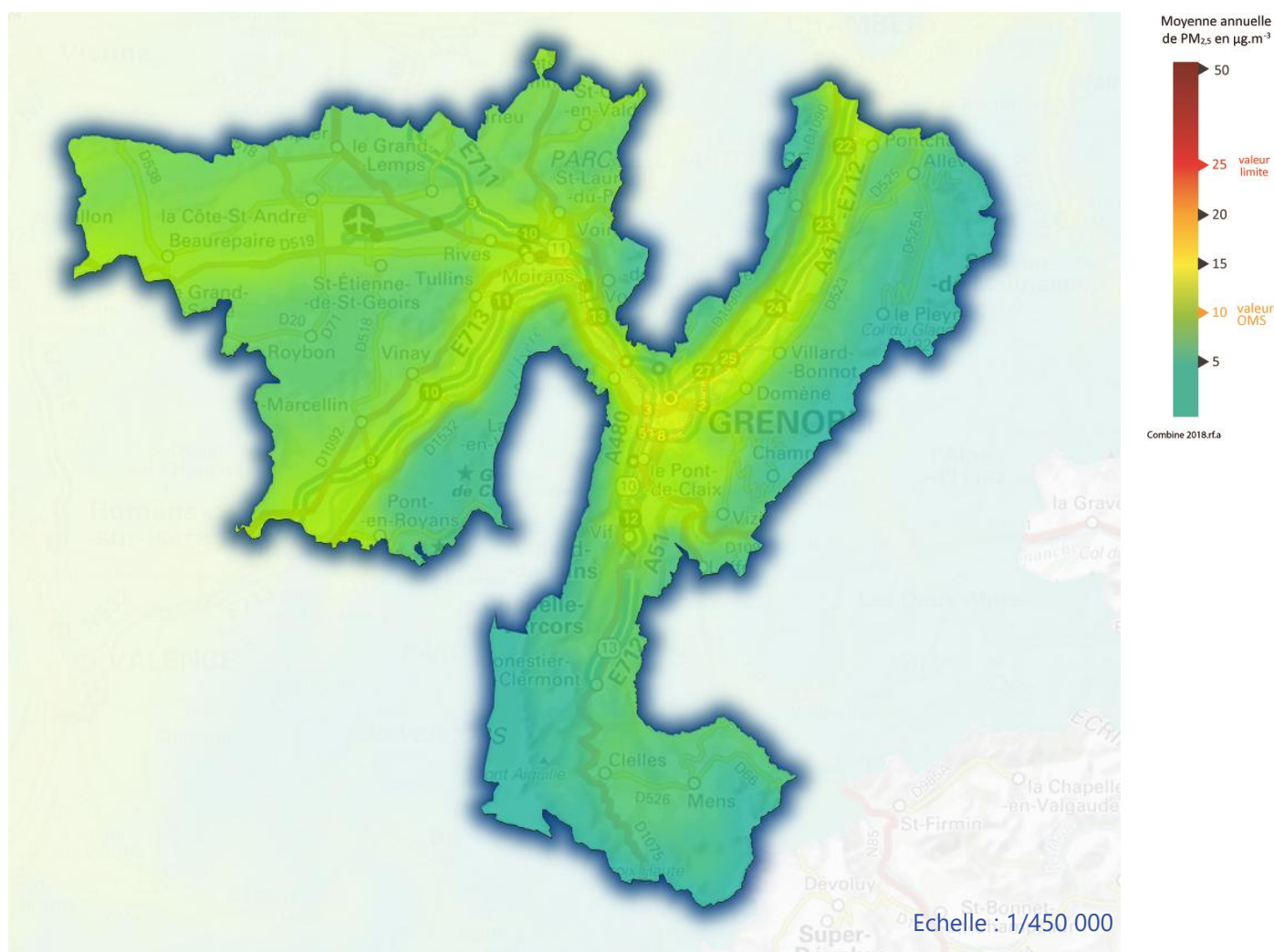


Figure 18 : concentration moyenne annuelle en PM2.5 en 2018

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM2.5 en 2018 (figure 18) montre que la valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble du territoire du PPA.

Au niveau des stations, à l'instar des PM10, les concentrations moyennes annuelles de PM2.5 sont en diminution régulière depuis une dizaine d'années, mais cette baisse s'est ralentie depuis 2014, notamment en situation de fond urbain. Les moyennes annuelles respectent depuis plusieurs années la valeur limite annuelle de 25 µg/m³, quelle que soit la typologie des sites.

Toutefois, la valeur recommandée par l'OMS pour les PM2.5 (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est toujours dépassée en 2018 sur l'ensemble des sites de surveillance, que ce soit au niveau des stations mesurant la pollution de fond qu'au niveau de celles implantées en proximité trafic. L'exposition des populations à ce seuil sur le territoire du PPA grenoblois est évaluée à près de 450 000 habitants. Ces populations exposées se situent majoritairement au niveau de l'agglomération grenobloise : environ 380 000 personnes.

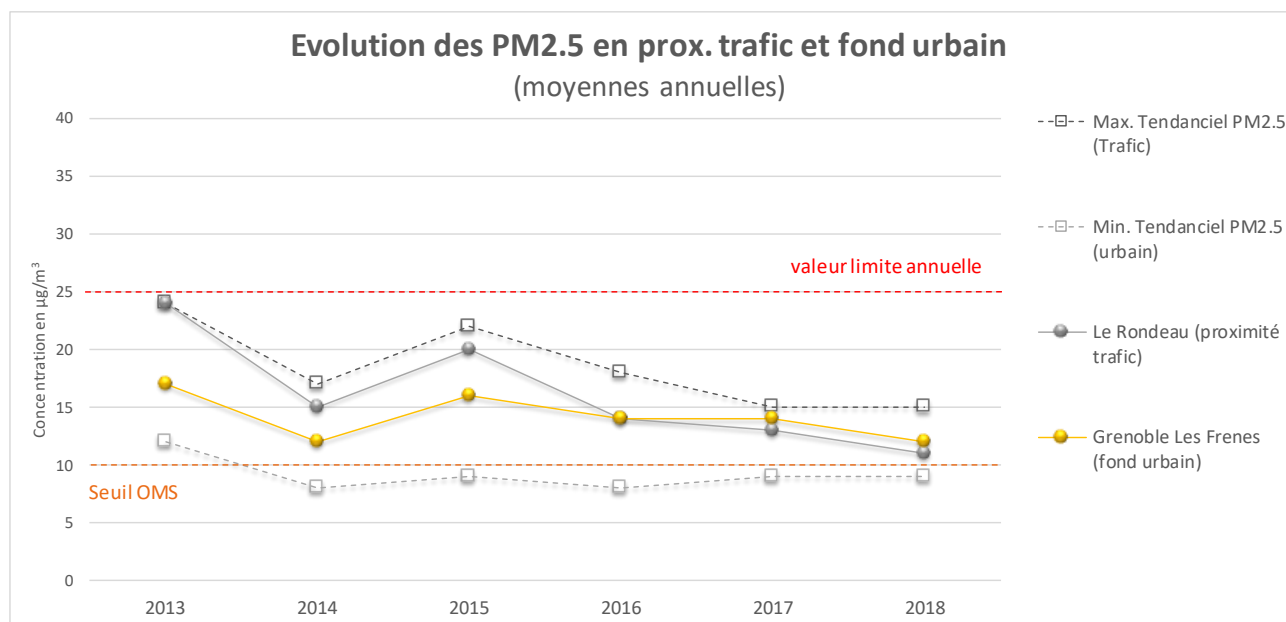


Figure 19 : historique des moyennes annuelles en PM2.5 en proximité trafic et fond urbain

Evolution 2013-2018	
sites trafic	
Le Rondeau	-54%
Sites de fond	
Grenoble Les Frenes	-29%

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

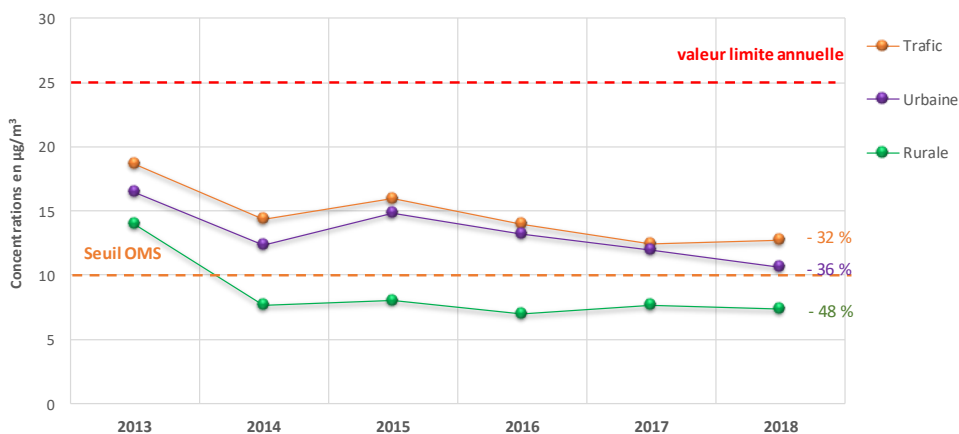


Figure 20 : évolution 2013-2018 – PM2.5 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de PM2.5 ont nettement baissé sur le territoire du PPA grenoblois avec une réduction d'environ 30% sur les stations de fond urbaines et d'un peu plus de 50% en situation de proximité trafic. Ce constat est le même sur la région dans des proportions à peu près similaires sauf en situation de proximité trafic où cette tendance est moins marquée.

Malgré cette baisse, sauf si des mesures supplémentaires de réduction des émissions sont appliquées, le dépassement du seuil annuel de l'OMS risque de perdurer dans les prochaines années, avec une exposition marquée de la population.

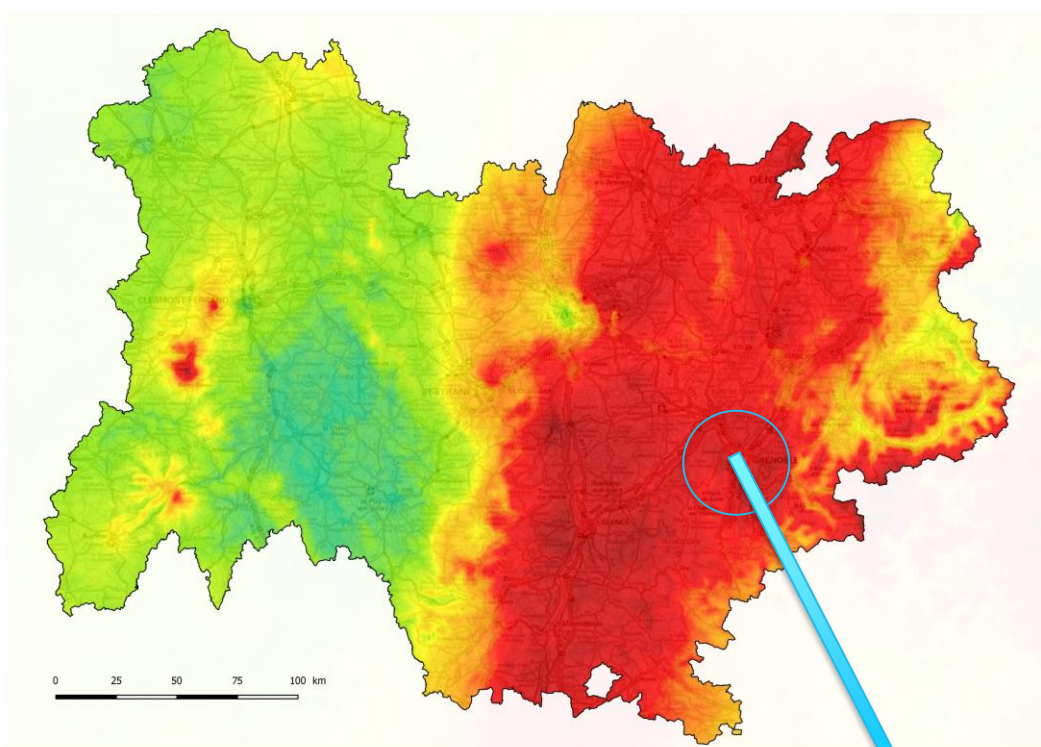
2.5 L'ozone

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 humaines, 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.

Une large partie du territoire en dépassement



Voir zoom page suivante

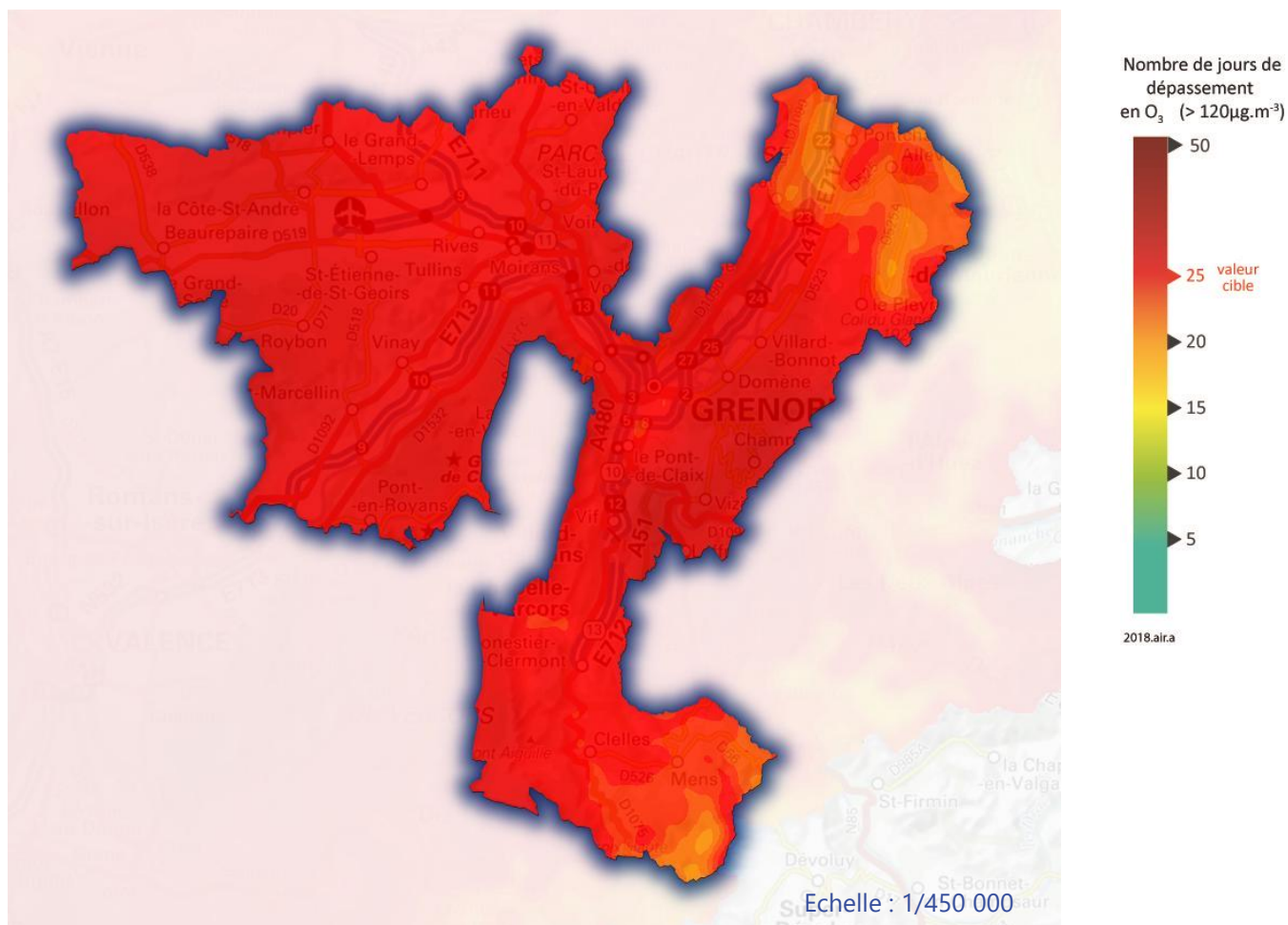


Figure 21 : nombre de jours de dépassement en O₃ sur la région et sur le territoire du PPA (> 120 µg.m⁻³ sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur 3 ans) : valeur cible protection de la santé

L'été 2018 a été marqué par la persistance quasi continue de températures supérieures aux valeurs saisonnières, par une vague de chaleur exceptionnelle qui a concerné l'ensemble du pays du 24 juillet au 8 août et par un ensoleillement marqué. Les mois de juin et d'août ont été les plus chauds jamais enregistrés par Météo-France après ceux de 2003.

Ces conditions météorologiques ont été particulièrement favorables à la formation de l'ozone.

La cartographie des concentrations pour l'année 2018 (figure 22) montre que le dépassement de la valeur cible affecte la quasi-totalité du territoire du PPA (80% de la surface) et concerne 630 000 habitants de la zone PPA (soit 80%). L'analyse de la situation des stations vis-à-vis de la valeur cible montre que les dépassements les plus importants sont rencontrés dans le sud de l'agglomération. Les stations périurbaines présentent des niveaux généralement plus importants que les stations urbaines.

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.

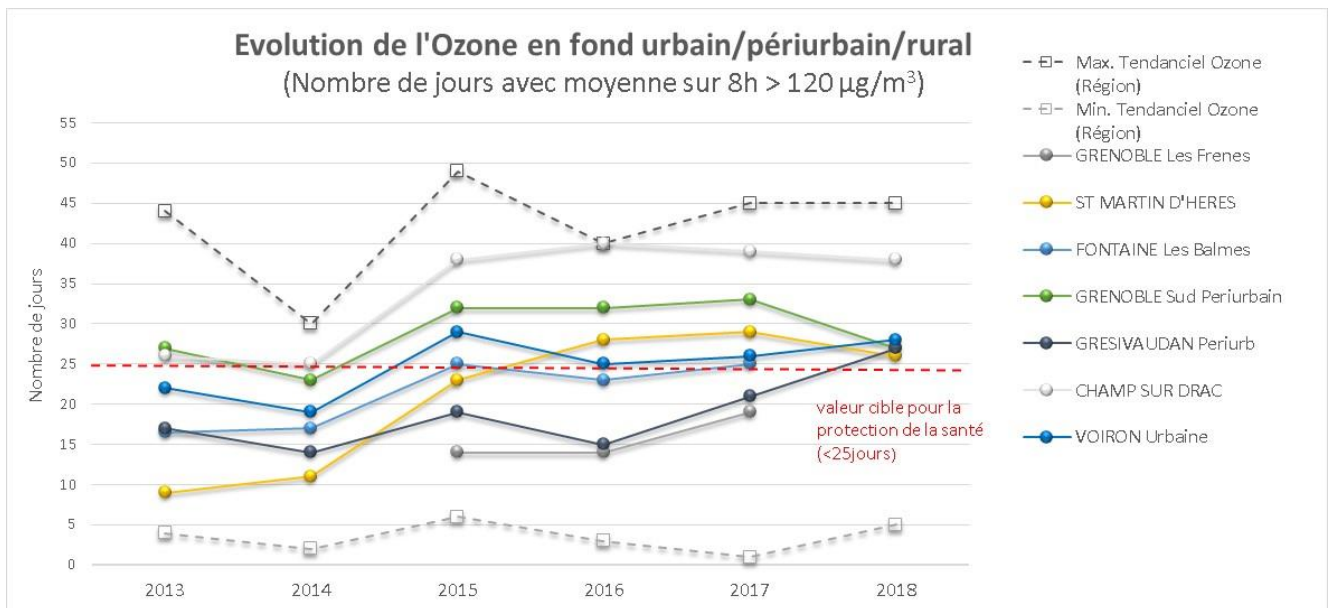


Figure 22 : évolution 2013-2018 valeur cible ozone protection de la santé en fond urbain et périurbain

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes d’ozone ont tendance à augmenter sur la plupart des sites (à l’exception de certains sites). Il convient de noter que les niveaux d’ozone peuvent être modulés par les conditions de dispersion (vent et 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 connaît une hausse sensible ces deux dernières années, après une période de stagnation. Les périodes estivales chaudes et ensoleillées de ces deux dernières années ont été particulièrement favorables à de fortes concentrations d’ozone sur une large partie du territoire de la région Auvergne Rhône-Alpes.

2.6 Les 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 grenoblois 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 grenoblois et touche une partie du bassin lyonnais Nord-Isère et de la zone alpine Isère.

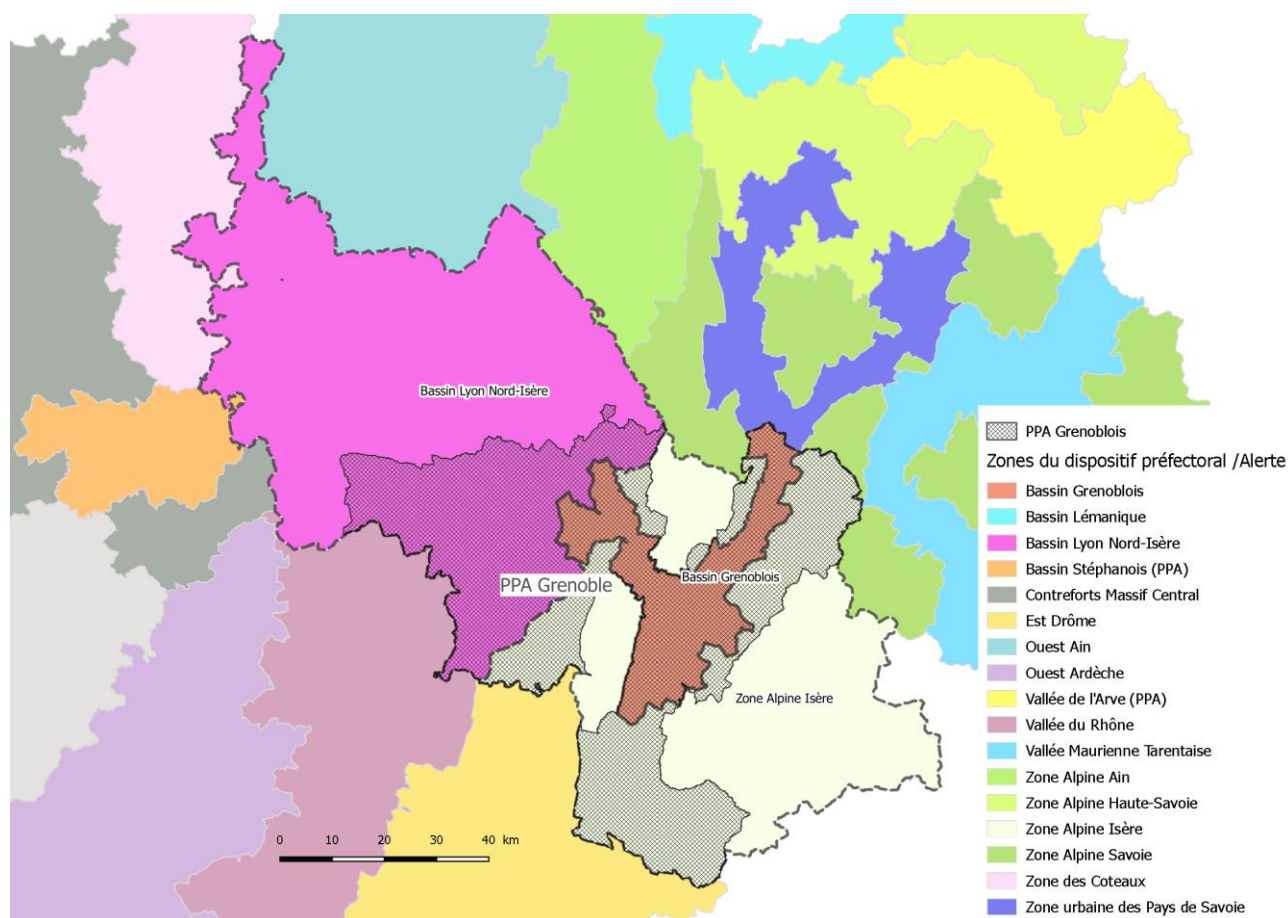


Figure 23 : périmètre du PPA de Grenoble et bassins d'air du dispositif préfectoral

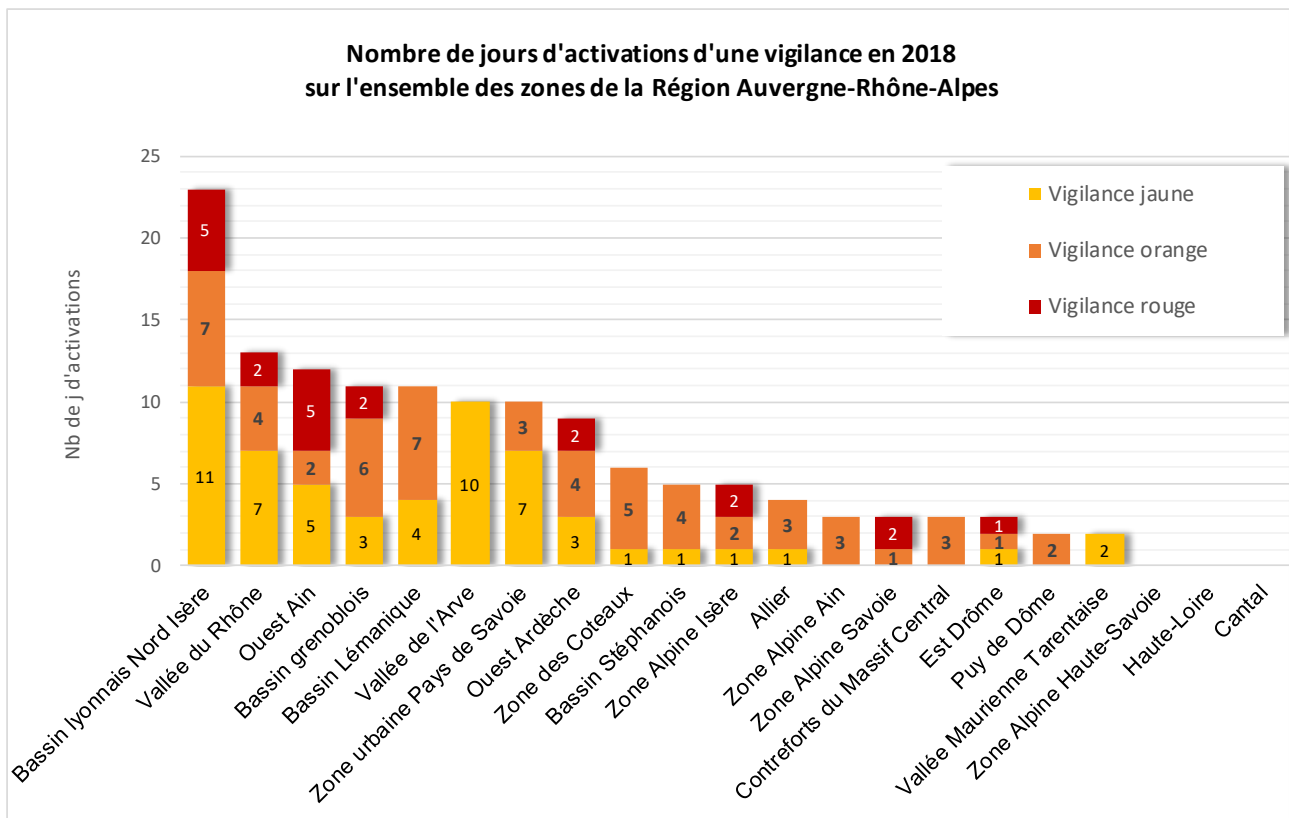


Figure 24 : nombre de jours d'activation d'une vigilance en 2018 en région Auvergne-Rhône Alpes

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). Le bassin grenoblois, a été moins concerné, avec une réduction de moitié du nombre d'activations par rapport à 2017 (11 contre 23 en 2017).

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 pollution de l'air 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 normale² 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 grenoblois	9	2	0	0
Bassin Lyonnais Nord Isère	16	7	0	0
Zone Alpine Isère	5	0		

Figure 25 : polluants responsables des jours d'activation en 2018

² Normales concernant température 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 du dispositif d'information et d'alerte est en diminution quasi constante sur la plupart des secteurs de la région Auvergne-Rhône-Alpes, dont le bassin grenoblois. L'année 2018 ne fait pas exception à cette tendance. Sur le département de l'Isère, le nombre de journées qui ont connu un dispositif d'information ou d'alerte (prévu ou constaté) est 3 fois plus faible en 2018 qu'en 2013 (23 contre 68).

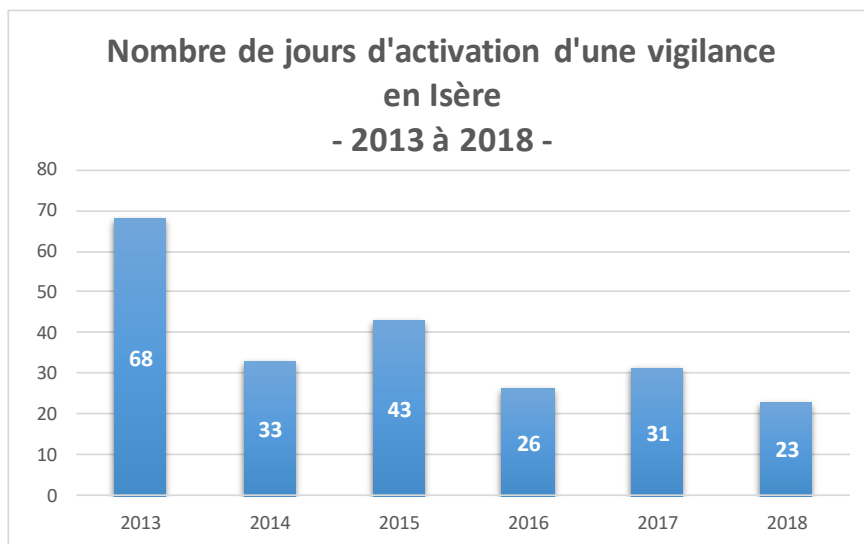


Figure 26 : évolution du nombre de jours d'activation en Isère de 2013 à 2018

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.

2.7 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 grenoblois, 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, sont encore constatés, essentiellement le long des principaux axes routiers (dans la zone centre et en périphérie).

L'ozone, polluant secondaire estival, est le seul polluant qui connaît une hausse de concentrations ces deux dernières années. En 2018, les dépassements de la valeur cible pour la santé ont affecté la quasi-totalité de la surface du territoire du PPA grenoblois et concerné 630 000 personnes. Des dépassements de la valeur cible pour la végétation sont constatés en zones périurbaines.

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 grenobloise, reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS :

- 9 700 habitants pour les PM10 (niveau >20 µg.m⁻³ en moyenne annuelle),
- 450 000 habitants pour les PM2.5 (niveaux >10 µg.m⁻³ en moyenne annuelle).

3. Evaluation quantitative des actions

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 Quels sont les réductions d'émissions obtenus 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 de la mise à jour du modèle trafic géré par l'AURG / le SMTC,
 - o Exploitation d'un grand nombre de comptages routiers pour mieux estimer l'évolution des volumes de trafic sur plusieurs années (notamment SIREDO et statistiques de l'AURG et de la Ville de Grenoble),
- **Chauffage individuel au bois** : évaluation d'un parc détaillé d'appareils de chauffage au bois provenant de plusieurs sources (enquête locale BIOMQA, données issues des fonds Air Bois de la Métropole de Grenoble, du Pays Voironnais et du Grésivaudan 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 scenarii permettent d'évaluer l'évolution tendancielle des émissions sans actions locales spécifiques, tandis que la comparaison des scenarii Tendanciel et Actions met en évidence le gain 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 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'ICPE concernée sur le territoire du PPA
	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 Fixer un objectif de qualité du combustible biomasse dans la zone PPA. Part du marché labellisée	Oui, voir explications au 3.1.6
	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, l'arrêté ayant été pris en 2016
	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
Routier	14	Viser, via l'ensemble des politiques de transport, une diminution des émissions de 37% pour les particules et de 43 % en oxydes d'azote	Oui, au travers d'une évolution différenciée des volumes de trafic entre les deux scénarii 2018
	15	Réguler le flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique, notamment à l'intérieur du « centre étendu » et sur les « VRU » (voies rapides urbaines) de l'agglomération grenobloise, afin de réduire les émissions polluantes dues à la circulation automobile	
		Flotte de véhicules	
		Centre de Distribution Urbain	Non pris en compte par manque d'informations, car le projet est trop récent (démarrage en 2018)
	16	Exploiter et aménager les VRU et autoroutes de l'agglomération grenobloise afin de fluidifier le trafic routier	Non, car impact sur la congestion difficile à quantifier
	17	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
	18	Inciter fortement la mise en place des plans de déplacement d'entreprise (PDE), inter-entreprises (PDIE) ou d'administration (PDA)	Action prise en compte au travers de l'évolution différenciée des volumes de trafic entre les scénarii « 2018 Sans PPA » et « 2018 Avec PPA »
Urbanisme	19	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
	20	Inclure un volet air dans les porter à connaissance	
Transversal	21	Traitement des points noirs de la qualité de l'air par des actions spécifiques	Action qui n'agit pas directement sur les émissions

Figure 27 : résumé des actions permanentes étudiées pour l'évaluation du PPA

Pour les actions temporaires :

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

Figure 28 : 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 la région grenobloise.

Les actions déployées dans cette feuille de route concernent :

- La réduction des émissions dues au chauffage au bois individuel (fiche action 1),
- La lutte contre le brûlage à l'air libre des déchets verts (fiche action 2),
- Le changement de comportement et l'optimisation de l'utilisation des véhicules personnels (fiche action 3),
- Le changement de comportement et les alternatives à la voiture (fiche action 4),
- La transition énergétique (fiche action 5),
- Les zones à basses émissions et la logistique urbaine (fiche action 6),
- Les émissions industrielles et les chantiers (fiche action 7),
- La gestion des épisodes de pollution (fiche action 8),
- Le traitement des points noirs de la qualité de l'air (fiche action 9).

Certaines actions de la feuille de route qui sont en lien direct avec des actions quantifiées du PPA ont de fait été prises en compte dans l'évaluation quantitative.

D'autres actions de la feuille de route en étaient, à fin 2018, 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 (baisse moindre des facteurs d'émissions), alors qu'à contrario la réduction des émissions de particules a été plus marquée sur 2013-2018 avec la généralisation des filtres à particules.

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

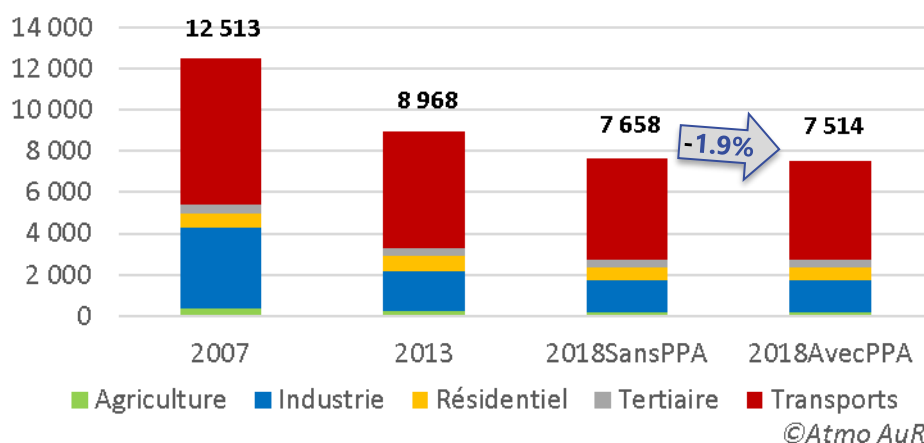


Figure 29 : émissions de NOx à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Grenoble pour les différents scenarii

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

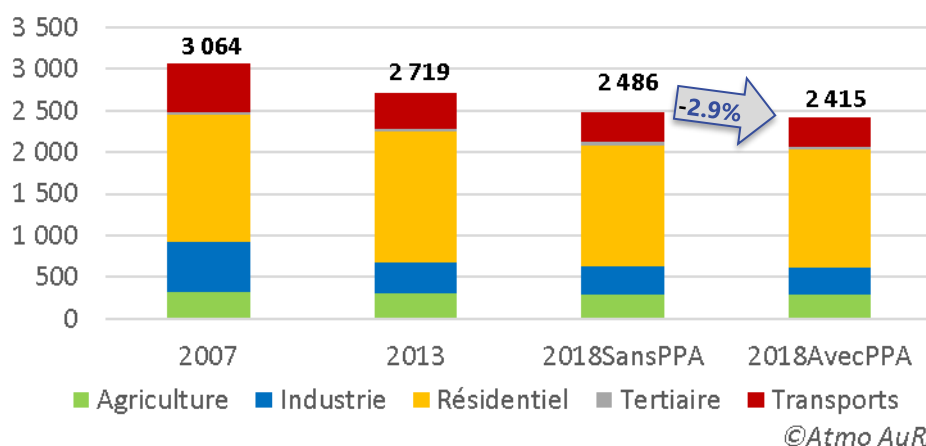


Figure 30 : émissions de PM10 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Grenoble pour les différents scenarii

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

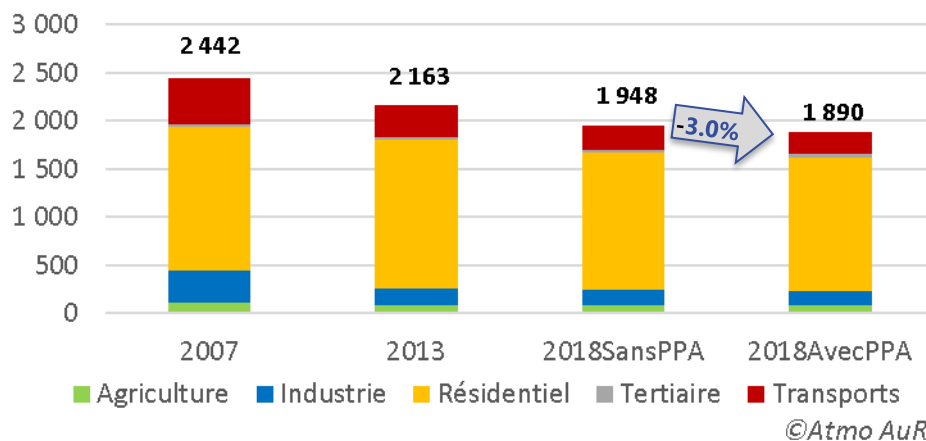


Figure 31 : émissions de PM2.5 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Grenoble pour les différents scenarii

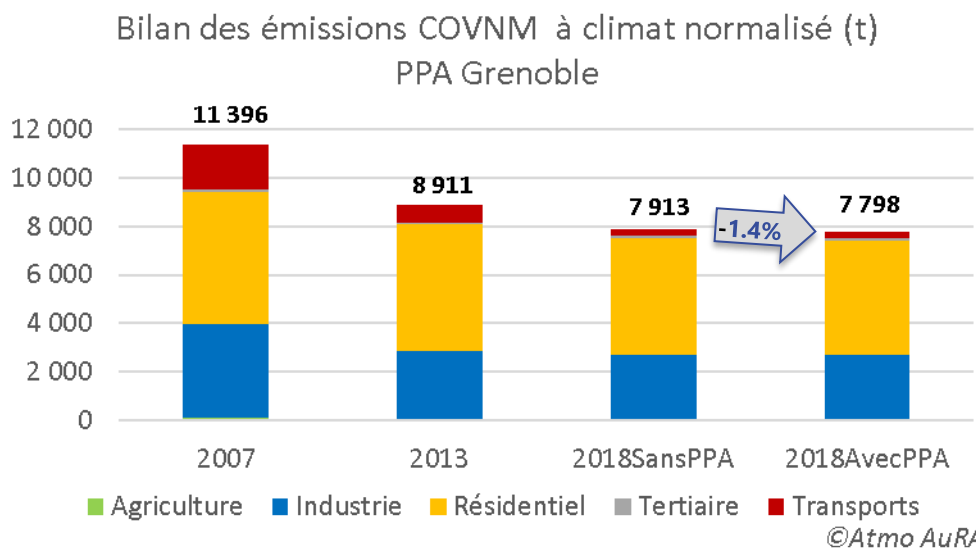


Figure 32 : émissions de COVNM à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Grenoble pour les différents scénarii

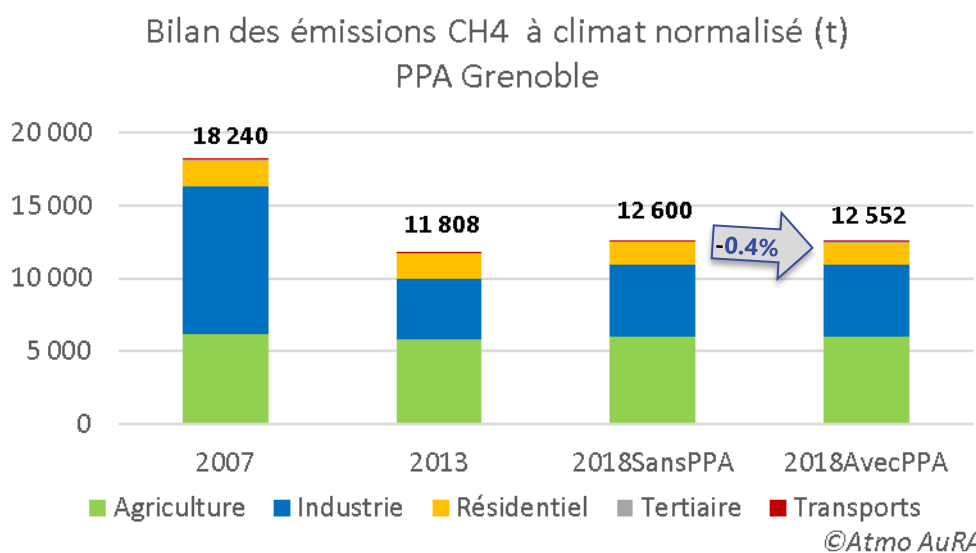


Figure 33 : émissions de CH₄ à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Grenoble pour les différents scénarii

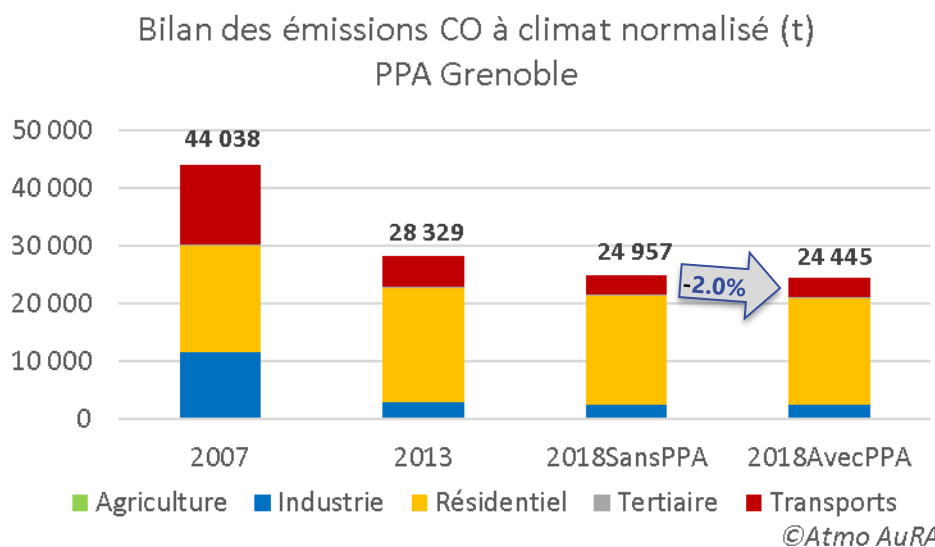


Figure 34 : émissions de CO à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA Grenoble pour les différents scénarii

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
-14.6%	-1.9%	-8.6%	-2.9%	-9.9%	-3.0%	-11.2%	-1.4%

Figure 35 : 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 lié spécifiquement aux actions du PPA est quant à lui modéré, avec un gain légèrement plus marqué pour les particules (autour de 3 %) que pour les NOx ou encore les COVNM.

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 d'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, l'action PPA (principalement arrosage des pistes pour limiter le réenvol des poussières) a été jugée relativement bien suivie par les exploitants de carrières et a été traduite 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 (cf. 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.

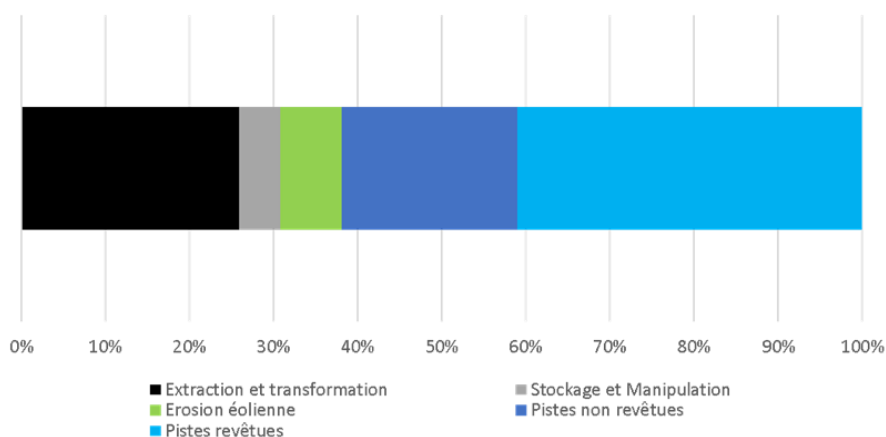


Figure 36 : répartition des différentes sources d'émissions d'une carrière proche de Marseille.
Source : Atmo Sud (cf bibliographie)

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 ou l'ALEC de Grenoble. 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 PPA grenoblois, 41 chaufferies ont été identifiées.

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 50 mg/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 émission estimée 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 grenobloise est le fond air bois 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 BIOMQA menée par la Métropole de Grenoble en 2015. 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),
- Evolution nationale du parc (source CITEPA) pour remonter dans le temps.

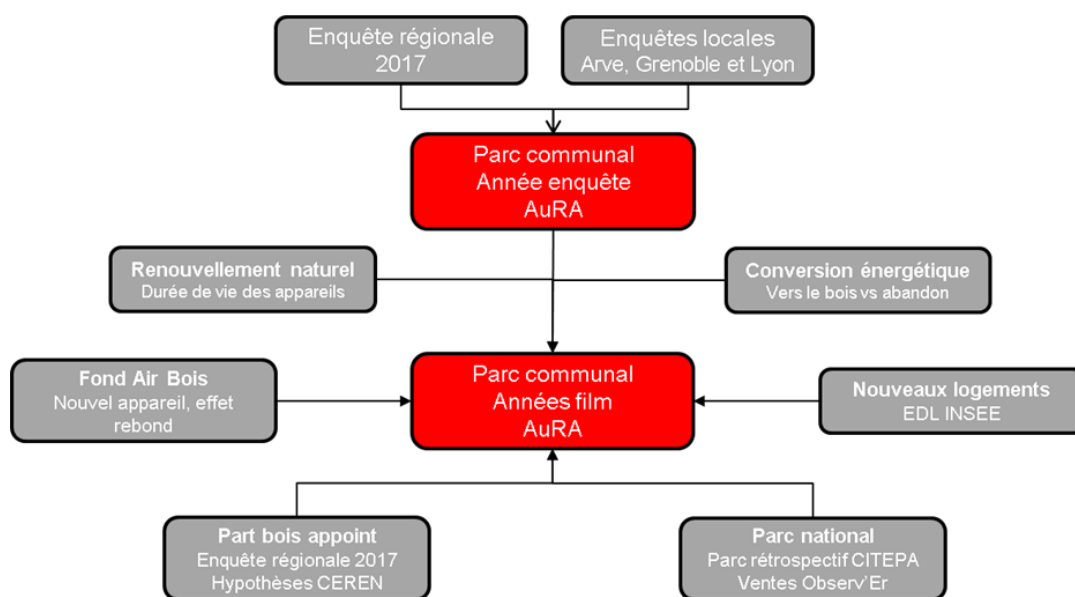


Figure 37 : principe et méthodologie d'estimation des émissions du parc de chauffage au bois

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 2112 dossiers instruits jusqu’au 30/09/2018 dans le cadre des fonds air bois de la Métropole de Grenoble, du pays Voironnais et du Grésivaudan : 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. A noter que les appareils mis en service après le 01/10/2018 n’ont pas été considérés 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.

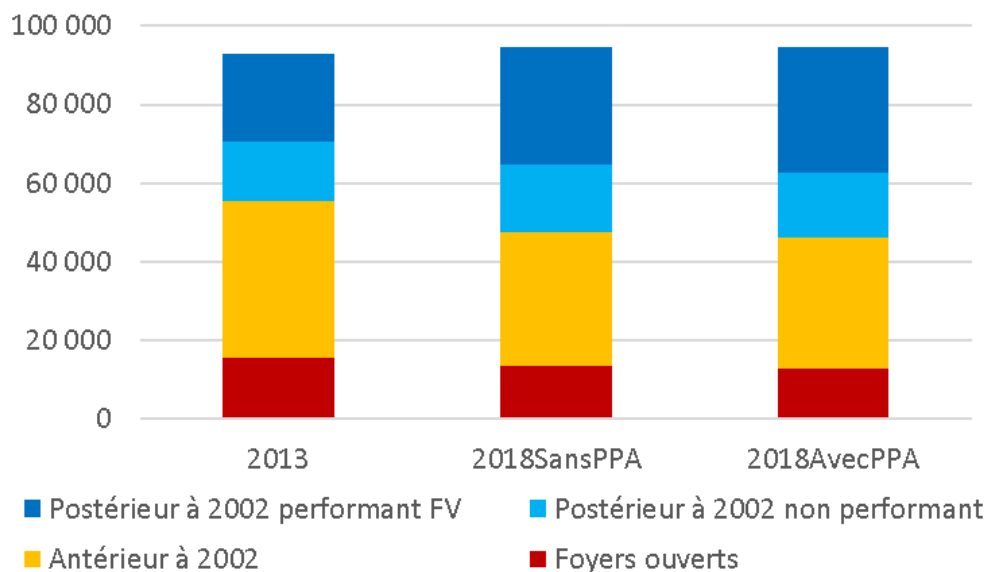


Figure 38 : description du parc d'appareils de chauffage au bois du territoire du PPA de Grenoble (nombre d'appareils)

Remarque : 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 fin 2018 permet d'évaluer le gain maximal associé à cette action. Ainsi sur la base de 2468 dossiers, le gain total en émissions est estimé à 43 tonnes de PM10 et 42 tonnes de PM2.5 (au lieu de 37 tonnes de PM10 et PM2.5 pris en compte dans cette évaluation). Cela conduit à une moyenne de 17 kg économisés par appareil.

En revanche, pour les NOx, une légère surémission de 0.7 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.

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

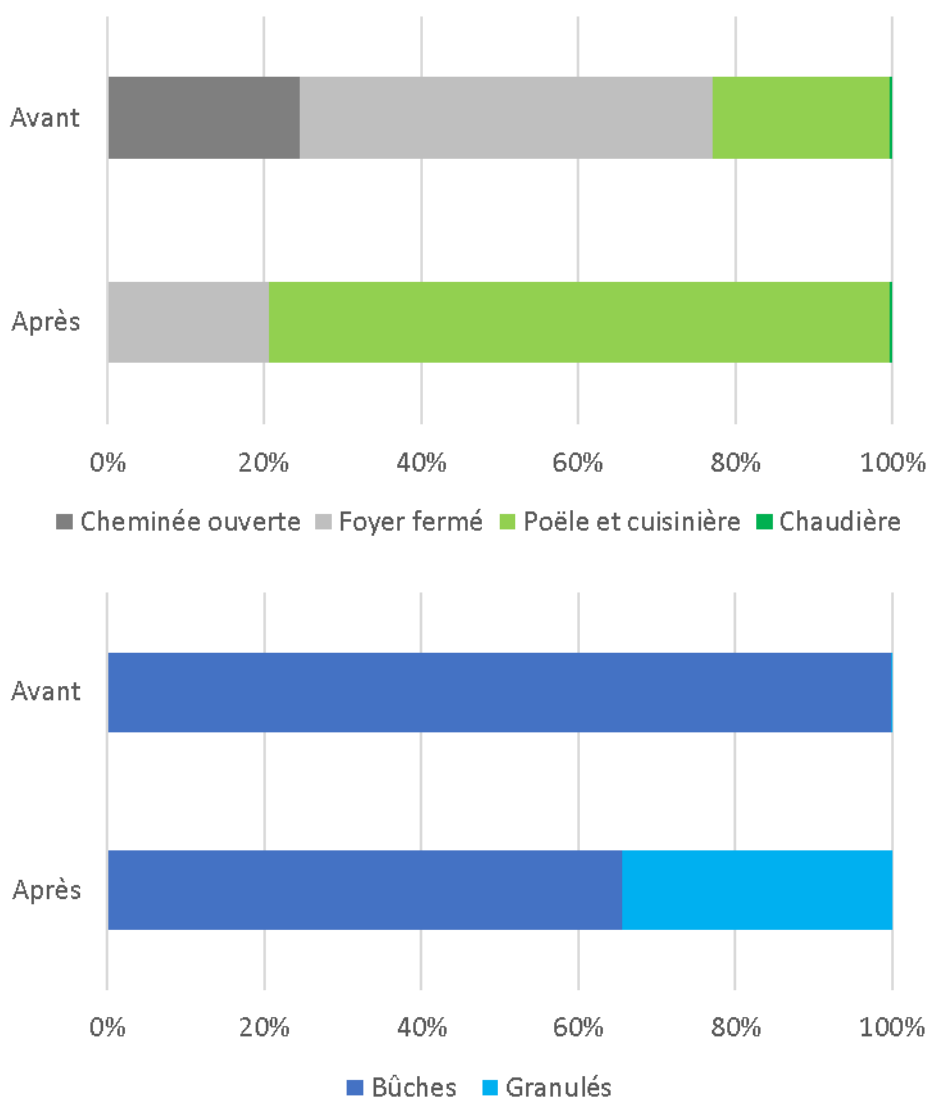


Figure 39 : répartition du parc de chauffage au bois avant et après renouvellement par type d'appareil, puis par combustible territoire du PPA de Grenoble

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 »,
- 1% (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 1.5% et 2%. 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 2%/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.

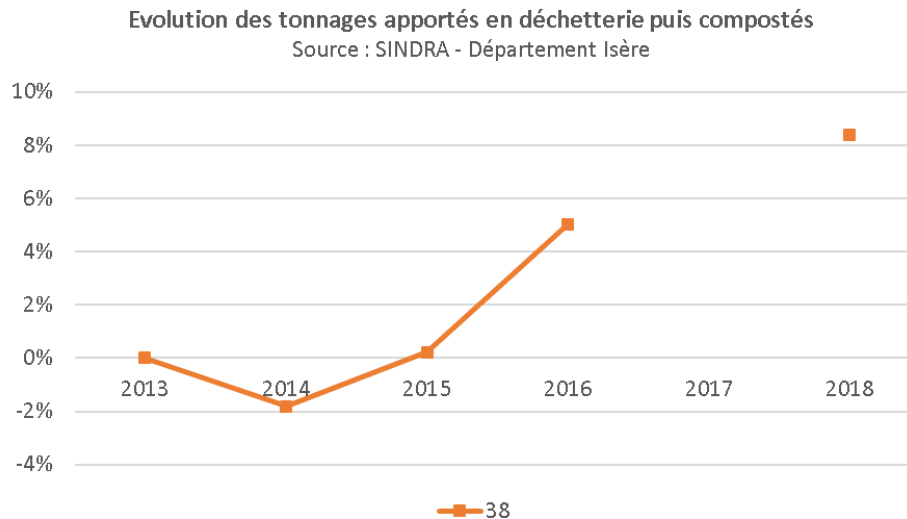


Figure 40 : évolution des tonnages apportés en déchetterie puis compostés – source SINDRA

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 transport routier

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 18 (promotion des plans de déplacements d'entreprises et d'administrations), 15 (régulation du flux de véhicules dans les zones particulièrement affectées par la pollution atmosphérique, notamment à l'intérieur du « centre étendu » et sur les « VRU » de l'agglomération grenobloise) et 14 qui est une action globale. Cette dernière vise, via l'ensemble des politiques de transport, à diminuer les émissions de 37% pour les particules et de 43 % en oxydes d'azote.

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 :

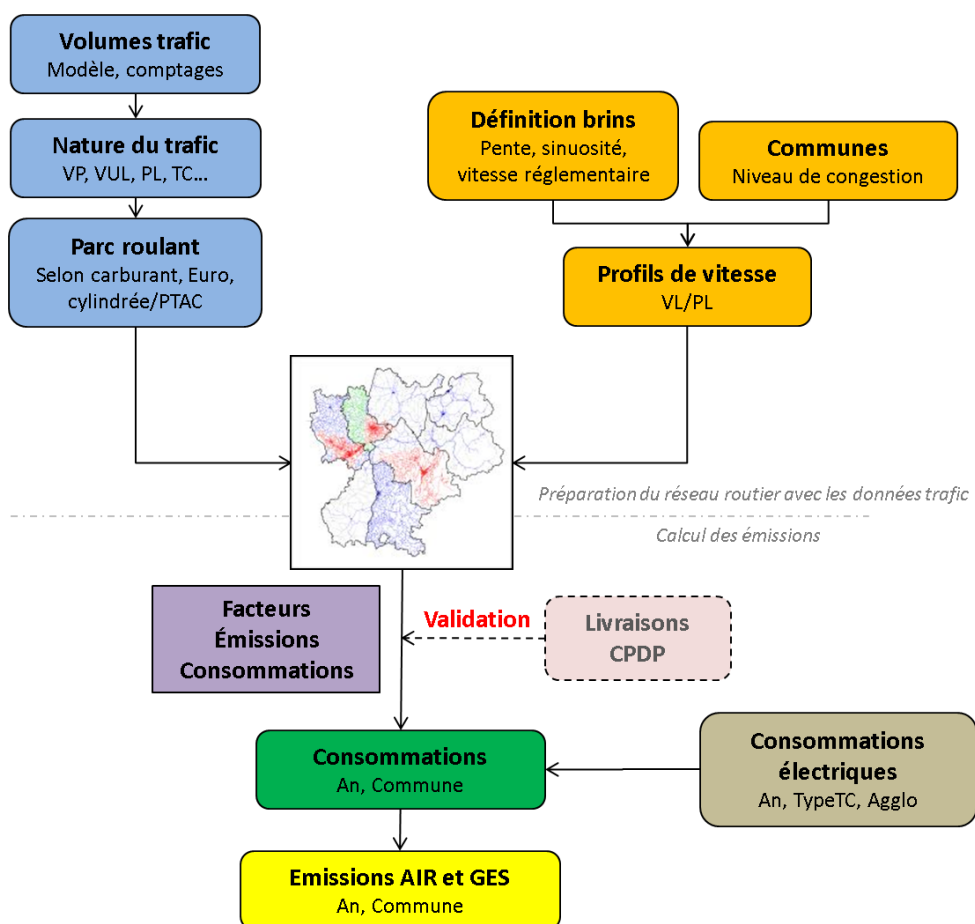


Figure 41 : principales étapes de calcul des émissions du transport routier

Plusieurs sources de données sont nécessaires :

- Données liées aux volumes de trafic (modèle trafic AURG/SMTC, 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 AURG/SMTC en situation actuelle (année 2015 version 2018), 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 des comptages (DIRCE, AREA, CD38). 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 Grenoble hors VRU (Voies Rapides Urbaines) : comptages aux entrée/sortie du cordon,
 - 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 du modèle trafic AURG/SMTC produites lors de l'évaluation du PDU en comparant les modélisations « 2030 tendanciel » et « 2030 avec actions PDU ». Cette méthode a été évaluée par l'AURG.

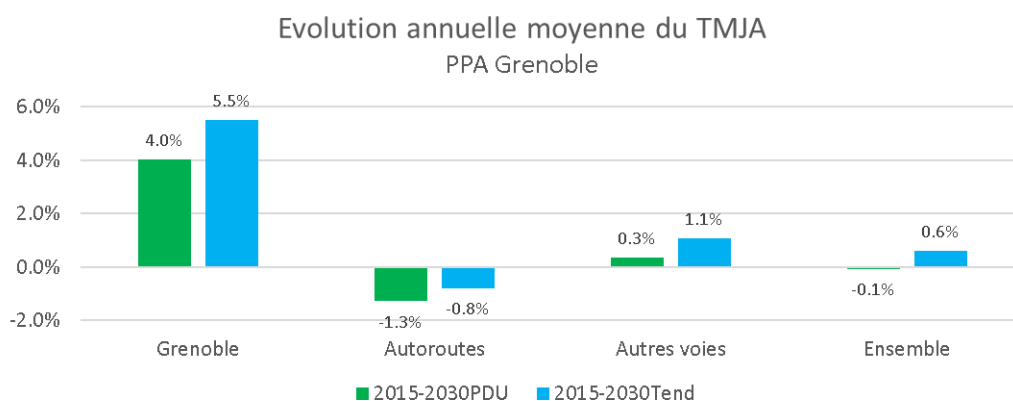


Figure 42 : évolution annuelle moyenne du TMJA entre 2015 et 2030 selon deux projections trafics

Les volumes de trafic analysés par types d'axes (Grenoble, 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.

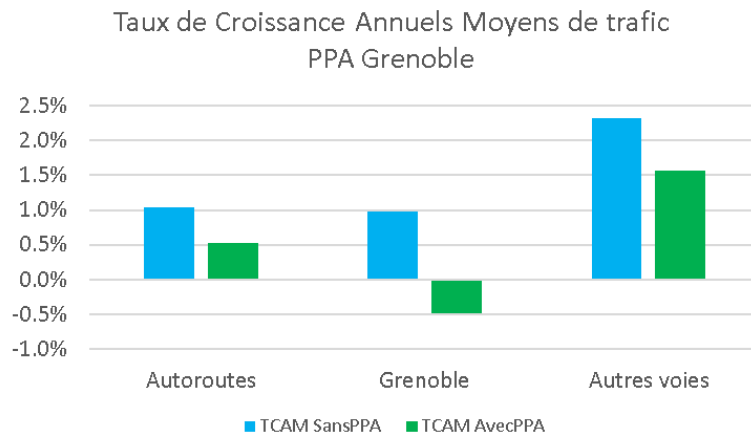


Figure 43 : TCAM considérés dans le scénario « 2018SansPPA » et « 2018Avec PPA »

Les actions du PPA permettent d'économiser environ 200 millions de véhicules.km sur une année civile.

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).

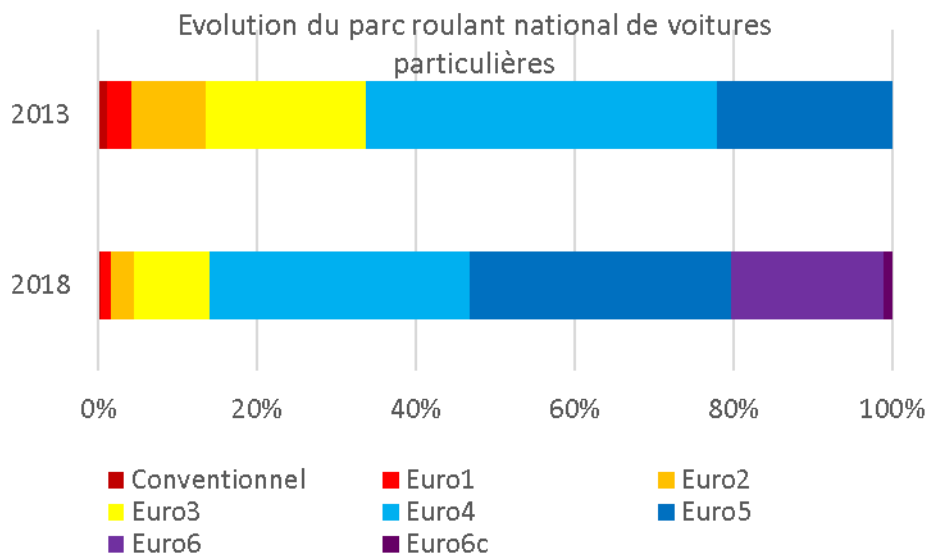


Figure 44 : évolution du parc roulant national moyen de voitures particulières par norme Euro
Source : Parc prospectif roulant : MTES-DGEC/CITEPA version janvier 2019 (scénario AME-2018)

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 de la région grenobloise.

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 calculé 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 était modélisé lors de l'élaboration du PPA2 (10 % pour les émissions de NOx, .

Cette comparaison des scénario tendanciels montrent que les émissions de NOx, PM10 et PM2.5 ont baissé d'environ 10 à 15 % moins vite que prévu

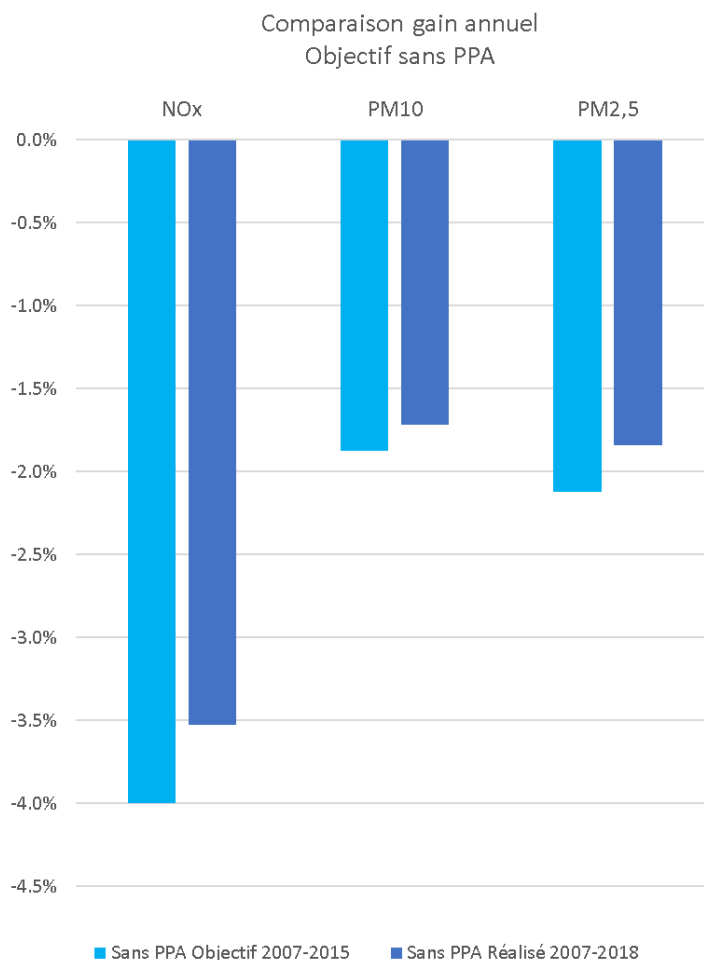


Figure 45 : comparaison des gains annuels en émissions en tendanciel (sans PPA)

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 ont davantage été efficaces sur les particules PM10 et PM2.5 que sur les NOx.

Les actions PPA qui ont pu être quantifiées ont permis une réduction supplémentaire des émissions d'environ 15 % pour les NOx et d'environ 30 % pour les particules par rapport à la réduction tendancielle.

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

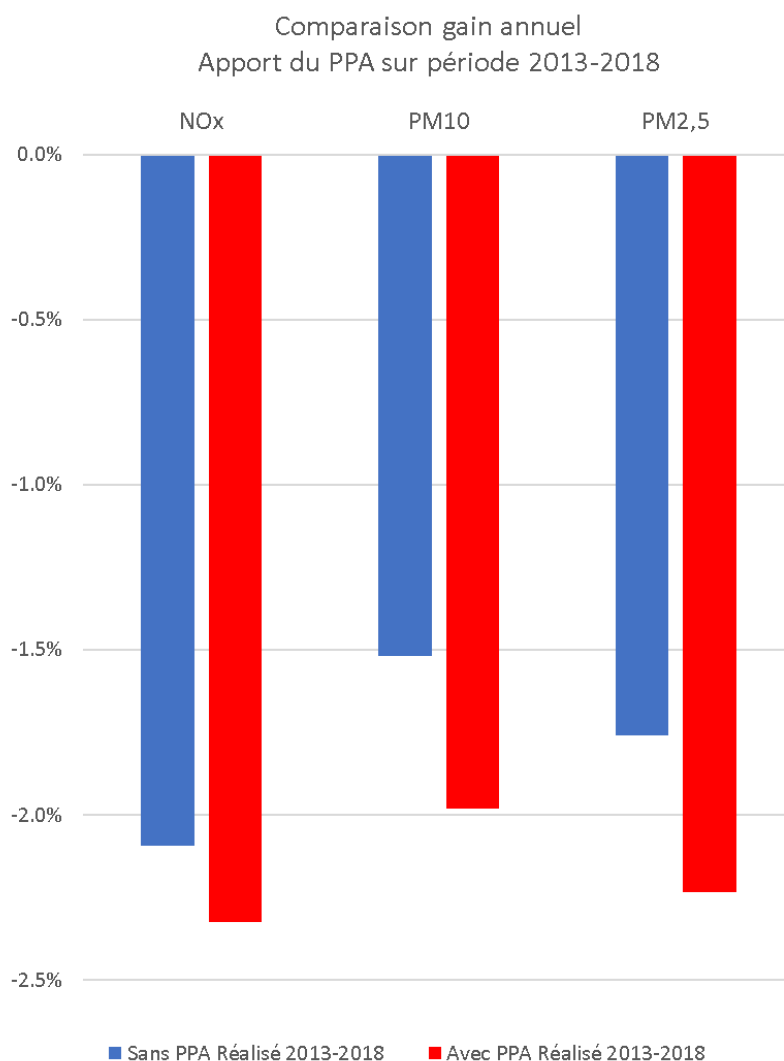


Figure 46 : comparaison des gains annuels en émissions sans PPA (tendanciel) et avec PPA

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.

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.

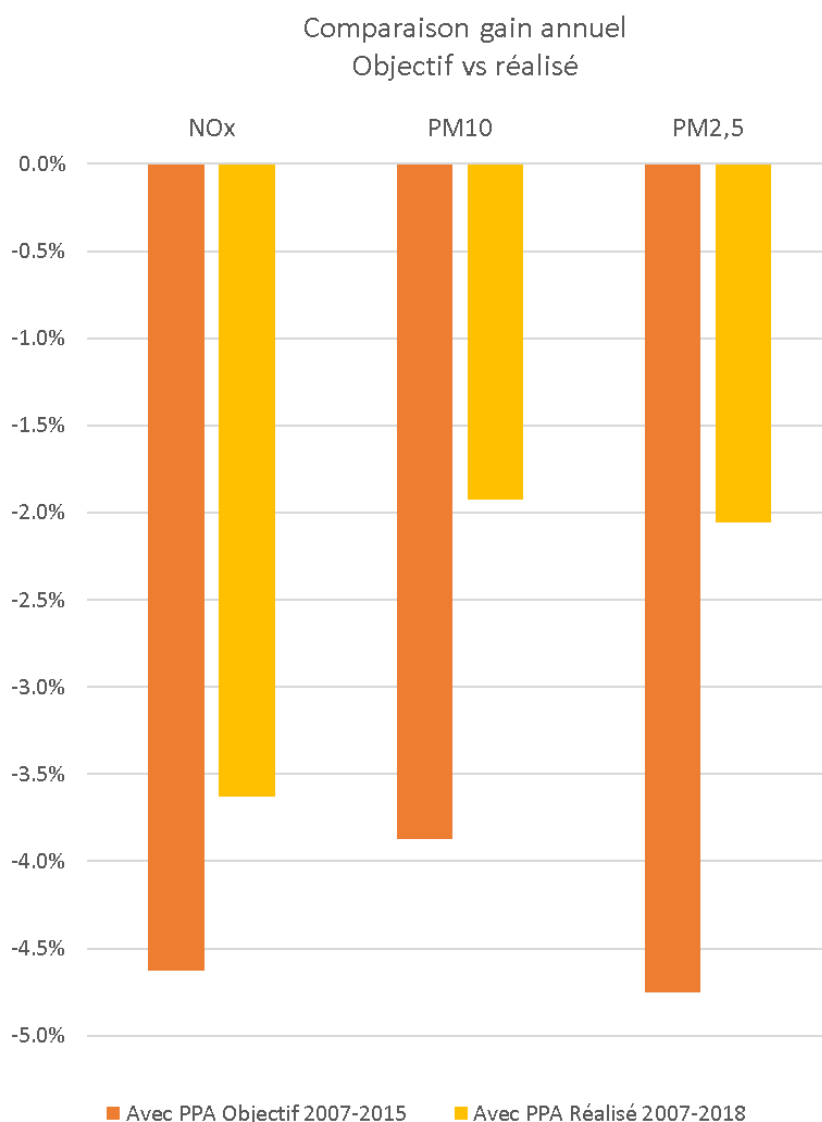


Figure 47 : comparaison des gains annuels en émissions

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 sur les flux de trafic.

Secteur	Action	Résumé de l'action	Objectifs PPA 2007-2015			Evolution annuelle période 2007-2018		
			NOx	PM10	PM2.5	Avec PPA		
						NOx	PM10	PM2.5
Industrie	P3	Emissions diffuses des principaux émetteurs de poussières (carrières)					-2.6%	-2.6%
	P5-P6	Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA et limiter leur développement				-1.1%	5.4%	7.6%
	Global secteur industrie						-5.5%	-4.2%
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				3.0%	-0.6%	-0.6%
	P12	Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA.				-1.0%	-1.0%	-1.0%
	Global secteur résidentiel						0.0%	-0.7%
Transports	P14-P15	Réguler le flux de véhicules et diminuer les émissions				-3.1%	-3.9%	-4.7%
	P18	Inciter fortement la mise en place des plans de déplacement (PDE, PDIE et PDA)						
	Global secteur transports			-5.6%	-4.6%	-5.0%	-3.0%	-3.6%
Autres sources						-3.5%	-0.7%	-1.7%
Ensemble des émissions			-4.6%	-3.9%	-4.8%	-3.6%	-1.9%	-2.1%

Figure 48 : décomposition des gains annuels par groupe d'actions et comparaison aux objectifs du PPA grenoblois

Les tonnages associés au tableau figurent en annexe 4.

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).

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

- 3.6 % de réduction des émissions de NOx / objectif global PPA à 4.6 %,
- 2.1 % de réduction des émissions de PM2.5 / objectif global PPA à 4.8 %.

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

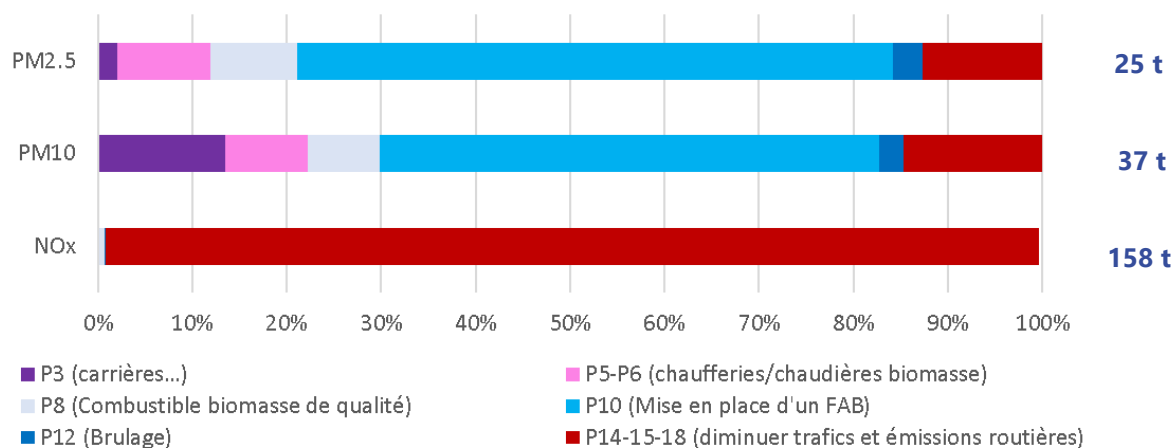


Figure 49 : répartition des gains en émissions par action du PPA grenoblois

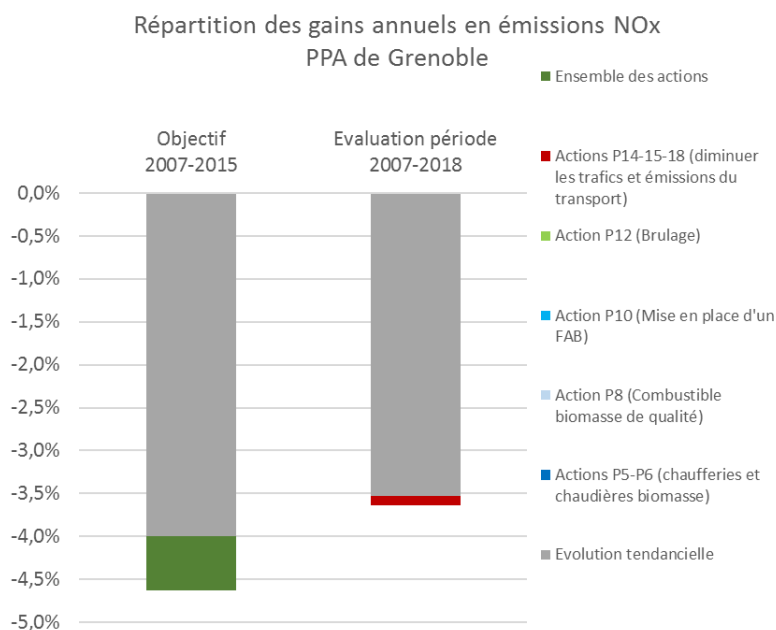


Figure 50 : répartition des gains annuels en émissions de NOx par actions /groupes d'actions

Concernant les émissions de NOx, quand on compare l'objectif initial de gain apporté par le PPA par rapport au tendanciel (qui comprend l'ensemble des actions décidées dans le PPA2, en vert ci-dessus), 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 P14-P15-P18) qui apportent plus de 99 % des gains quantifiés (voir figure 49).

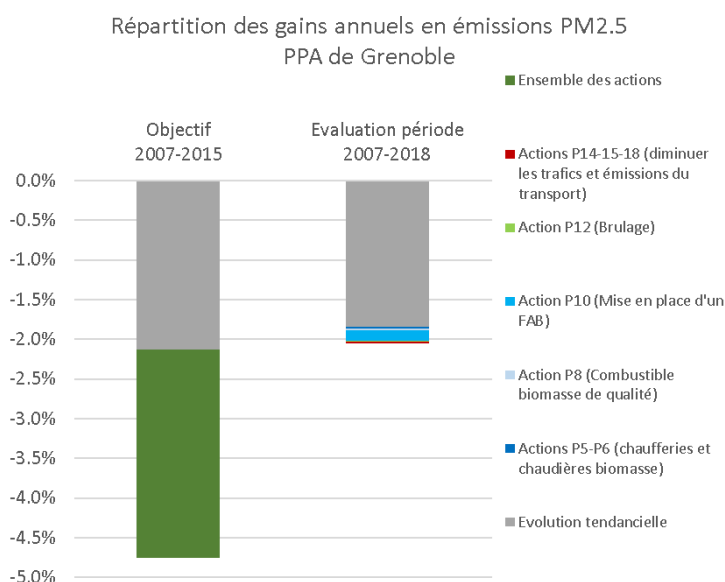


Figure 51 : répartition des gains annuels en émissions de PM2.5 par actions /groupes d'actions

Concernant les émissions de PM2.5, quand on compare l'objectif initial de gain apporté par le PPA par rapport au tendanciel (qui comprend l'ensemble des actions décidées dans le PPA2, en vert ci-dessus), les actions telles qu'elles ont pu être mises en œuvre et évaluées ne permettent pas l'atteinte de cet objectif.

L'action qui permet de gagner le plus au niveau des émissions de PM2.5 concerne la mise en place d'un fond air bois qui apporte 64 % des gains quantifiés (76 % si on ajoute l'action 8 – bois de qualité- et l'action 12 – renforcer l'interdiction du brûlage des déchets verts).

3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions du 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 grenoblois avec les objectifs nationaux, sont analysées ci-dessous les évolutions :

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

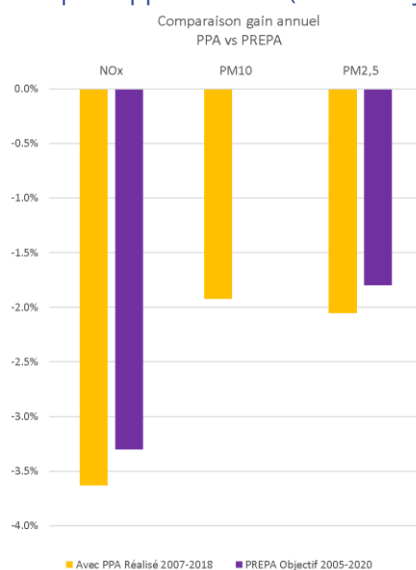


Figure 52 : comparaison des objectifs PREPA avec les baisses d'émissions observées entre 2007 et 2018 avec les actions PPA

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

3.1.9 Perspectives

L'évaluation des émissions sur le territoire du PPA de la région grenobloise 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 grenoblois 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 ici³.

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.

³ 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 des concentrations en moyenne annuelle pour le NO₂

Les figures ci-dessous présentent les cartes de concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA de la région grenobloise et sur le centre de l'agglomération grenobloise :

- 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).

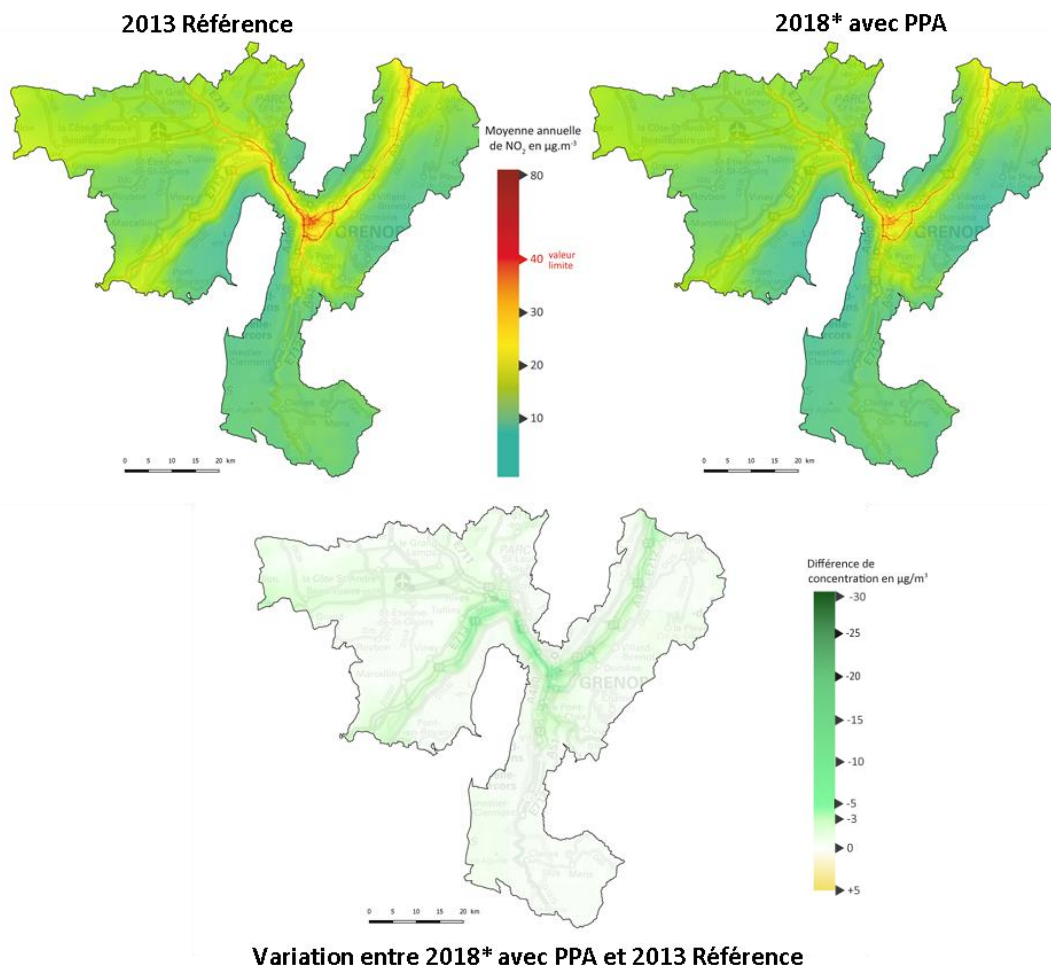
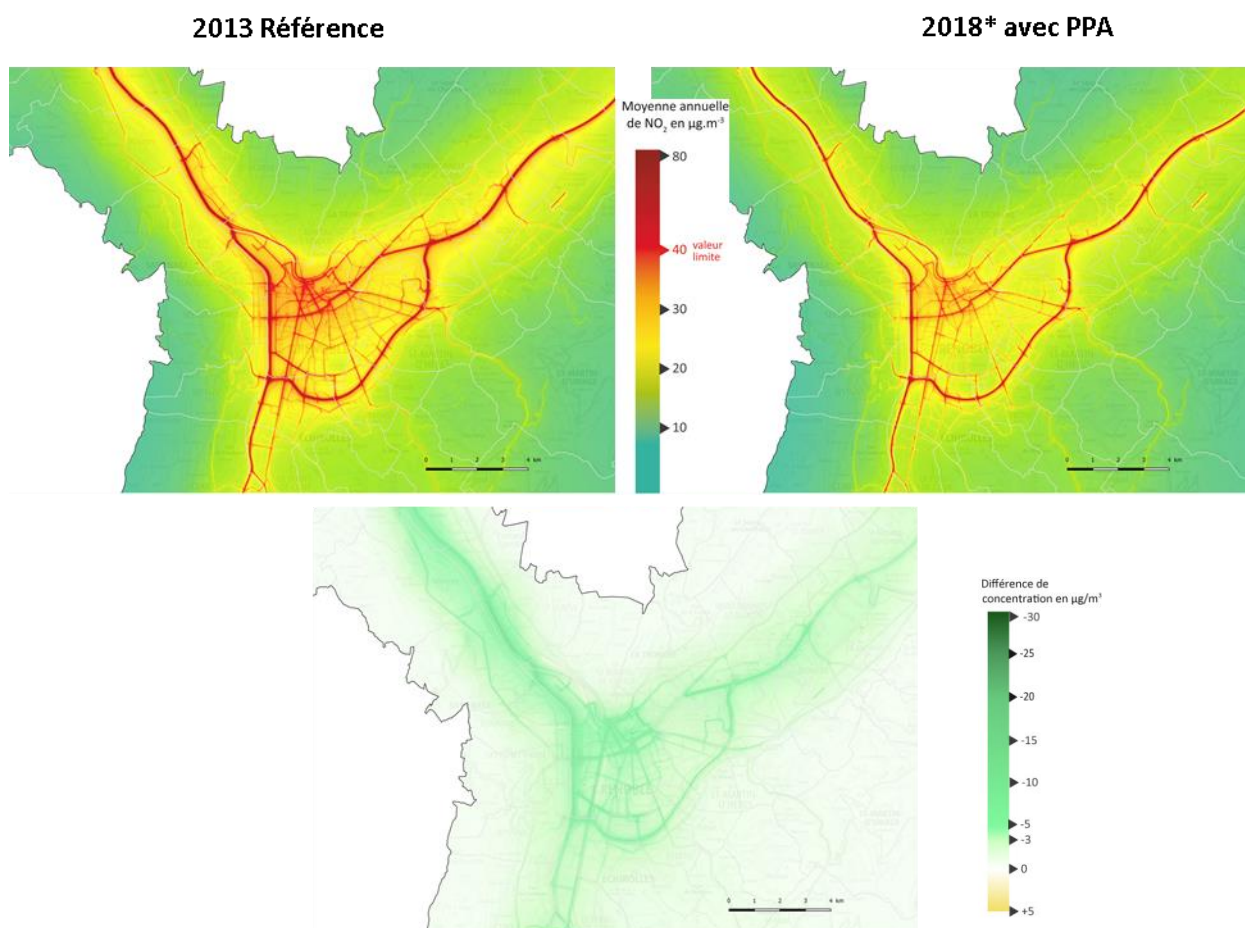


Figure 28 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA grenoblois entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».



Variation entre 2018* avec PPA et 2013 Référence

Figure 29 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le centre de l'agglomération grenobloise 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 Y grenoblois (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 dépasser 10 µg/m³ comme l'illustrent les cartes de variation.

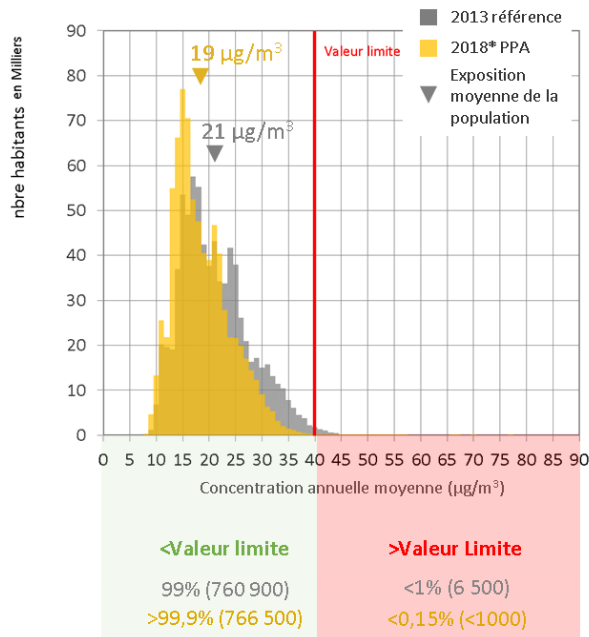
3.2.2.2 Indicateurs d'exposition de la population au NO₂

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

La Figure 30 précise :

- à gauche le profil d'exposition de la population du territoire du PPA grenoblois 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 grenoblois 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 »

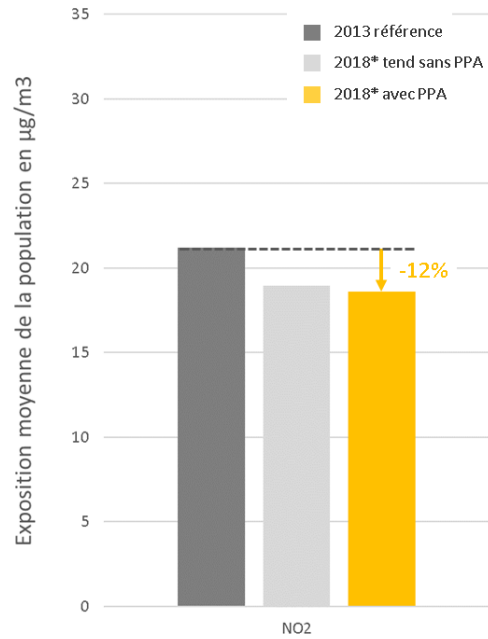


Figure 30 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA grenoblois au NO₂ - selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018*avec PPA » - à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA au NO₂ selon les 3 scénarios

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 grenoblois de 2 µg/m³ en moyenne et ainsi de réduire d'environ 5500 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 12 % par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 31 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois aux valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés.

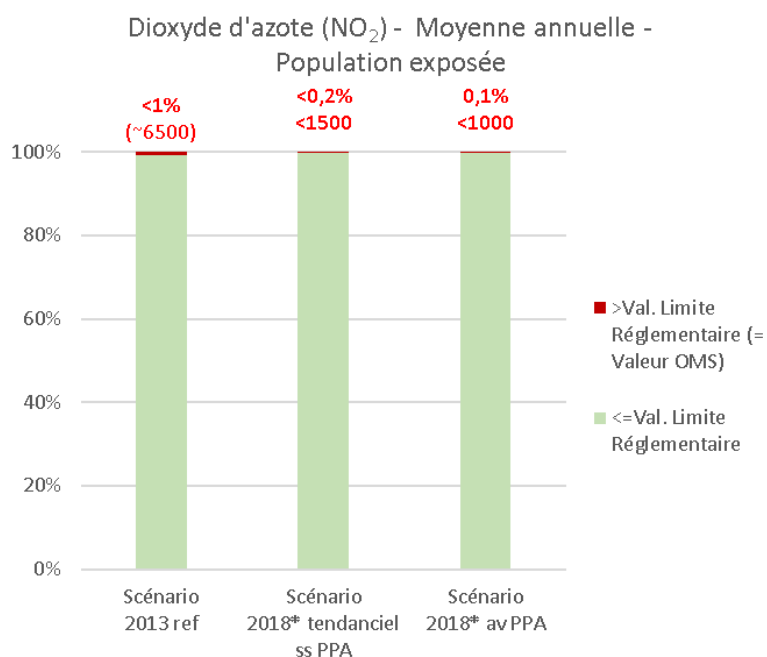


Figure 31 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois – comparaison à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés

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 5 000 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 500 habitants, ce qui conduit à moins de 1 000 habitants restant exposés.

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

3.2.3.1 Cartes des concentrations en moyenne annuelle pour les PM2.5

Les Figure 32 et Figure 33 présentent la carte de concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur le territoire du PPA de la région grenobloise et sur le centre de l'agglomération grenobloise :

- 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).

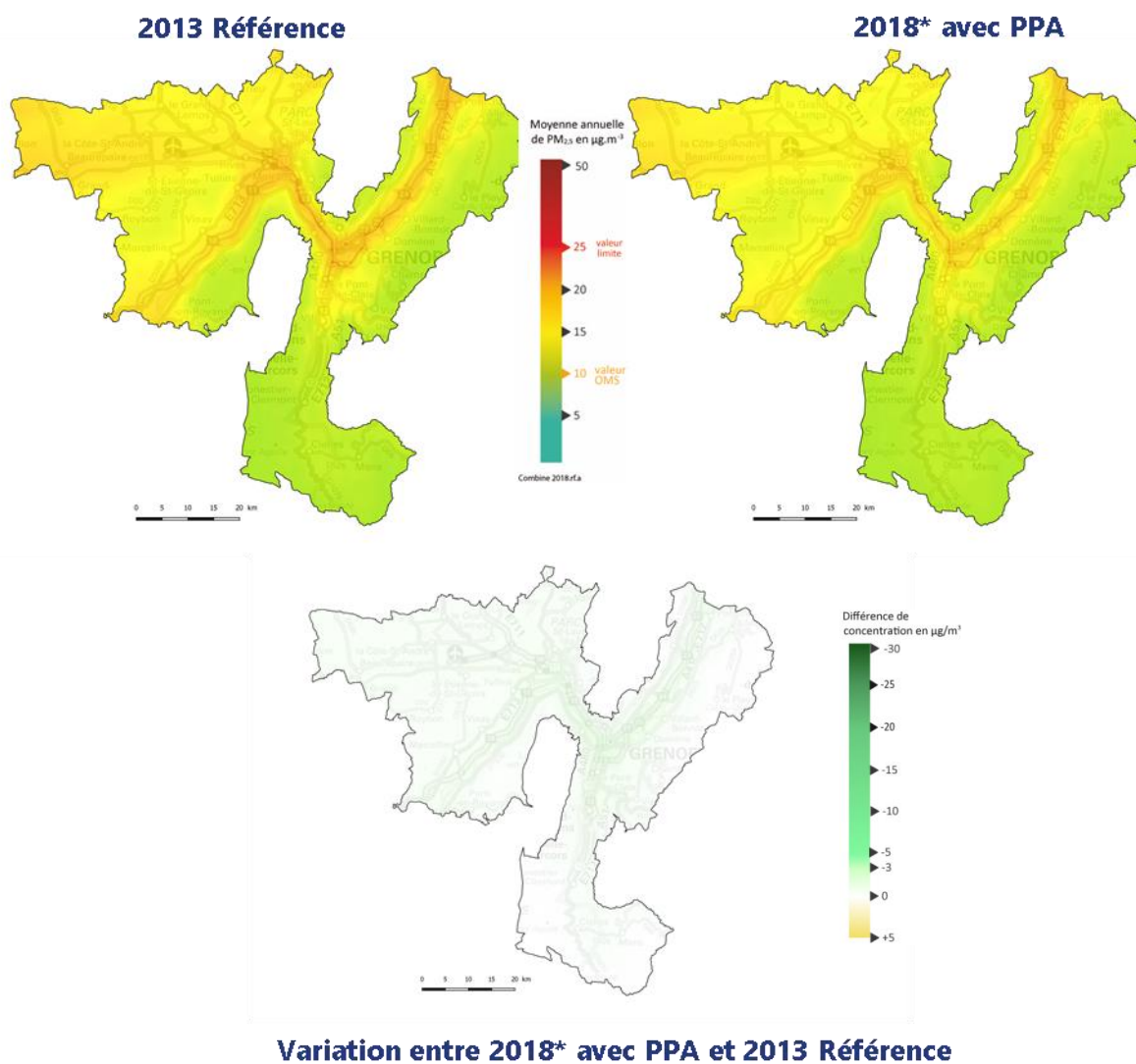
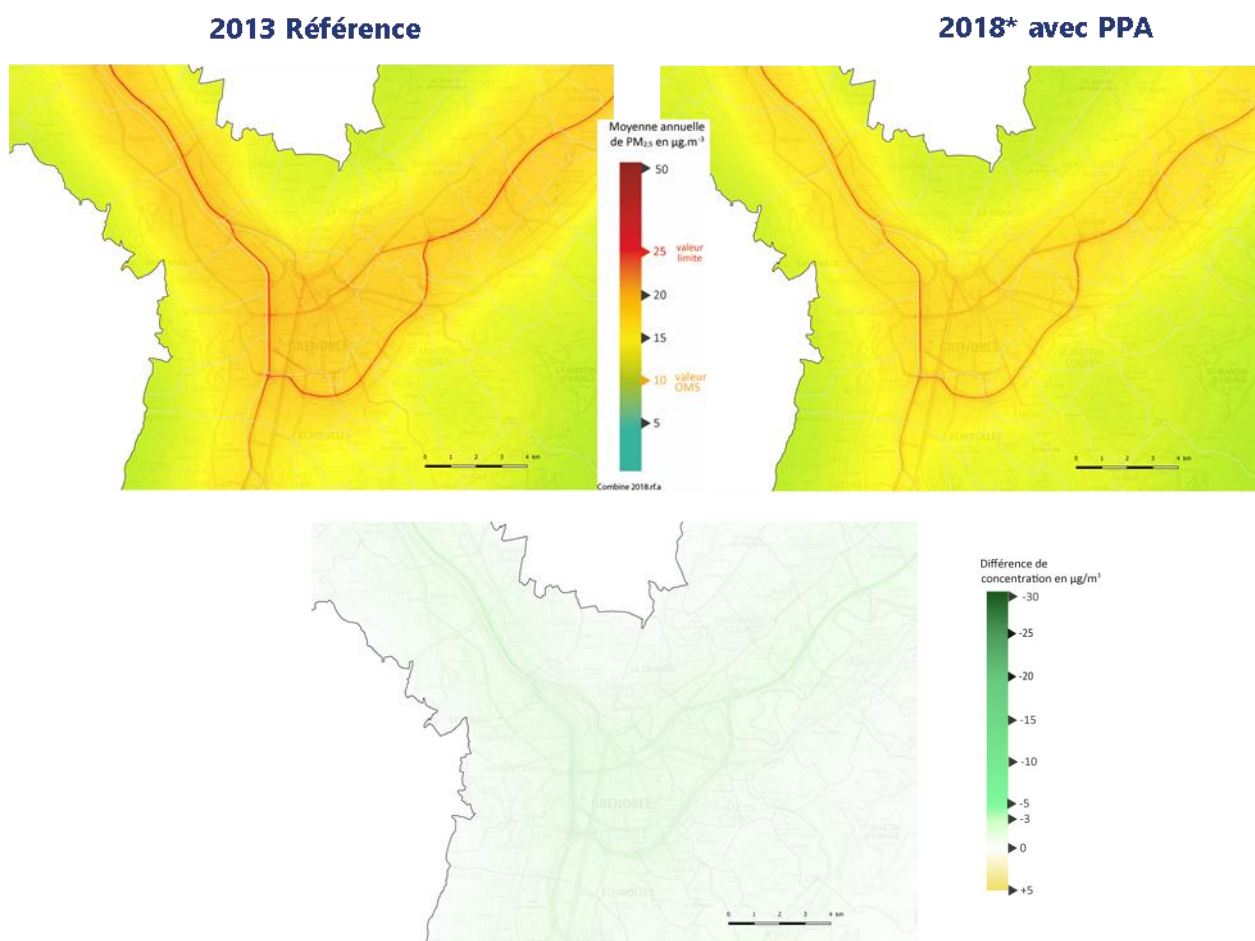


Figure 32 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 sur le territoire du PPA grenoblois entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA »



Variation entre 2018* avec PPA et 2013 Référence

Figure 33 : 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 Y grenoblois (baisse inférieure à 2 µg/m³ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, et peut atteindre 4 µg/m³ au centre des voiries.

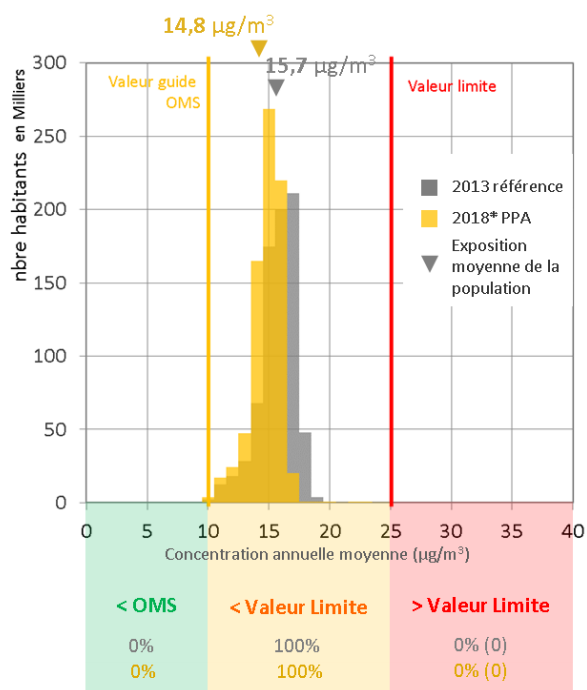
3.2.3.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM2.5

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

La Figure 34 présente :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA grenoblois aux particules PM2.5 dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « 2018* av 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 grenoblois 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 PM2,5 en situation « 2013 référence » et « 2018* avec PPA »



Exposition moyenne de la population aux particules PM2,5 en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

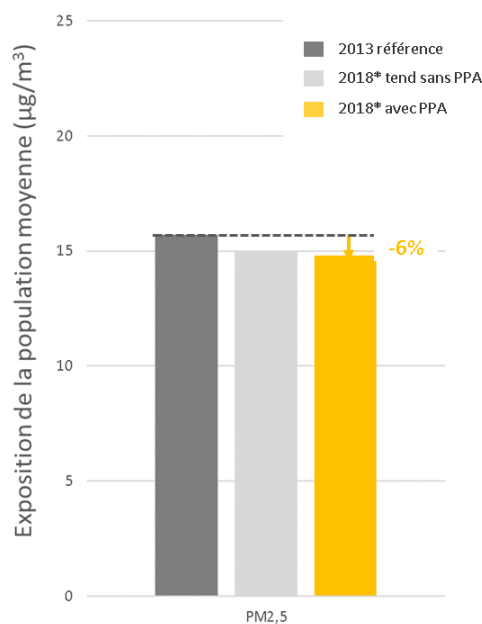


Figure 34 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA grenoblois - particules PM2,5 - selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018* avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA grenoblois aux PM2,5 selon les 3 scénarios

Pour les particules PM2,5, 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 PM2,5 de 6 % par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 35 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM_{2,5} selon les 3 scénarios modélisés.

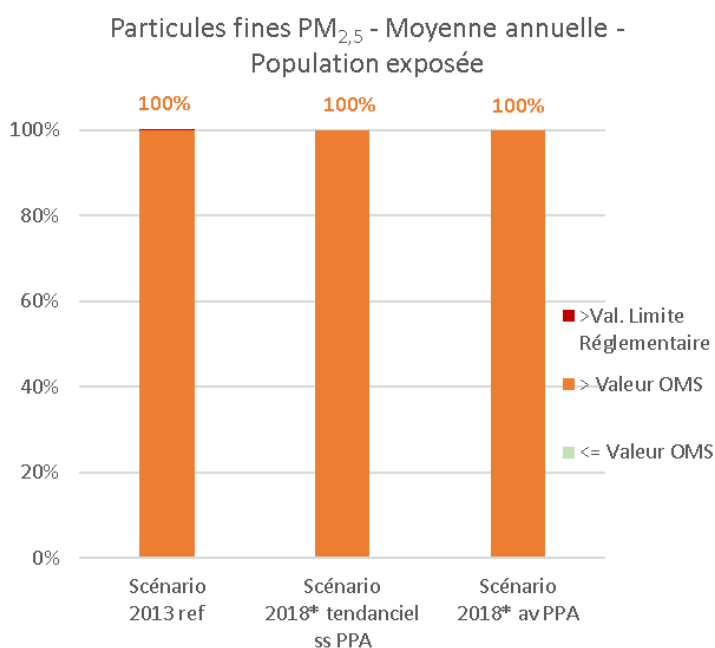


Figure 35 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois – comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM_{2,5} - selon les 3 scénarios modélisés

Quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant (valeur limite réglementaire : 25 µg/m³ en moyenne annuelle). Toutefois, l'ensemble du territoire reste concerné par des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS pour les particules PM_{2,5} (10 µg/m³ en moyenne annuelle).

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

3.2.4.1 Cartes de concentration moyenne annuelle pour les PM10

La Figure 36 présente la carte de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur le territoire du PPA de la région grenobloise :

- 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).

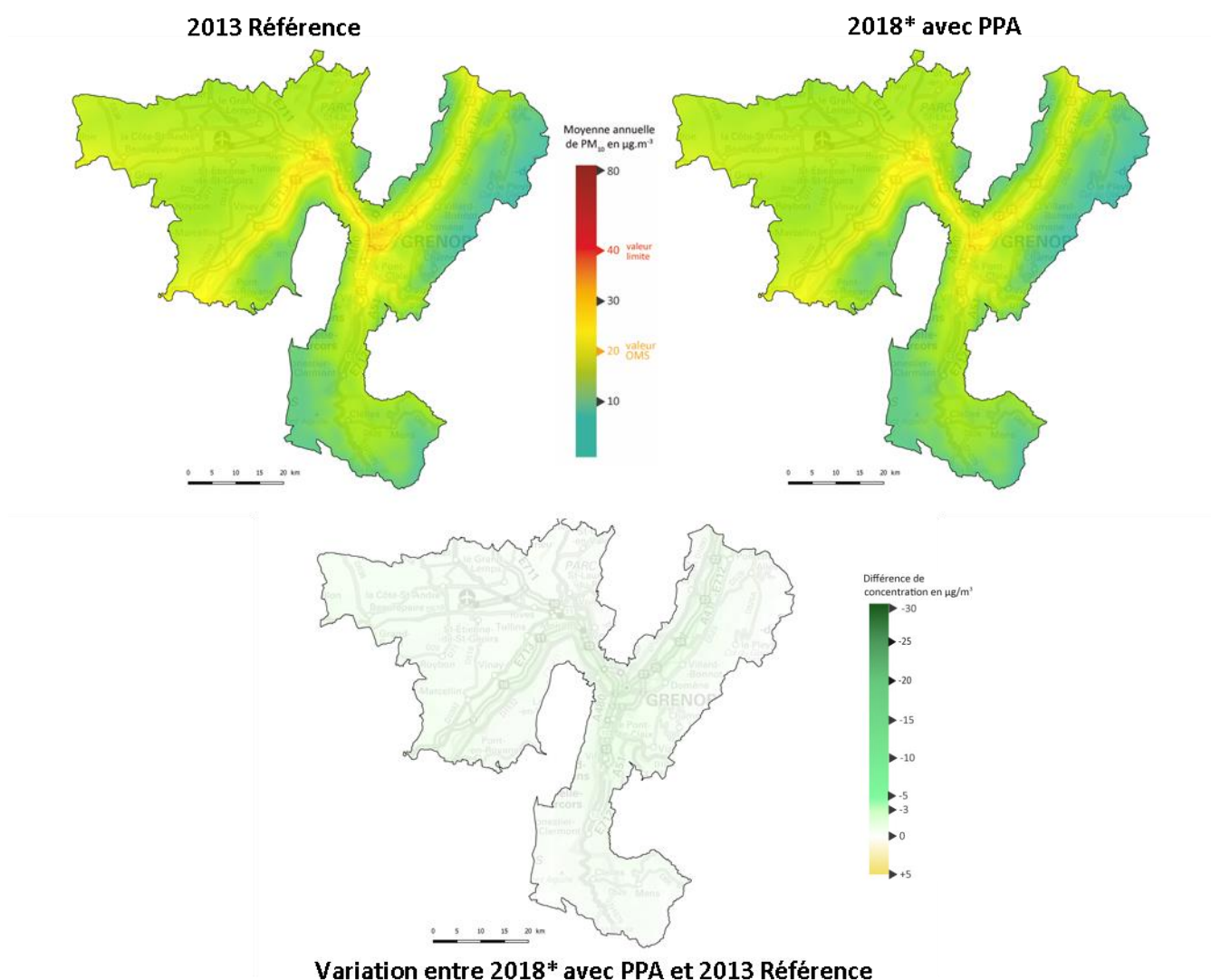


Figure 36 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM10 sur le territoire du PPA grenoblois entre la situation « 2013 Référence » et « 2018* avec PPA ».

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, notamment sur le Y grenoblois (baisse inférieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, et peut atteindre $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au centre des voiries.

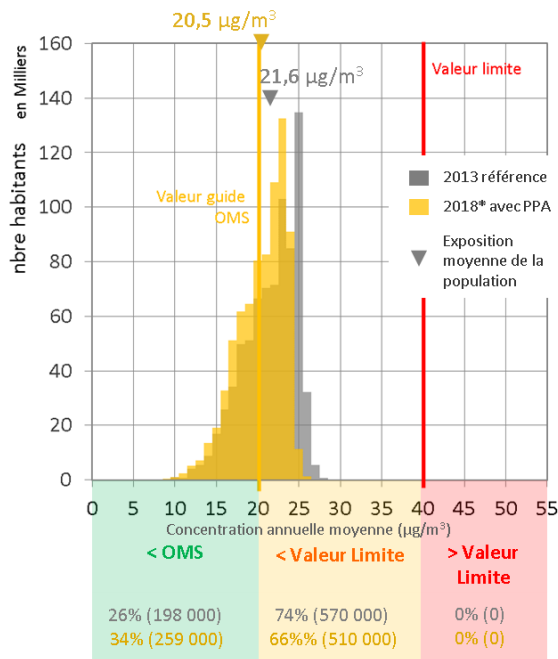
3.2.4.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM10

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

La Figure 37 présente

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire grenoblois du PPA 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 $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, le nombre d'habitants ;
- à droite : de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois aux particules PM10 en concentration moyenne annuelle : 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).

Distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 en situation « 2013 référence » et « 2018* avec PPA »



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

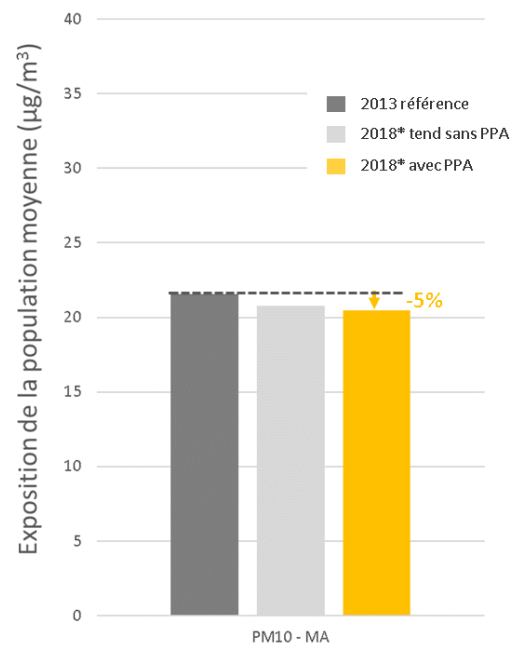


Figure 37 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA grenoblois - particules PM10 - selon les scénarios « 2013 référence » et « 2018* avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA aux PM10 selon les 3 scénarios

Pour les particules PM10 en concentration moyenne annuelle, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciers 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 60 000 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 38 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

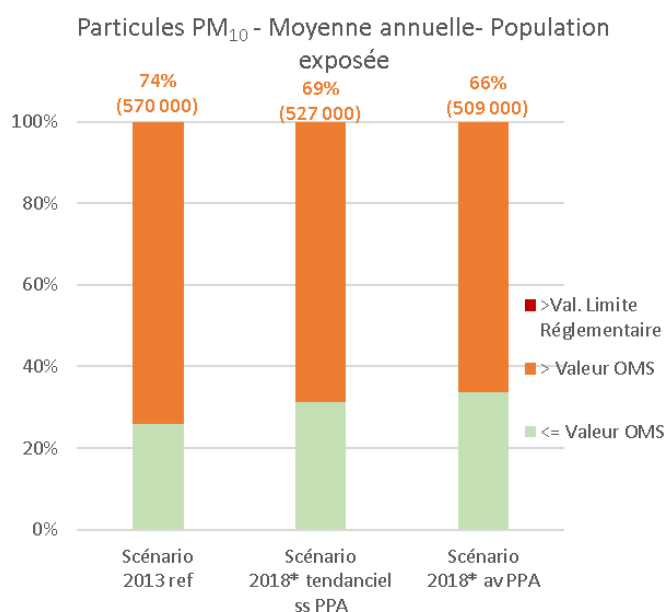


Figure 38 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois - comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM10 - selon les 3 scénarios modélisés

Quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant (valeur limite réglementaire à 40 µg/m³ en moyenne annuelle).

Dans le scénario 2018* avec PPA qui prend en compte les effets du tendanciel et des actions du PPA, 66% des habitants du territoire (509 000 habitants) restent exposés à des valeurs supérieures à la valeur guide de l'OMS. Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur guide de l'OMS pour les particules PM10 d'environ 43 000 personnes.

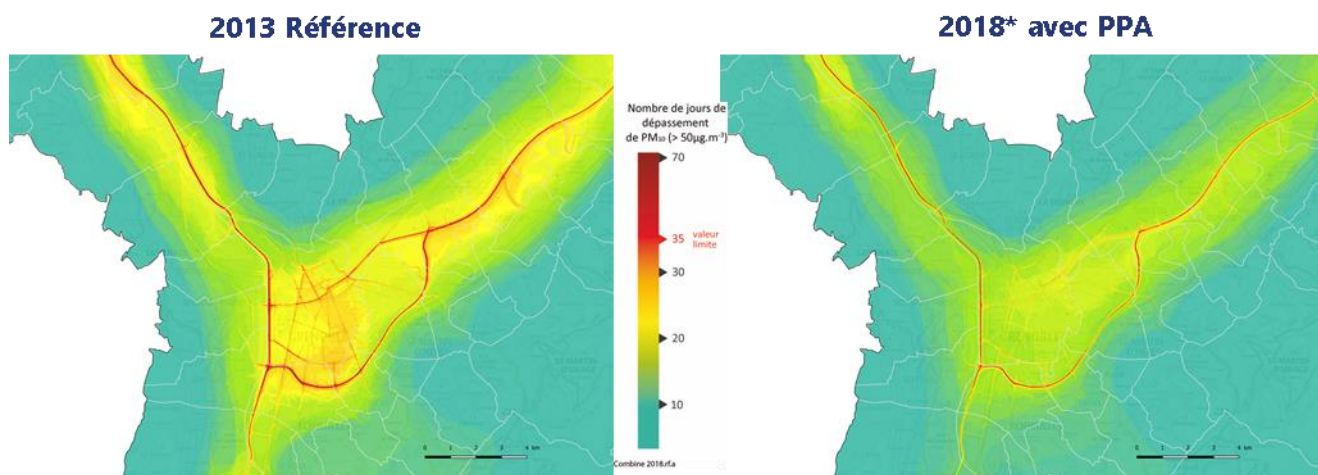
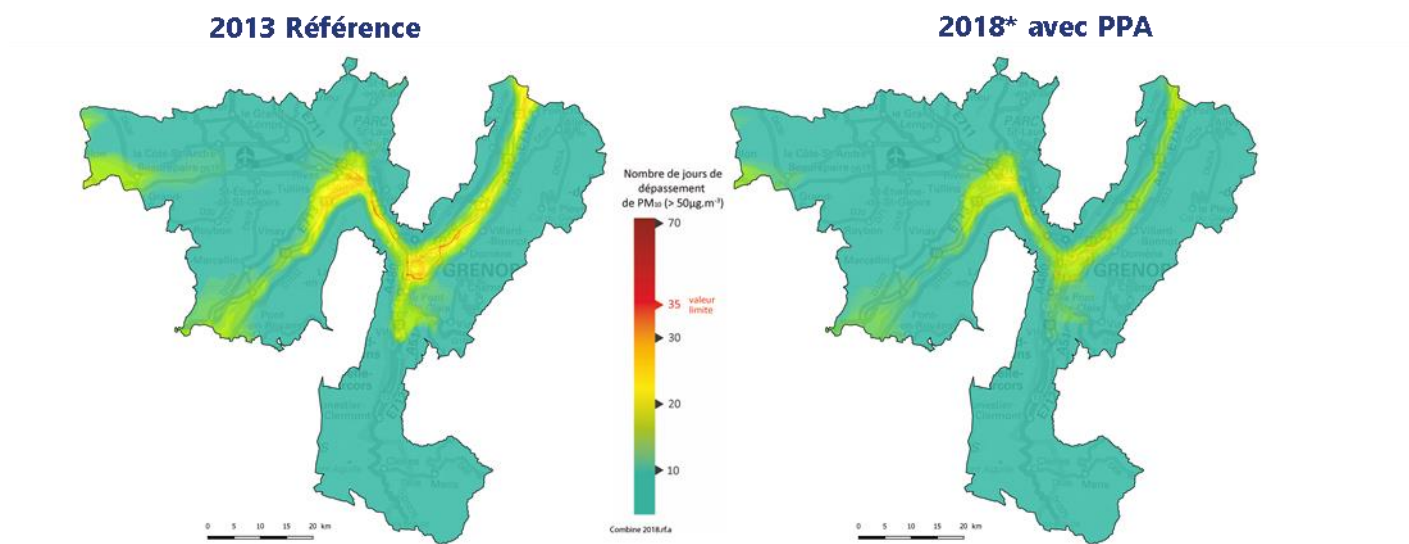
La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 18 000 habitants.

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

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

Les Figure 39 et Figure 40 présentent la carte du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur le territoire du PPA de la région grenobloise et sur le centre de l'agglomération grenobloise :

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



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 le Y grenoblois et la cluse de Voreppe (jusqu'à 8 jours de moins en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, et peut atteindre jusqu'à 15 jours au centre des voiries.

3.2.5.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM10 – Nb de jours supérieurs à 50µg/m3

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

La Figure 41 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA grenoblois à la valeur réglementaire relative au nombre de jours de dépassement pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

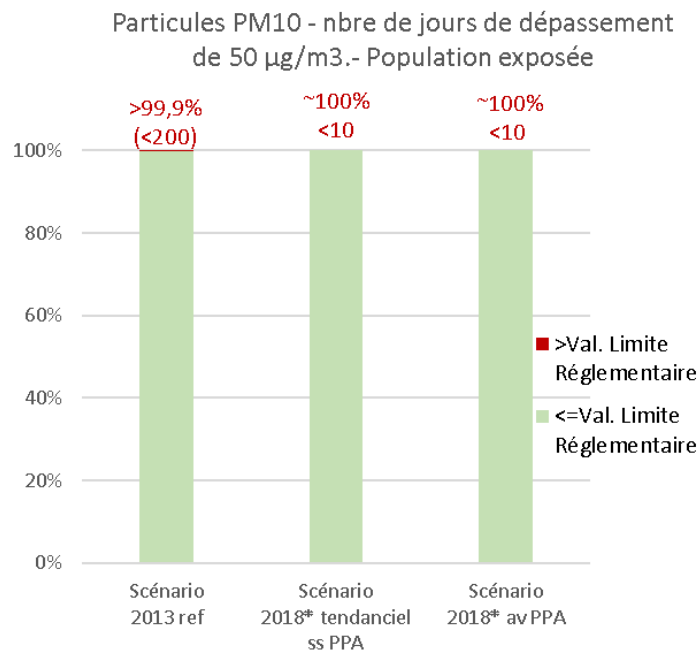


Figure 41 : histogramme d'exposition des habitants du territoire grenoblois à la valeur réglementaires relative au nombre de jours de dépassement pour les particules PM10 selon les 3 scénarios modélisés

Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur limite pour les particules fines PM10 de 150 à 200 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA n'a pas d'effet supplémentaire sur les quelques habitants restant exposés.

La Figure 42 présente de façon synthétique l'exposition des habitants du territoire du PPA aux particules PM10 selon le nombre de jours de dépassement : 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 – nbre de jours de dépassement de 50 µg/m³
- en situation « 2013 référence », « 2018* tend sans PPA » et « 2018* avec PPA »

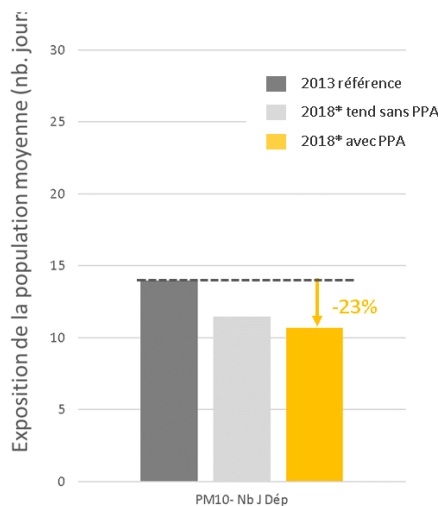


Figure 42 : exposition moyenne de la population du territoire du PPA grenoblois aux PM10 – nombre de jours pollués selon les 3 scénarios

L'effet du scénario 2018* avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne au nombre de jours pollués aux particules PM10 de 24 % par rapport au scénario 2013 référence.

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 2 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 4 µg/m³ en proximité routière) et l'exposition moyenne d'environ 1 µg/m³,
- modérément le nombre jours pollués en particules PM₁₀ (jusqu'à 8 jours de moins en situation de fond, pouvant atteindre 15 jours au centre des voiries).

Concernant le dioxyde d'azote, moins de 1 000 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre environ 6 500 concernés en situation de référence 2013).

Au niveau des particules PM_{2.5}, quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant. Toutefois, l'ensemble du territoire reste concerné par des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

En ce qui concerne les particules PM₁₀, quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant. Environ 8 % supplémentaire de la population respire un air « conforme » à la valeur guide de l'OMS (26 % en situation de référence 2013).

4 – Conclusions

Le territoire du PPA de la région grenobloise 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 de la concentration d'ozone sur les deux dernières années et dépassement des valeurs cibles.

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 grenobloise, reste exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (450 000 habitants 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 avec PPA - 2018 sans PPA)	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA (2018 avec PPA - 2018 sans PPA)	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA (2018 avec PPA - 2018 sans PPA)
-14.6%	-1.9%	-8.6%	-2.9%	-9.9%	-3.0%

Figure 68 : 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, 15 et 18) qui apportent plus de 99% des gains quantifiés,
- pour les PM2.5, la mise en œuvre du fonds air bois (action 10) qui apportent 64 % des gains quantifiés (76 % si on ajoute l'action 8 – bois de qualité- et l'action 12 – renforcer l'interdiction du brûlage des déchets verts, ce qui correspond aux actions du secteur résidentiel).

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.

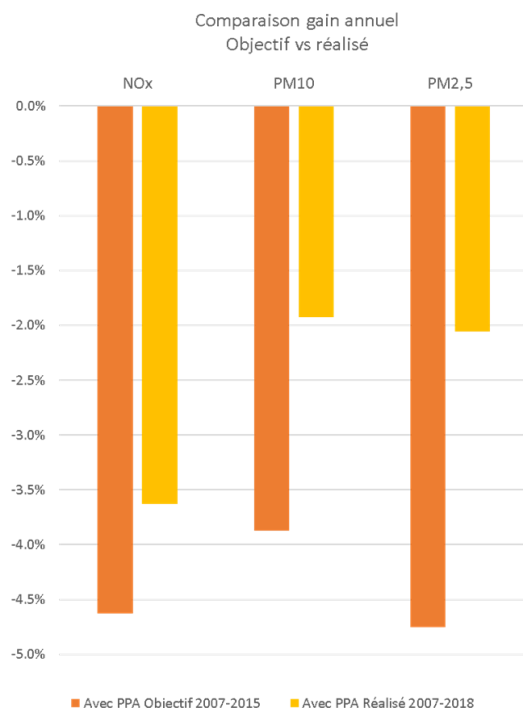


Figure69 : comparaison des gains annuels en émissions

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 Grenoble, 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 5500 habitants ne sont plus exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote, 150 à 200 habitants ne sont plus exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire en nombre de jours de dépassement pour les PM10).

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

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

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.

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 : CComputer 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

MTES : Ministère de la Transition Écologie et Solidaire

OMINEA : Organisation des Méthodes d'Inventaires Nationaux des Émissions Atmosphériques

PCIT: Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux

PREPA : Plan national de Réduction des Émissions 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	Valeur cible	Annuelle	6 ng/m ³	31 décembre 2012
Cadmium			5 ng/m ³	
Nickel			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 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**70). 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 WRF⁴ 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.

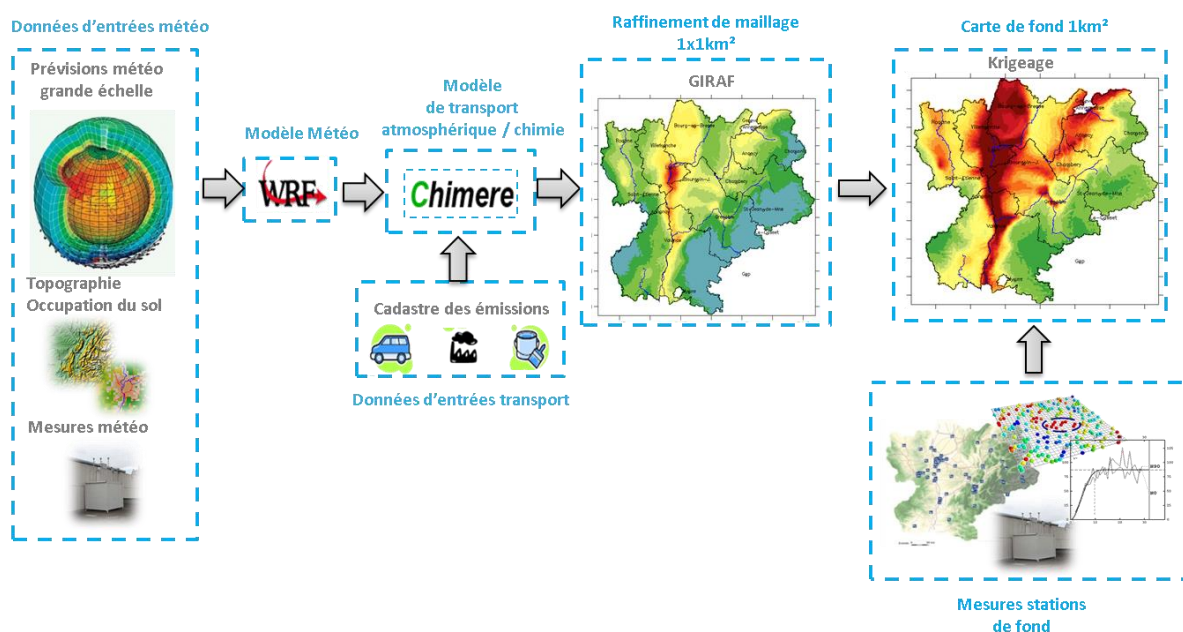


Figure 70 : schéma de mise en œuvre de la chaîne de modélisation régionale

La seconde cartographie à l'échelle de la rue est issue du modèle SIRANE⁵, développé par l'Ecole Centrale de Lyon (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**71). 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.

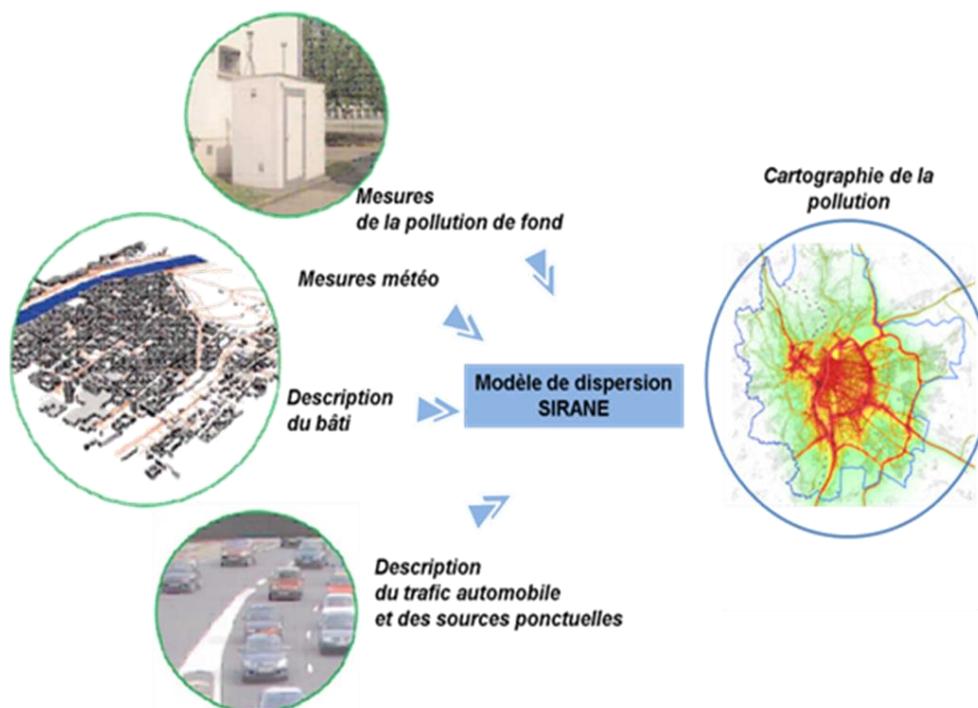


Figure 71 : schéma de mise en œuvre de la modélisation fine échelle (SIRANE)

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.

5 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 (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**72). 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.

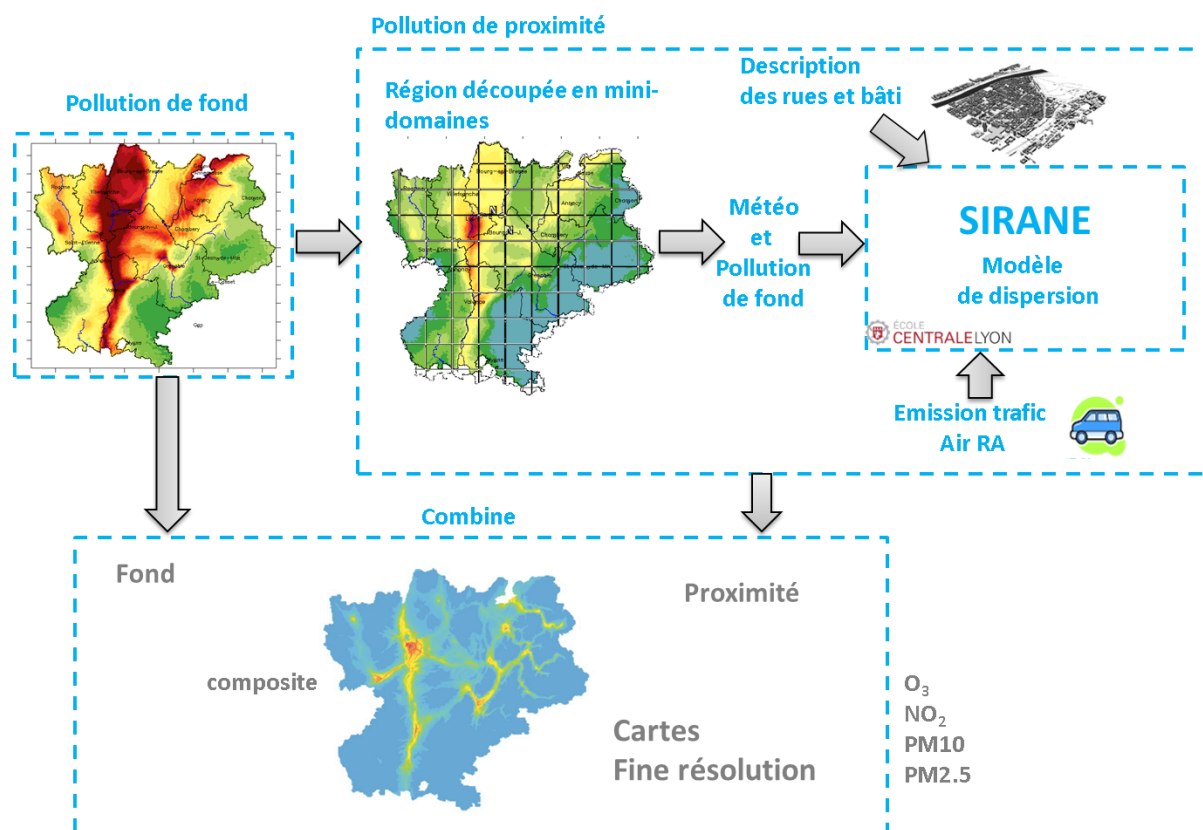


Figure 72 : schéma de principe de combinaison des modèles régionaux et fine échelle

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 G²AME⁶ ou encore le projet Croix Rousse⁷.

⁶ <http://www.air-rhonealpes.fr/videotheque/video/2616>

⁷ <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 7) synthétise les interactions autour de l'inventaire des émissions.

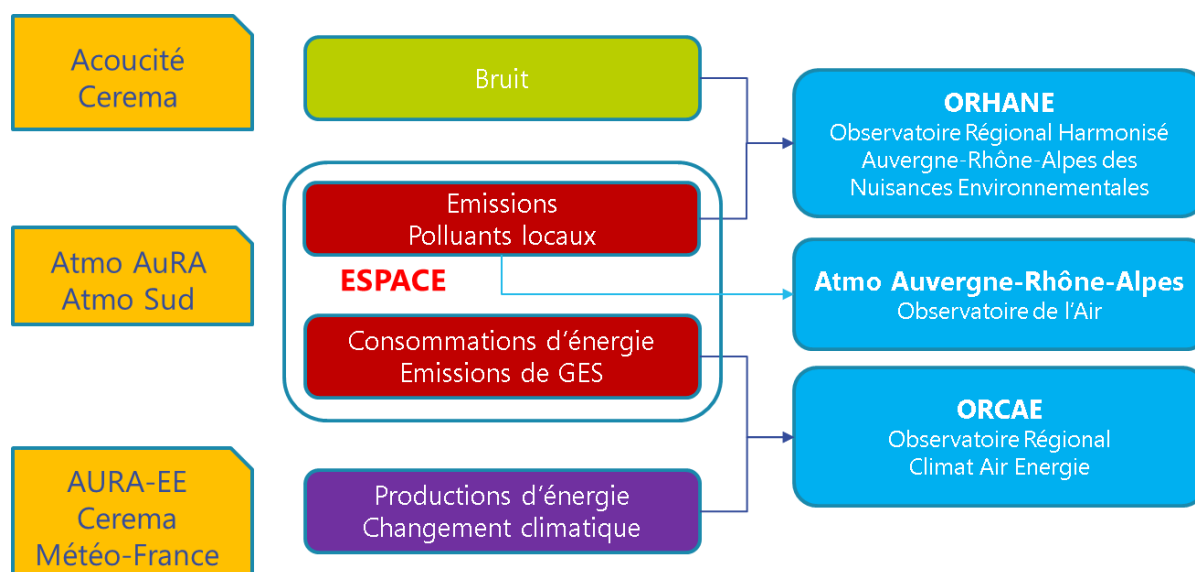


Figure 73 : interactions autour de l'inventaire des émissions

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).

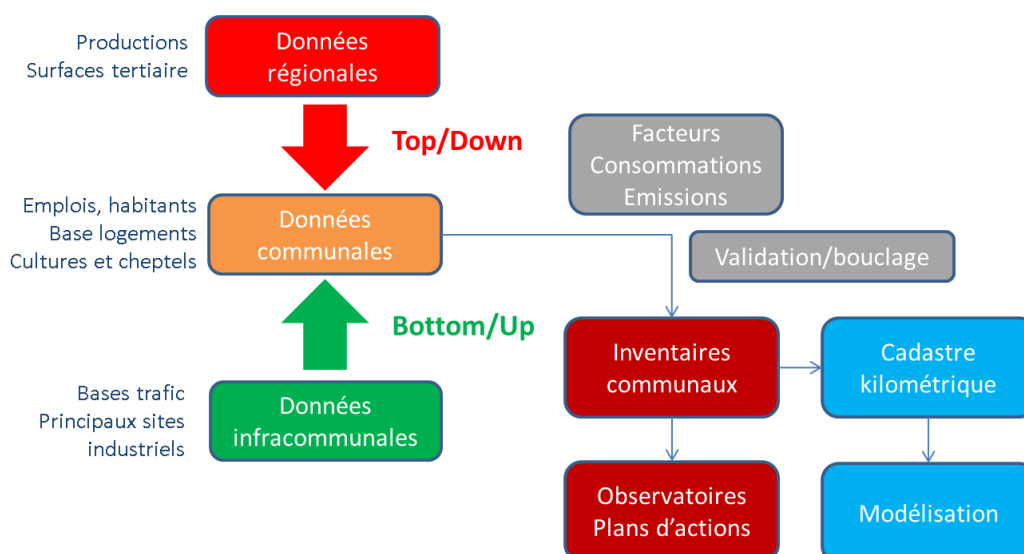


Figure 74 : principales étapes de la réalisation d'un inventaire d'émissions

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	394	3 910	679	392	7 139	12 513
2013	232	1 935	748	388	5 665	8 968
2018SansPPA	169	1 536	677	333	4 942	7 658
2018AvecPPA	169	1 536	677	333	4 800	7 514
pm10	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	TOTAL
2007	328	593	1 531	35	577	3 064
2013	311	360	1 574	37	438	2 719
2018SansPPA	299	333	1 456	40	358	2 486
2018AvecPPA	299	320	1 411	38	348	2 415
pm2.5	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	TOTAL
2007	105	333	1 500	30	474	2 442
2013	88	169	1 541	32	333	2 163
2018SansPPA	80	161	1 425	35	246	1 948
2018AvecPPA	80	157	1 382	33	239	1 890
covnm	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	TOTAL
2007	96	3 879	5 472	87	1 862	11 396
2013	45	2 824	5 217	59	766	8 911
2018SansPPA	29	2 657	4 857	54	315	7 913
2018AvecPPA	29	2 657	4 752	54	306	7 798
ch4	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	TOTAL
2007	6 173	10 184	1 725	45	114	18 240
2013	5 866	4 119	1 722	50	51	11 808
2018SansPPA	6 032	4 928	1 547	53	42	12 600
2018AvecPPA	6 032	4 928	1 500	53	40	12 552
co	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	TOTAL
2007	314	11 212	18 611	203	13 697	44 038
2013	235	2 715	19 722	204	5 453	28 329
2018SansPPA	217	2 416	18 698	303	3 322	24 957
2018AvecPPA	217	2 416	18 288	303	3 221	24 445

Figure 75 : émissions par polluant, scénario et macro secteurs d'activités (en tonnes) – PPA grenoblois

PPA Grenoble	2013	2018 SansPPA	2018 AvecPPA
Bûche			
Chaudière	8 381	7 949	7 945
Antérieur à 2002	4 917	3 791	3 786
Postérieur à 2002 non performant	2 066	2 418	2 417
Postérieur à 2002 performant FV	1 397	1 740	1 742
Cheminée ouverte	15 484	13 437	12 976
Foyer fermé	37 771	35 197	34 516
Antérieur à 2002	24 938	22 008	21 253
Postérieur à 2002 non performant	7 580	6 383	6 144
Postérieur à 2002 performant FV	5 253	6 805	7 118
Poêle et cuisinière	21 778	23 116	23 598
Antérieur à 2002	10 190	8 538	8 327
Postérieur à 2002 non performant	5 564	8 088	7 939
Postérieur à 2002 performant FV	6 024	6 489	7 331
Granulés et plaquettes			
Chaudière performante	3 456	4 143	4 149
Poêle et cuisinière performante	6 122	10 838	11 496
TOTAL	92 992	94 680	94 680

Figure 76 : parc détaillé des appareils individuels de chauffage au bois (en nombre d'appareils) – PPA grenoblois

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	121	15	0	110	14	0	96	12	0	-10	-1
	P5-P6	Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA et limiter leur développement	318	15	10	269	14	10	279	31	24	0	-6	-6
	Global secteur industrie		3 910	593	333	1 935	360	169	1 551	337	165	0	-16	-7
Résidentiel	P8	Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés										-1	-5	-5
	P10	Mise en place d'un fond Air Bois	175	1 470	1 439	223	1 519	1 487	231	1 402	1 373	0	-37	-37
	P12	Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA.	2	19	19	2	18	17	2	19	18	0	-2	-2
Global secteur résidentiel		679	1 531	1 500	748	1 574	1 541	677	1 456	1 425	-1	-45	-44	
Transports	P14-P15	Réguler le flux de véhicules et diminuer les émissions	6 883	534	457	5 380	392	314	4 681	313	228	-143	-10	-7
	P18	Inciter fortement la mise en place des plans de déplacement (PDE, PDIE et PDA)												
	Global secteur transports		7 139	577	474	5 665	438	333	4 942	358	246	-143	-10	-7
Autres sources		786	363	136	620	347	119	487	335	111	0	0	0	
Ensemble des émissions		12 513	3 064	2 442	8 968	2 719	2 163	7 658	2 486	1 948	-143	-71	-58	

Figure 77 : émissions détaillées par groupes d'actions(en tonnes) – PPA Grenoblois