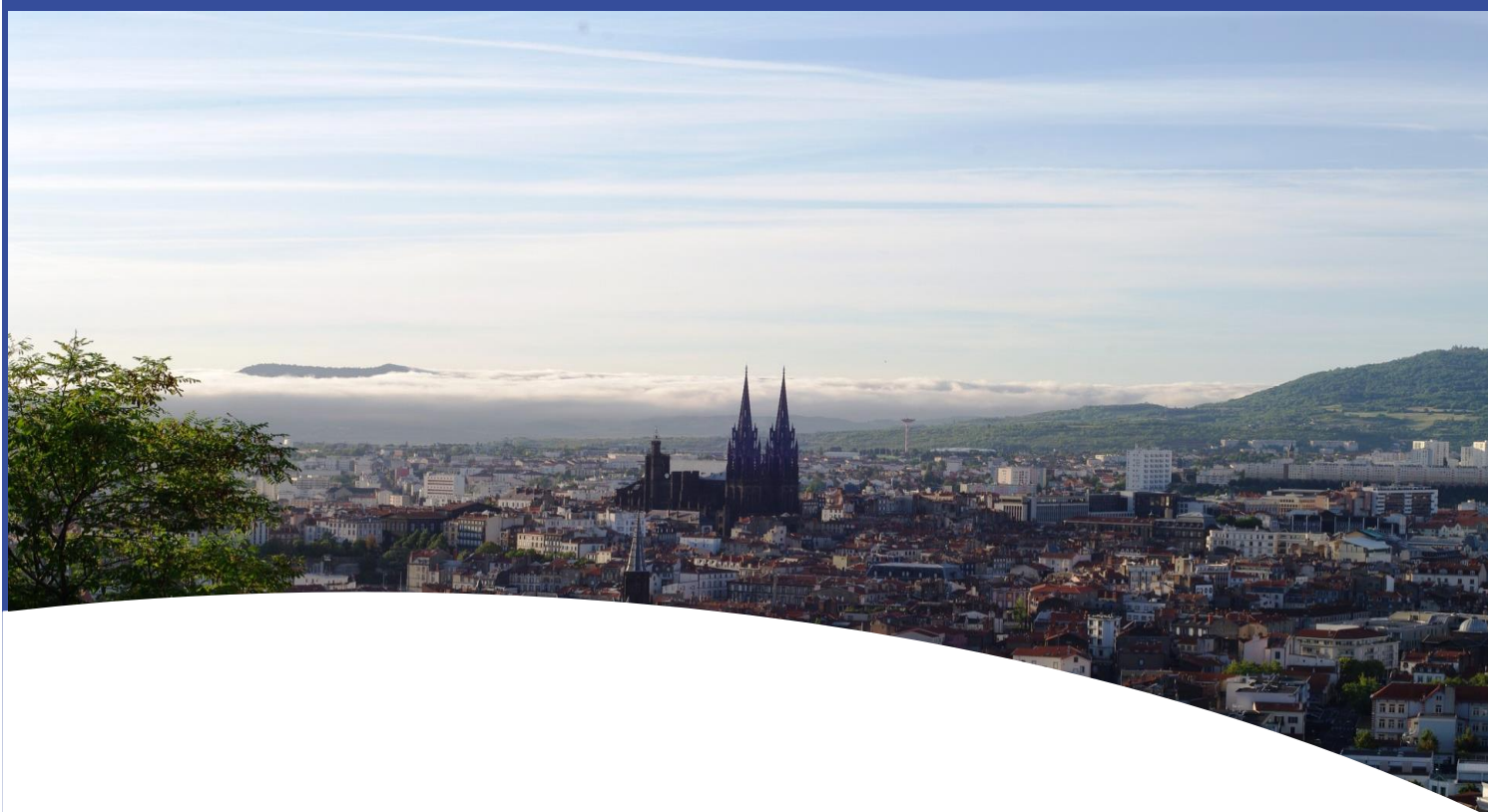


Bilan de la qualité de l'air PPA de l'agglomération clermontoise

PPA adopté en décembre 2014

Evaluation sur la période 2013 - 2019



Diffusion : octobre 2020

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

Version éditée le 30/10/20



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	4
1.1 Contexte réglementaire	4
1.2 Contexte sanitaire	4
1.3 Contexte général du PPA de l'agglomération clermontoise	5
1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus	6
1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2020 ?	6
1.6 Méthodologie d'évaluation	7
2. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2019)	8
2.1 Localisation des stations et historique des mesures	8
2.2 Le dioxyde d'azote (NO ₂)	10
2.3 Les particules en suspension PM ₁₀	13
2.3.1 Moyenne annuelle	13
2.3.2 Valeur limite journalière	15
2.4 Les particules en suspension PM _{2.5}	16
2.5 L'ozone	19
2.5.1 Définition et sources	19
2.5.2 Un large territoire en dépassement	19
2.6 Bilan des épisodes de pollution	21
2.7 Quels enjeux perdurent sur le territoire ?	23
3. Evaluation quantitative des actions	24
3.1 Quelles sont les réductions d'émissions obtenues grâce aux actions du PPA ?	24
3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale	24
3.1.2 Scénarii modélisés et polluants considérés	25
3.1.3 Actions étudiées préalablement à leur évaluation	26
3.1.4 Actions de la feuille de route	28
3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scénarii	28
3.1.6 Evaluation des réductions d'émissions des actions PPA prises en compte	30
3.1.7 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PPA sont-ils atteints ?	34
3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PREPA sont-ils atteints ?	37
3.1.9 Perspectives	37
3.2 Quels sont les effets sur l'exposition des populations ?	38
3.2.1 Méthodologie	38
3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote	39
3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM _{2.5}	42
3.2.4 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM ₁₀	45
3.2.5 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les particules PM ₁₀	48
4. Conclusions	50
5. Glossaire	54
6. Bibliographie	56
7. Annexes	57

3. Contexte et objectifs du PPA

3.1 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.

3.2 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 Etats 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.

Sur le territoire du PPA clermontois, une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été réalisée en 2012¹. Cette étude montre que 2,4% des décès annuels pourraient être évités si le niveau moyen annuel de particules PM2,5 était ramené à la valeur guide de l'OMS (soit 10 µg/m³ au lieu des 14,2 µg/m³, moyenne 2009-

¹ Institut de Veille Sanitaire (INVS) – Évaluation de l'impact sanitaire de la pollution urbaine dans l'agglomération de Clermont-Ferrand, 2007-2009

2017). Cela correspond à une espérance de vie gagnée de 3,8 mois pour une personne ayant 30 ans au moment de l'étude.

3.3 Contexte général du PPA de l'agglomération clermontoise

Contraint par le relief, le développement de l'agglomération clermontoise s'est fait selon un axe Nord-Sud, avec une urbanisation quasi-ininterrompue de Riom à Cournon d'Auvergne. La métropole clermontoise qui compte près de 290 000 habitants, est une zone sensible au regard de la qualité de l'air en raison des émissions de polluants importantes liées notamment au trafic routier et au secteur résidentiel (impact des systèmes de chauffage au bois non performant notamment).

Même si les concentrations des différents polluants (excepté l'ozone) diminuent, le territoire du PPA clermontois 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, pics de pollution journaliers aux particules et à l'ozone.

L'agglomération clermontoise est l'une des 12 zones françaises concernée par la condamnation de la Cour de Justice de l'Union Européenne (CJUE) pour non-respect de la directive 2008/50/CE relative à la qualité de l'air ambiant et plus spécifiquement pour "dépassement de manière systématique et persistante" des valeurs limites pour le dioxyde d'azote (NO₂).

Par ailleurs, une partie de la population du territoire reste exposée à des niveaux de particules fines (PM 2,5) supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé).

Bilan 2019 des dépassements réglementaires aux stations sur le territoire du PPA (voir en annexe 1 le tableau des normes de qualité de l'air et en annexe 2 le tableau de classification des stations de mesure) :

Bilan 2019 - 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	VL heure	VL jour	VL année	VL année	VL année
FOND										
PROX AUTO										
PROX IND										

Figure 1 : bilan 2019 des dépassements aux valeurs limites

Bilan 2019 - 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	2 sites sur 6 Sommet Puy-de-Dôme (39 jours) Royat périurbaine (27 jours)	1 site sur 2 Sommet Puy-de-Dôme (19617 µg/m ³ x h)				
PROX AUTO						
PROX IND						

Figure 2 : bilan 2019 des dépassements aux valeurs cibles

Le dernier PPA a été approuvé le 16 décembre 2014 sur 22 communes, avec comme objectifs de :

- ramener les concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) à des niveaux inférieurs à la valeur limite (portant sur la concentration moyenne annuelle) sur la zone PPA,

- réduire globalement l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique sur la zone PPA en diminuant les concentrations de polluants (NO₂ mais aussi particules, ozone et autres polluants) avec pour objectif le respect à terme des valeurs guides de la qualité de l'air de l'OMS,
- réduire globalement sur la zone PPA les émissions d'oxydes d'azote (NOx) afin de participer au respect de la directive plafond,
- fournir des éléments d'information et d'analyse permettant d'évaluer, puis de suivre dans le temps l'impact des grands projets de l'agglomération sur la qualité de l'air de la zone PPA.

3.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus

Afin de répondre aux objectifs assignés au PPA, le plan d'actions du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération de Clermont-Ferrand a été construit autour de 5 objectifs regroupant 15 actions, ceci pour insister sur la nécessaire complémentarité des actions. Les 5 objectifs visent à :

- réduire la place de la voiture,
- proposer des mobilités alternatives,
- réduire les émissions du parc résidentiel et tertiaire,
- réduire les émissions liées aux activités extérieures (brûlage des déchets verts, chantiers),
- améliorer les connaissances et l'efficacité des mesures en cas de pics de pollution, ainsi qu'augmenter la sensibilité du public et des acteurs aux enjeux de qualité de l'air.

Lors de l'élaboration de ce PPA, les gains d'émissions en NOx et PM10 attendus par la mise en place de ces actions avaient été évalués à horizon 2020 (par rapport à une situation de référence 2009) :

- Baisse des émissions d'oxydes d'azote sur la zone PPA de près de 11% par rapport au scénario de référence 2020 et de 43% par rapport à 2009,
- Baisse des émissions de PM10 sur la zone PPA de 15% par rapport au scénario de référence 2020 et de 22% par rapport à 2009.

3.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2020 ?

L'article L.222-4.IV du Code de l'Environnement indique que les plans font l'objet d'une évaluation au terme d'une période de cinq ans et, le cas échéant, sont révisés. Or, l'arrêté d'approbation par le Préfet du PPA de l'agglomération clermontoise date du 16 décembre 2014.

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

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.
- un bilan de la qualité de l'air sur la période du PPA et une évaluation quantitative de l'impact des actions réalisés en 2020 par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

3.6 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 clermontoise adopté en 2014, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes :

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

L'évaluation comprend :

- un bilan de la qualité de l'air de 2013 à 2018,
- une 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 faisant 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 PPA a ciblé ces polluants et leur a défini des objectifs chiffrés de réduction des émissions.

4. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2019)

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 dans ce bilan, car ils ne présentent pas d'enjeux d'un point de vue réglementaire sur le périmètre du PPA de l'agglomération clermontoise.

Ce bilan présente aussi les résultats cartographiques les plus récents (2019), ainsi que l'évolution des concentrations durant les 7 années (2013-2019).

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 2019 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 2019. En revanche, les fortes températures et l'ensoleillement marqué durant l'été 2019 ont favorisé la formation d'ozone.

4.1 Localisation des stations et historique des mesures

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

La surveillance de la qualité de l'air est réalisée à partir de différents outils conformément à la directive européenne 2008/50/CE définissant le type de surveillance nécessaire en fonction des niveaux de pollution estimés. Sur le territoire du PPA clermontois, elle est réalisée à partir de :

- un réseau métrologique (voir Figure 3 et Figure 4) composé :
 - de stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond, proximité trafic, proximité industrielle, voir annexe 2) ;
 - de stations de mesures temporaires, avec des campagnes de plusieurs mois à plusieurs années sur des territoires non couverts par le réseau fixe ou en complément de celui-ci. Elles sont utilisées notamment pour la réalisation d'études.
- 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 clermontois. 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.

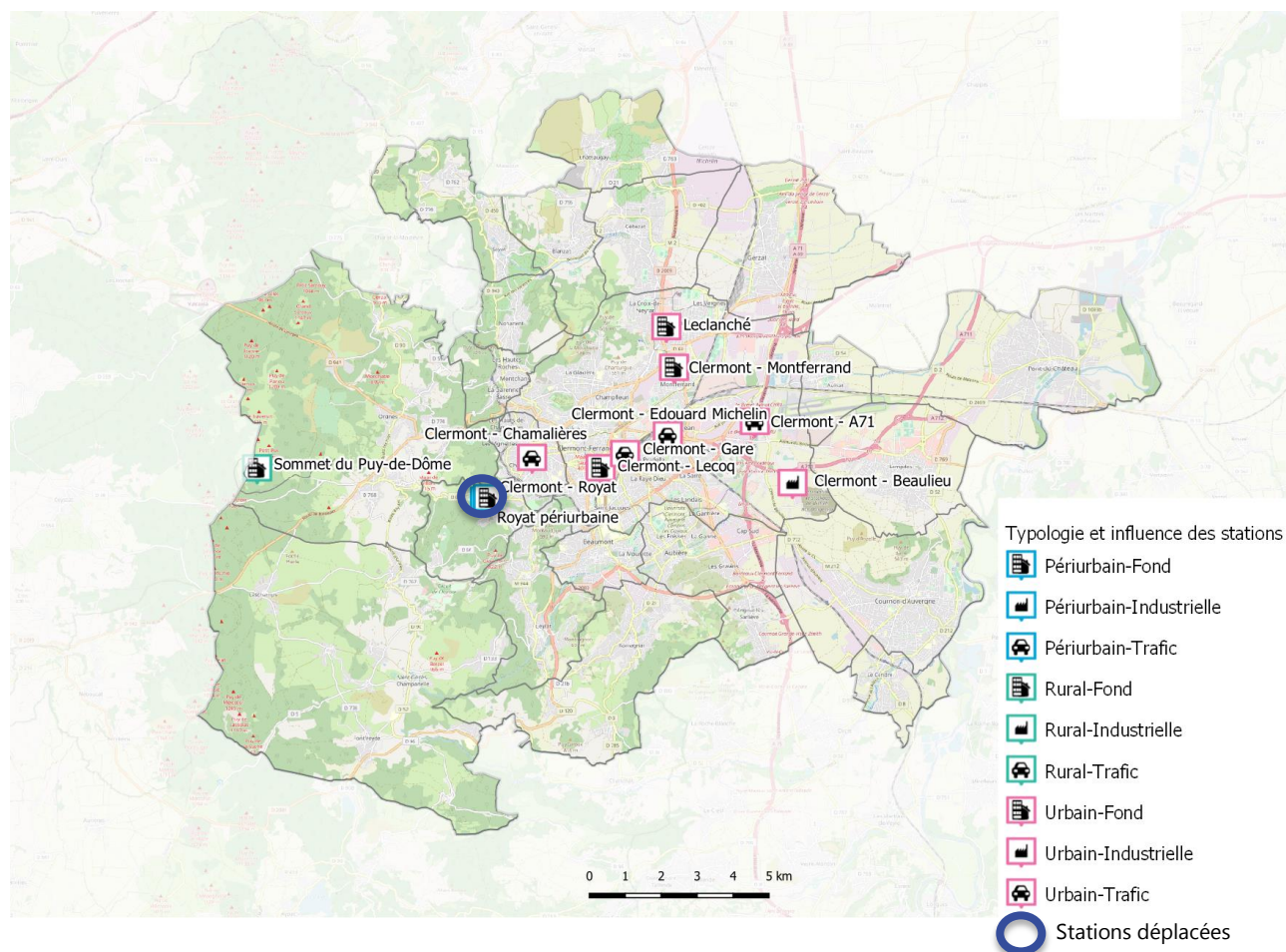


Figure 3 : Localisation des stations de mesures permanentes sur le territoire du PPA clermontois

A noter que durant la période PPA, le dispositif de mesure a peu évolué sur la zone avec comme fait notable le déplacement de la station périurbaine de Royat d'une centaine de mètres en raison de la vente du terrain.

Site	Polluants mesurés	Période de mesure
Clermont - A71	Dioxyde d'azote	2015 - aujourd'hui
	Particules PM10	2015 - aujourd'hui
Clermont - Beaulieu	Dioxyde d'azote	2015 - aujourd'hui
	Ozone	2016 - aujourd'hui
	Particules PM10	2015 - aujourd'hui
Clermont - Chamalières	Dioxyde d'azote	2009 - aujourd'hui
	Particules PM10	2009 - aujourd'hui
Clermont - Edouard Michelin	Dioxyde d'azote	2016 - aujourd'hui
Clermont - Gare	Dioxyde d'azote	2005 - aujourd'hui
	Plomb	2014 - aujourd'hui
	Particules PM10	2005 - aujourd'hui
	Particules PM2,5	2005 - aujourd'hui

	Benzène	2017-2018
	Métaux lourds	2014 - aujourd'hui
Clermont - Lecoq	Dioxyde d'azote	2003 - aujourd'hui
	Ozone	2003 - aujourd'hui
	Particules PM10	2003 - aujourd'hui
Clermont - Montferrand	Dioxyde d'azote	1993 - aujourd'hui
	Ozone	1995 - aujourd'hui
	Particules PM10	1995 - aujourd'hui
	Particules PM2,5	2002 - aujourd'hui
Leclanché	HAP	2011 - aujourd'hui
Royat périurbaine	Dioxyde d'azote	2018 - aujourd'hui
	Ozone	2018 - aujourd'hui
Sommet du Puy-de-Dôme	Ozone	1994 - aujourd'hui

Figure 4 : les polluants mesurés par les différentes stations de mesures du périmètre du PPA clermontois

4.2 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 2019 (Figure 5), montre que la valeur limite annuelle réglementaire de 40 µg/m³ n'est toujours pas respectée sur une petite partie du territoire du PPA, le long des grands axes routiers.

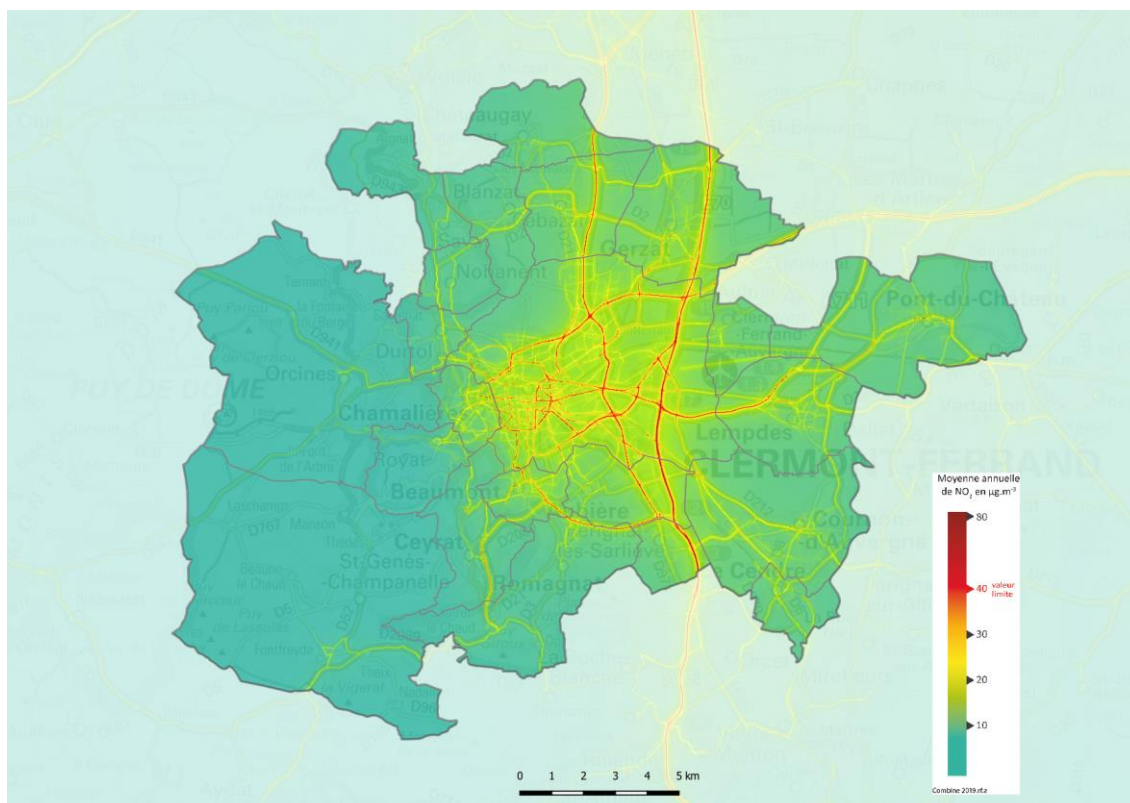


Figure 5 : concentration moyenne en NO₂ en 2018

Evaluation 2013-2019 du PPA de l'agglomération clermontoise

Sur le territoire du PPA en 2019, on estime à environ 900 le nombre de personnes pouvant être exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote. Ces personnes se situent le long des principaux axes routiers, de contournement et autoroutiers, ainsi qu'aux abords des principaux axes routiers structurants de l'agglomération clermontoise.

Sur les stations fixes, les concentrations mesurées de dioxyde d'azote ont tendance à diminuer régulièrement ces dernières années (cf Figure 6 et Figure 7).

Ainsi en 2019, comme le montre la Figure 6, toutes les mesures de dioxyde d'azote en proximité automobile respectent la valeur réglementaire annuelle et sont bien en-dessous des valeurs maximales relevées sur la région.

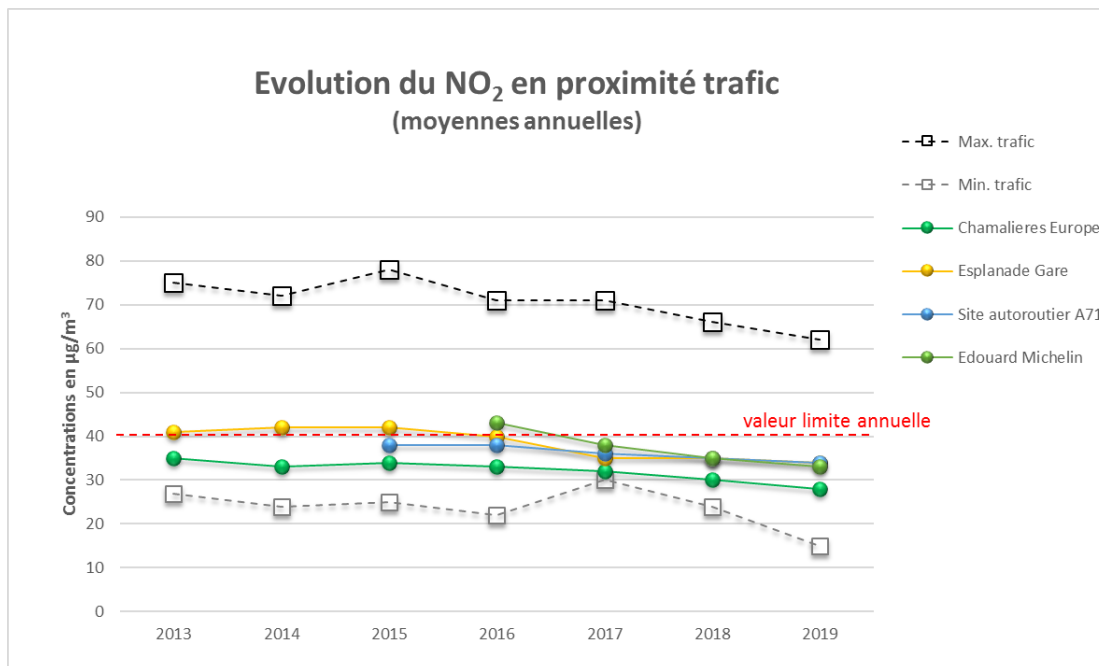


Figure 6 : historique des moyennes annuelles en NO₂ sur les stations de proximité trafic du PPA clermontois

Concernant les sites implantés en situation de fond et renseignant sur le niveau moyen de l'agglomération clermontoise (Figure 7), les moyennes annuelles sont plus faibles et respectent également la valeur réglementaire.

On observe une diminution régulière des concentrations notamment depuis 2016 avec une stabilisation entre 2018 et 2019.

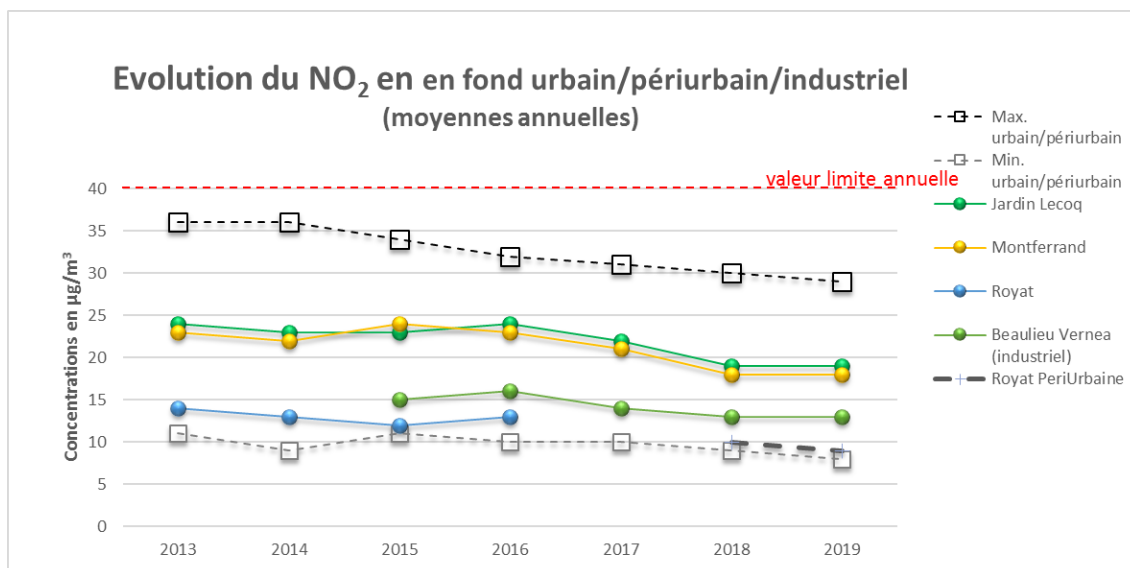


Figure 7 : historique des moyennes annuelles de NO₂ sur les stations de fond urbaines et périurbaines et de proximité industrielles du PPA clermontois

Evolution 2013-2019	
Site trafic	
CHAMALIERE EUROPE	-20%
ESPLANADE GARE	-17%
Site Autoroutier A71 (depuis 2015)	-11%
Site de fond Urbain/périurbain	
JARDIN LECOQ	-21%
MONTFERRAND	-22%
ROYAT PERIURBAINE*	-36%
BEAULIEU VERNEA (à partir de 2015)	-13%

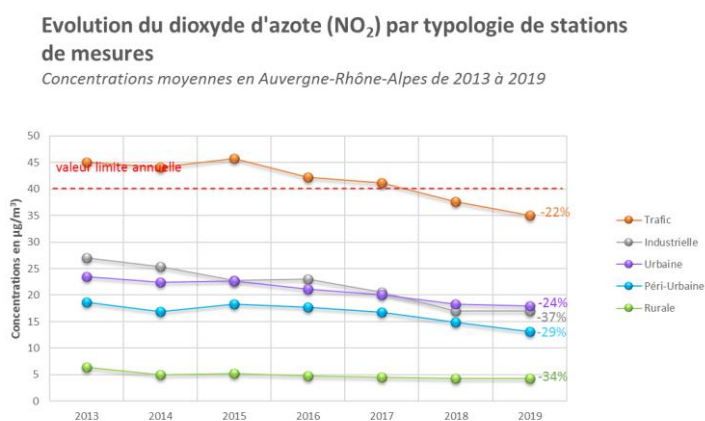


Figure 8 : évolution 2013-2019 - NO₂ sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2019, les concentrations moyennes de NO₂ ont baissé sur tous les sites. Ce constat se retrouve au niveau de la région mais la baisse est un peu plus faible sur le territoire du PPA clermontois pour les sites de fond urbain et de proximité trafic.

4.3 Les particules en suspension PM10

Les particules sont classées en fonction de leur taille, les PM10 correspondent aux particules de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (μm).

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 (SO_2), les oxydes d'azote (NO_x), l'ammoniac (NH_3) ou les composés organiques volatils (COV), des particules primaires.

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

2.3.1 Moyenne annuelle

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM10 en 2019 (Figure 9) montre que la valeur limite annuelle réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est respectée sur l'ensemble du territoire du PPA.

On estime qu'aucun habitant n'est exposé à des valeurs supérieures à la valeur limite réglementaire annuelle en PM10 en 2019.

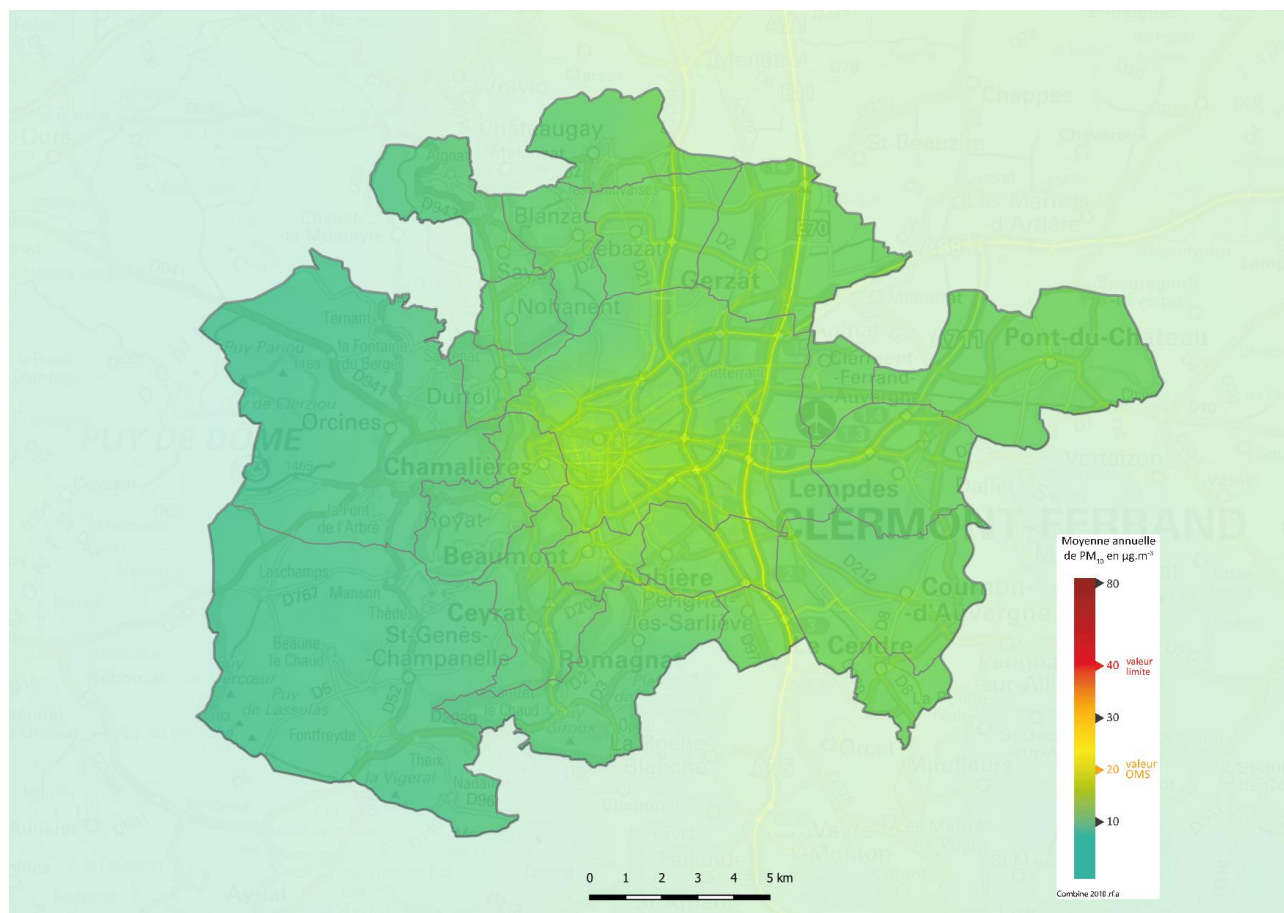


Figure 9 : concentration moyenne annuelle en PM10 en 2019

Au niveau du réseau de mesures fixes, la valeur limite en moyenne annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), est respectée déjà depuis plusieurs années, quelle que soit la typologie des stations de mesures. Depuis 2015, le seuil recommandé par l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est également respecté au niveau de l'ensemble des stations de mesures même en situation de proximité trafic.

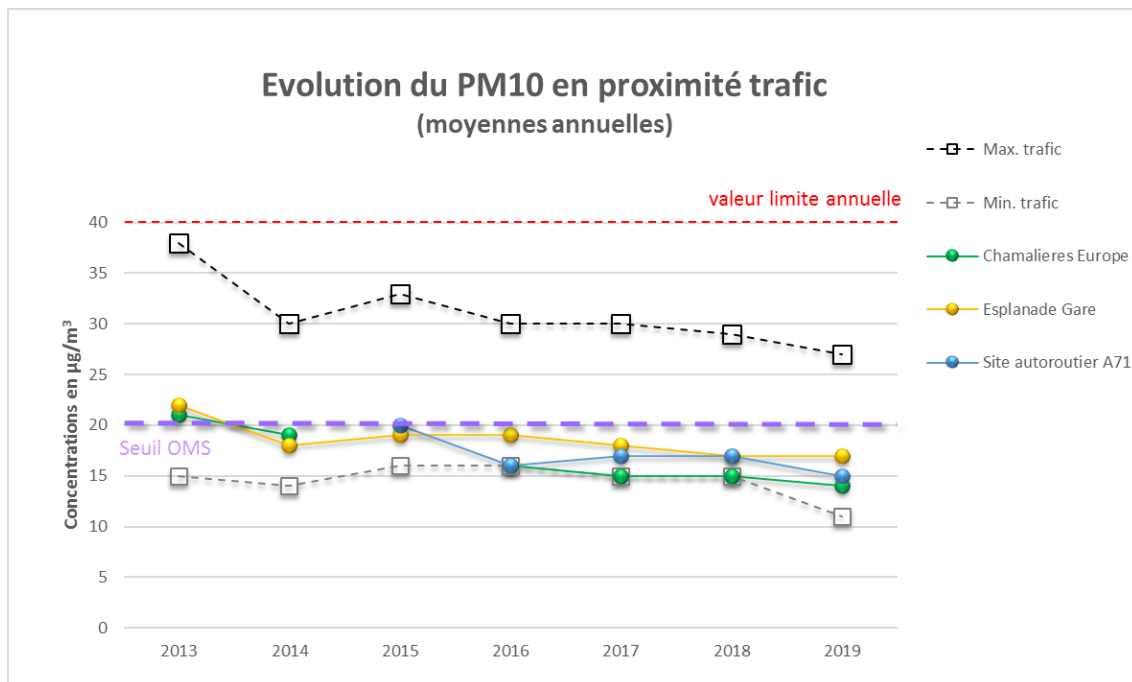


Figure 10 : historique des moyennes annuelles en PM10 en proximité trafic

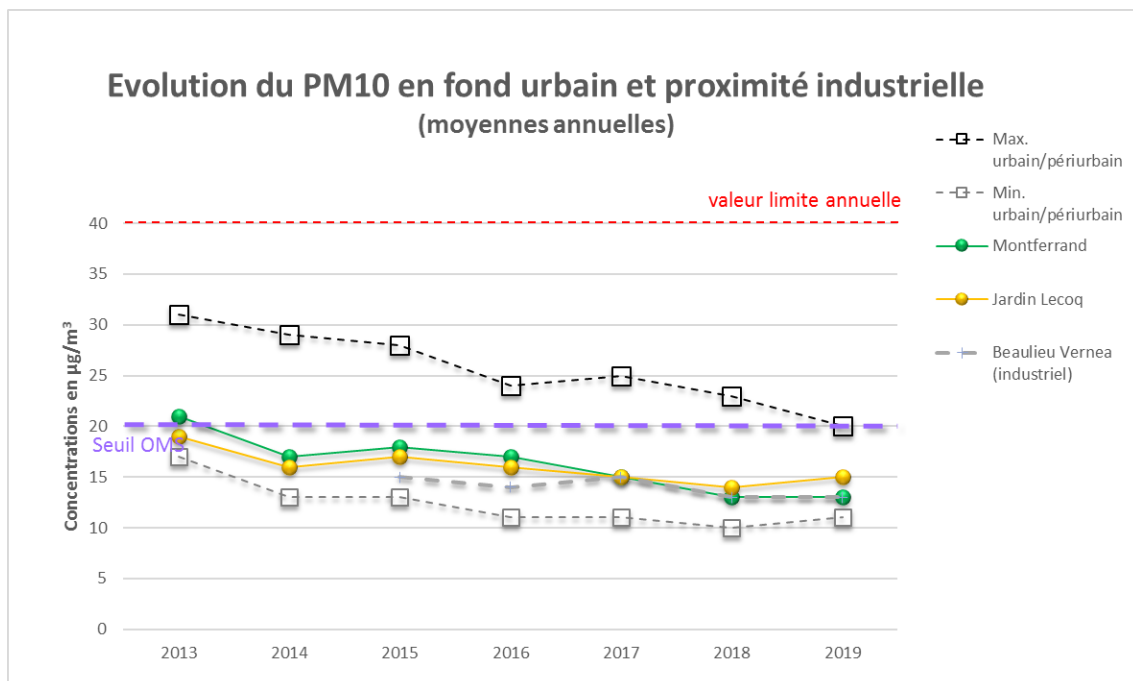


Figure 11 : historique des moyennes annuelles en PM10 en fond urbain et proximité industrielle

Avec la baisse régulière des niveaux de PM10 qui se confirme ces dernières années, plus aucun habitant du territoire du PPA n'est exposé, en 2019, à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS.

Evolution 2013-2019	
Site trafic	
CHAMALIERE EUROPE	-33%
ESPLANADE GARE	-23%
Site Autoroutier A71 (depuis 2015)	-25%
Site de fond Urbain/périurbain	
JARDIN LECOQ	-21%
MONTFERRAND	-38%
BEAULIEU VERNEA (à partir de 2015)	-13%

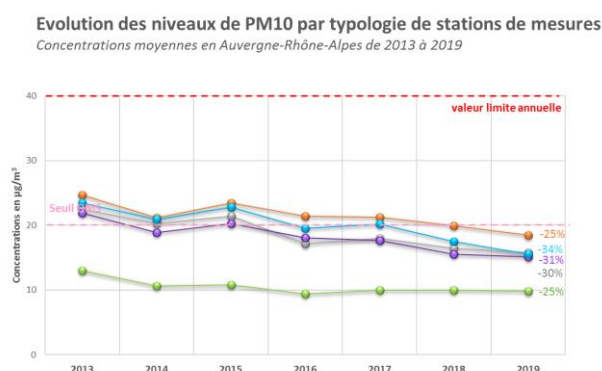


Figure 12 : évolution 2013-2018 – PM10 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2019, les concentrations moyennes de PM10 ont nettement baissé sur tous les sites, avec une réduction comprise entre 21 et 38%.

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

2.3.2 Valeur limite journalière

La valeur limite en moyenne journalière est respectée en 2019 sur l'ensemble du territoire du PPA (50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an). En effet, aucun dépassement de cette valeur réglementaire n'a été observé sur les stations de mesure.

Les concentrations évaluées grâce à la modélisation confirme que l'agglomération clermontoise n'est plus un territoire sensible vis-à-vis de cette valeur réglementaire. Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de ce seuil.

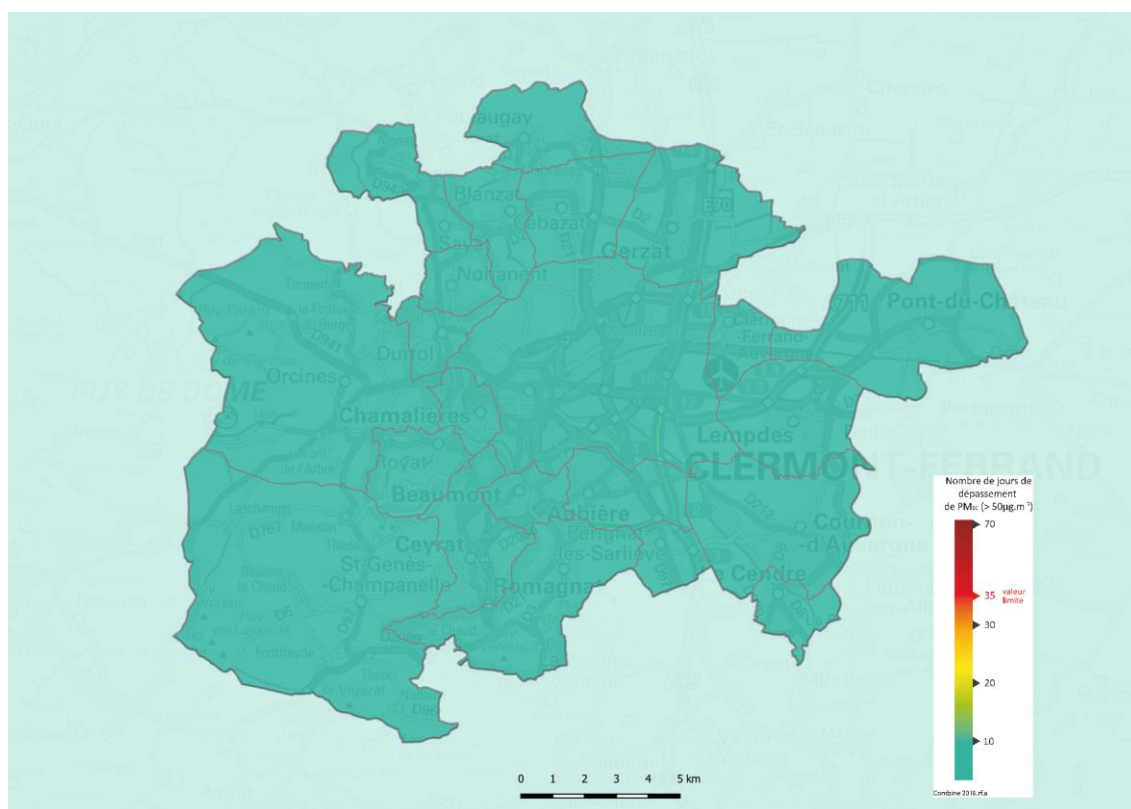


Figure 13 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2019

Avec la diminution des niveaux d'émissions et les conditions météorologiques plutôt favorables à la dispersion des particules (hivers plutôt doux et perturbés nécessitant moins de besoin de chauffage), il n'y a pas eu de dépassement depuis 2013 sur le territoire du PPA au niveau des stations de mesure du territoire.

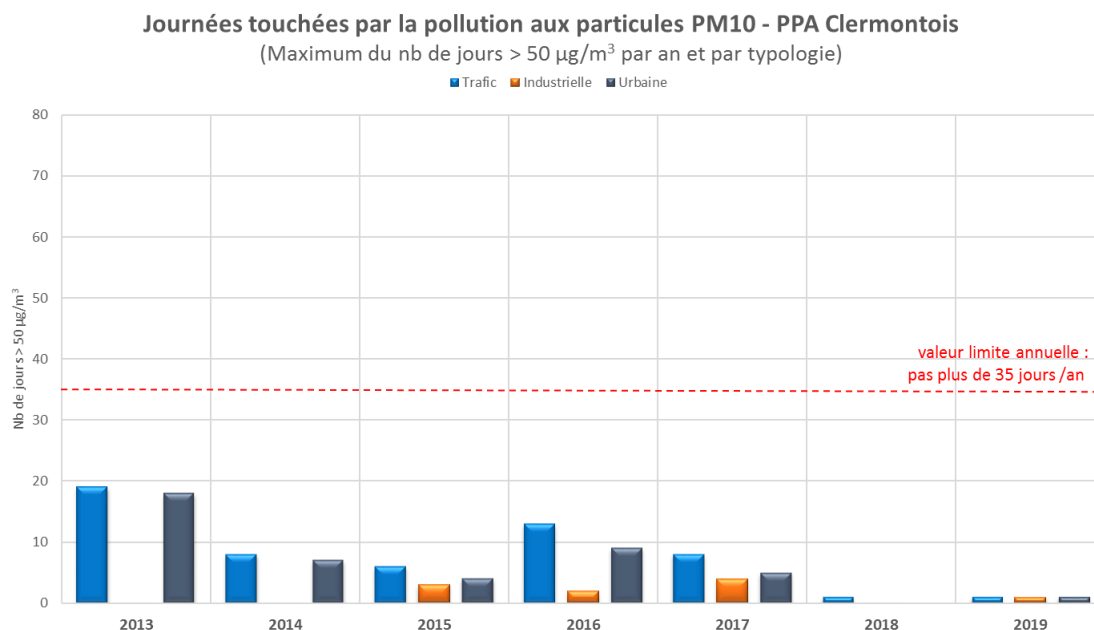


Figure 14 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 de 2013 à 2019 sur le territoire du PPA stéphanois

Le nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur limite journalière, estimé par modélisation, est nul depuis 2015.

4.4 Les particules en suspension PM2.5

Comme les PM10, les particules en suspension PM2.5 (de diamètre inférieur ou égal à 2,5µm) proviennent de trois principales sources : secteur résidentiel, transports et secteur industriel.

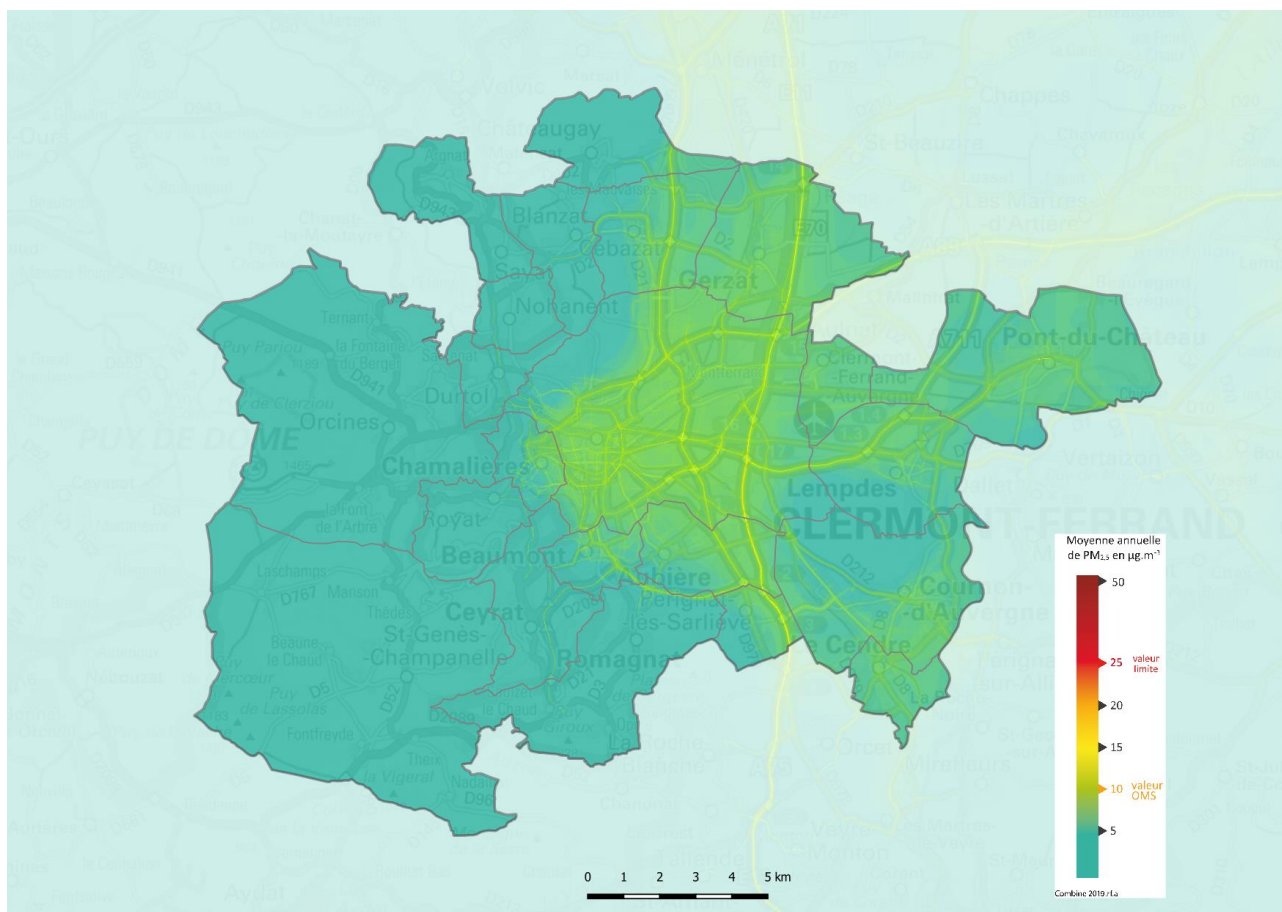


Figure 15 : concentration moyenne annuelle en PM_{2.5} en 2019

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en 2019 (Figure 15) montre que la valeur limite de 25 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble du territoire du PPA. Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de ce seuil en 2019.

Au niveau des stations, à l'instar des PM₁₀, les concentrations moyennes annuelles mesurées de PM_{2.5} respectent depuis plusieurs années la valeur limite annuelle réglementaire, quelle que soit la typologie des sites de mesures.

Le seuil recommandé par l'OMS pour les PM_{2.5} (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est également respecté aux stations de mesure en 2019, même en proximité trafic. L'exposition des populations à ce seuil sur l'ensemble du territoire du PPA est évaluée, en 2019, à environ 1000 habitants.

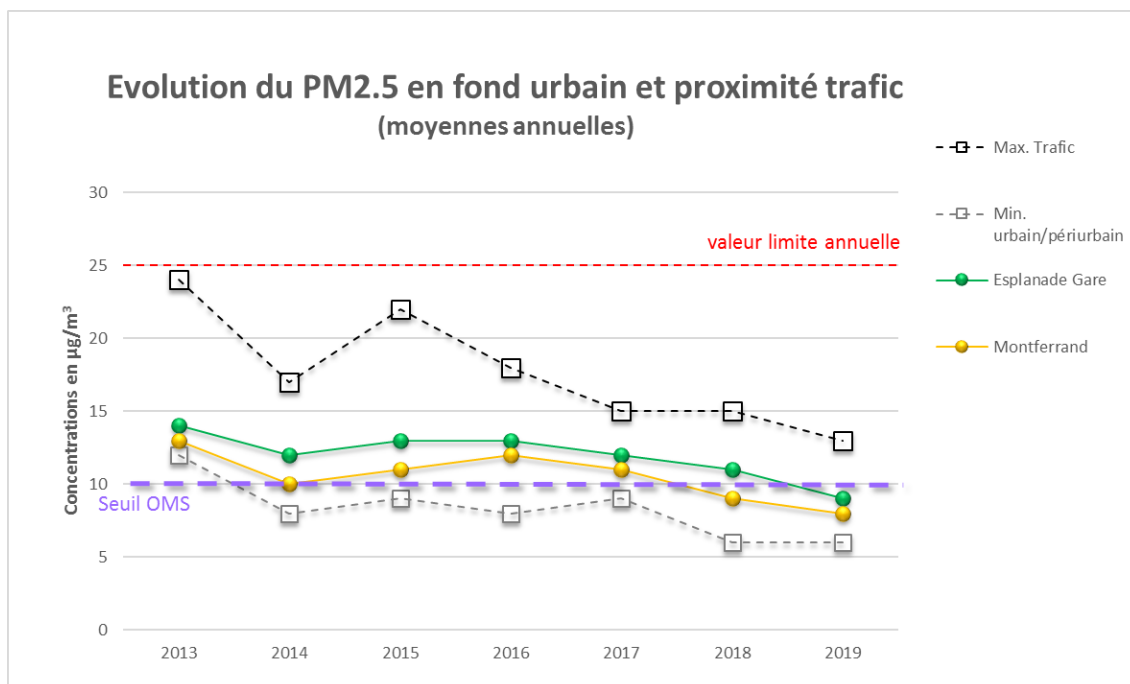


Figure 16 : historique des moyennes annuelles en PM2.5 en proximité trafic et en fond urbain

Evolution 2013-2019	
Site trafic	
ESPLANADE GARE	-36%
Site de fond Urbain	
MONTFERRAND	-38%

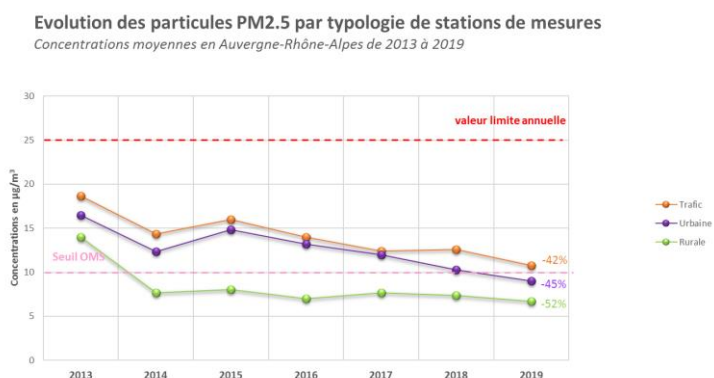


Figure 17 : évolution 2013-2019 – PM2.5 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2019, les concentrations moyennes de PM2.5 ont nettement baissé sur le territoire du PPA clermontois avec une réduction moyenne d'environ 38% sur les stations de fond. Ce constat est le même sur la région dans des proportions légèrement supérieures.

Malgré cette baisse, et même si les niveaux de particules PM2.5 de 2019 étaient inférieurs au seuil de l'OMS (10 µg/m³ en moyenne annuelle), des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants couplées à des émissions encore persistantes, pourraient conduire à une hausse des niveaux de particules PM2.5 et une augmentation des populations exposées au-dessus de ce seuil à l'avenir.

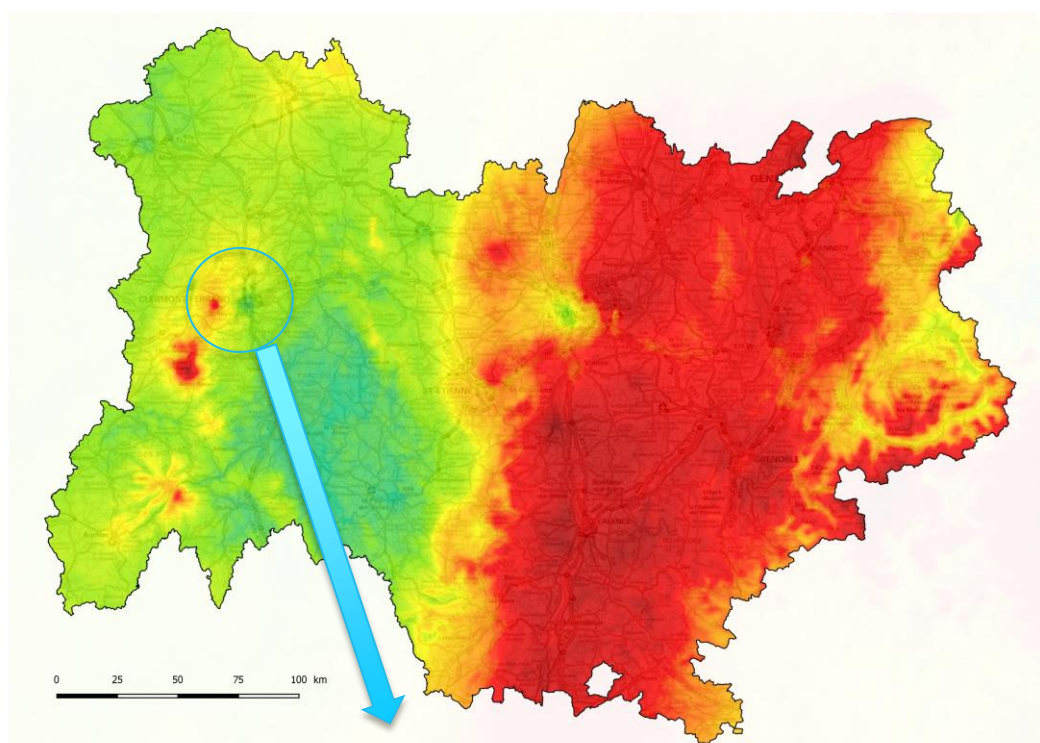
4.5 L'ozone

2.5.1 Définition et sources

Ce composé est dit « secondaire » car il n'est pas émis directement par une source primaire. Il est issu de réactions chimiques dans l'atmosphère quand certaines conditions sont réunies : présence de polluants précurseurs issus des activités humaines², chaleur et ensoleillement.

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

2.5.2 Un large territoire en dépassement



[Voir zoom page suivante](#)

² trafic routier, certains procédés et stockages industriels, usage de solvant peintures

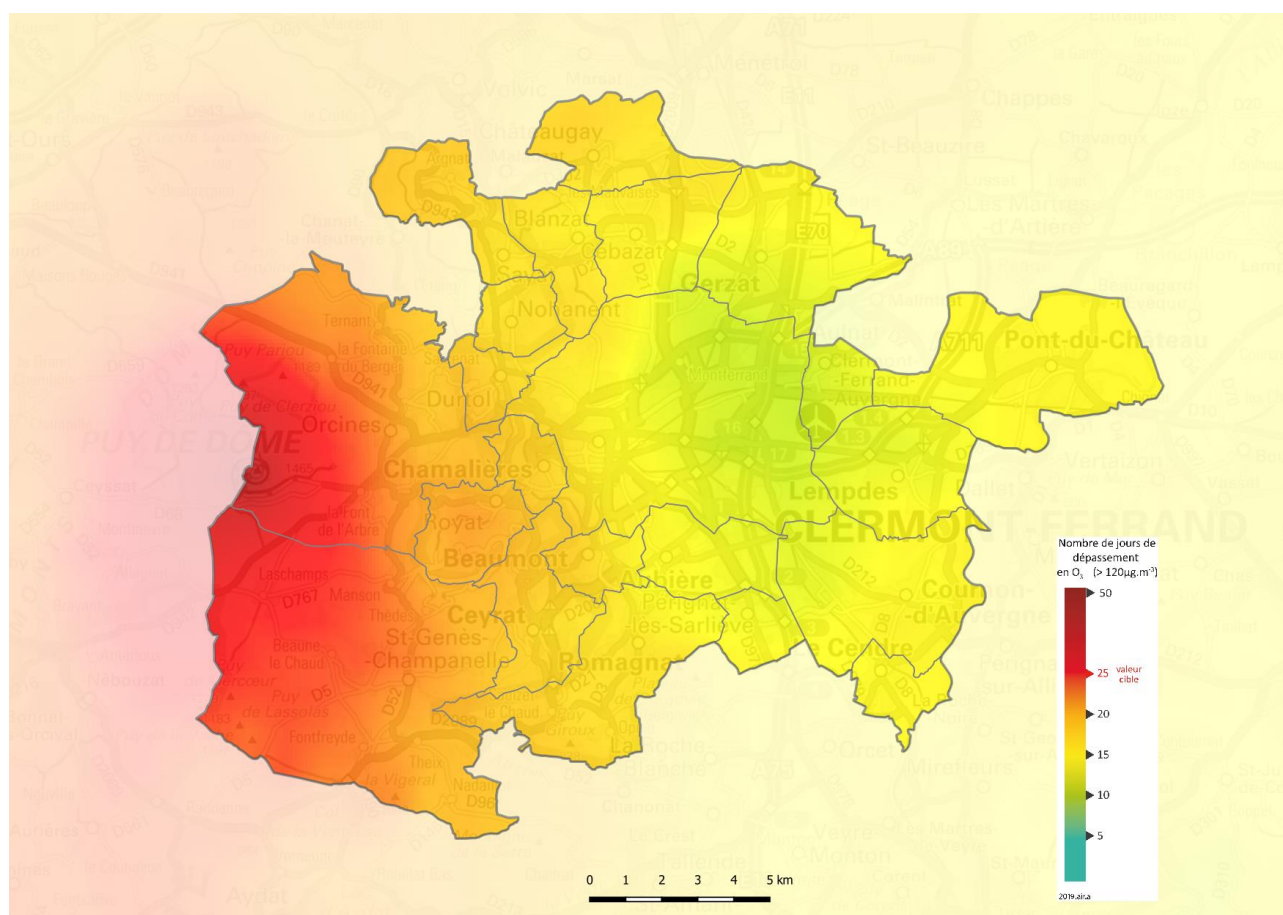


Figure 18 : nombre de jours de dépassement en O_3 sur le territoire de la région et du PPA ($>120 \mu g.m^{-3}$ sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur 3 ans) : valeur cible protection de la santé.

A l'instar de 2018, c'est le polluant qui marque le plus les dépassements réglementaires. En 2019, les températures sont le plus souvent restées supérieures aux normales. En moyenne, elles ont été de plus de $1^{\circ}C$ au-dessus de la normale sur la majeure partie du territoire régional, voire souvent de plus de $2^{\circ}C$ du Nord-Est au Massif Central. En moyenne sur la saison estivale et sur la France, la température a été supérieure à la normale de $1,7^{\circ}C$ plaçant 2019 au 3^{ème} rang des étés les plus chauds, derrière 2003 ($+3,2^{\circ}C$) et 2018 ($+2,0^{\circ}C$).

La région Auvergne-Rhône-Alpes a connu des concentrations bien plus élevées à l'est qu'à l'ouest. Sur l'ex-Auvergne, seuls les territoires d'altitude, peu peuplés, ont connu des dépassements. Le territoire du PPA clermontois couvre une partie du parc régional des Volcans d'Auvergne dont le Puy de Dôme, situé sur cette zone de dépassement de la valeur cible pour la santé : elle représente moins de 500 habitants soumis à un dépassement de la valeur cible de protection de la santé en 2019. Les communes d'Orcines et de Saint-Genès-Champanelle sont touchées.

Clermont-Ferrand et les communes avoisinantes plus urbanisées sont moins touchées par l'ozone que l'ouest du territoire du PPA, puisque ce polluant secondaire est formé par réactions chimiques et prospère sur des territoires plutôt périurbains et ruraux ou d'altitude. En centre-ville, il est détruit dès sa formation par les polluants primaires présents en excès.

Tous les sites de mesures respectent la valeur réglementaire pour la santé en 2019. Néanmoins, la valeur cible étant définie sur 3 ans, la situation pour le site Royat Périurbain sera connue en 2020 (2 ans de mesure).

A noter que l'objectif long terme (aucun dépassement du $120 \mu g.m^{-3}$ sur 8 heures) n'est pas respecté sur la totalité du territoire, à l'instar des années précédentes.

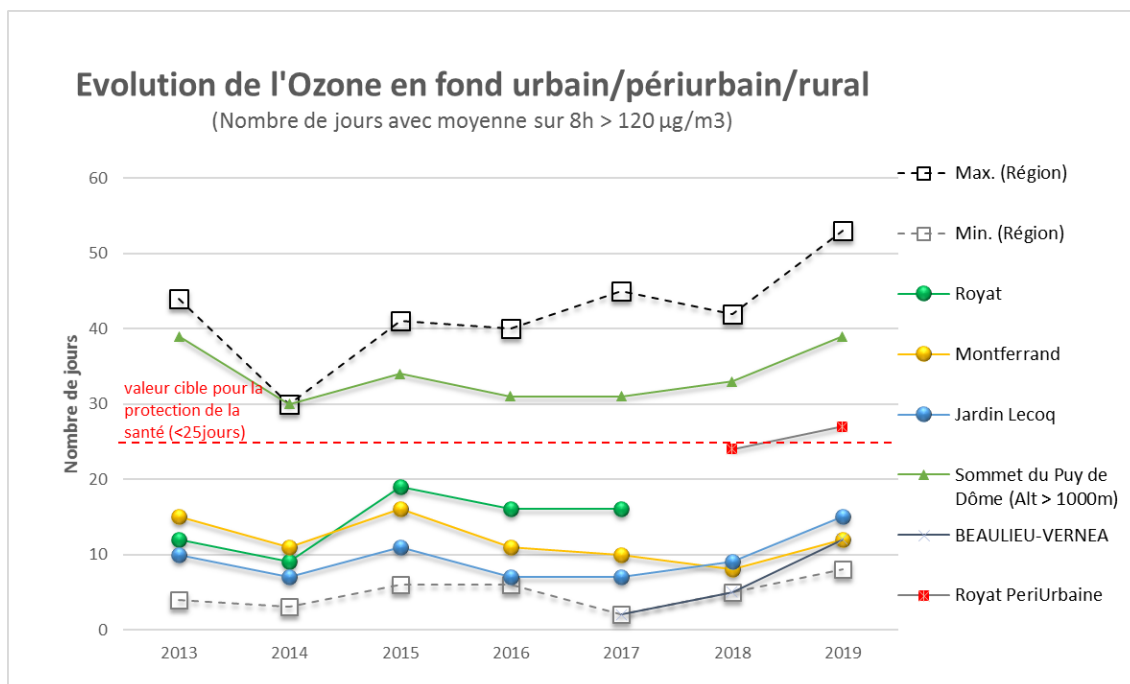


Figure 19 : évolution 2013-2019 valeur cible ozone protection de la santé en fond urbain, péri-urbain et rural

Bien que très « météo-dépendantes », les concentrations moyennes d’ozone ont tendance à augmenter légèrement ces dernières années. Les fluctuations interannuelles dépendent des conditions de formation (ensoleillement, polluants précurseurs), de dispersion (vent, stabilité de l’atmosphère) et des imports des régions voisines.

Hormis sur le relief du plateau de Dômes, où une hausse régulière et sensible est observée, l’ozone n’est pas une problématique majeure sur le territoire du PPA clermontois comme sur le reste de l’ouest de la région, contrairement à la partie est de la région où les niveaux augmentent régulièrement, touchant des territoires qui ne l’étaient pas forcément avant, comme le bassin lyonnais et le département de l’Ain.

4.6 Bilan des épisodes de pollution

La gestion des épisodes de pollution s’appuie sur un arrêté inter préfectoral, qui a pour objectif de limiter l’exposition des populations lors des épisodes de pollution (détails sur les sites internet d’ATMO Auvergne-Rhône-Alpes et de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes). Il vient en complément de mesures pérennes, telles que décrites dans les PPA.

Il existe 2 niveaux gradués de gestion : le niveau d’information et de recommandations et le niveau d’alerte. Quatre polluants sont concernés par ce dispositif : le SO₂, le NO₂, les PM₁₀ et l’ozone.

Le dispositif préfectoral peut être mis en place si le dépassement d’un seuil est constaté ou prévu. La prévision permet une meilleure protection des personnes et des actions anticipées sur les sources de pollution.

La prévision est réalisée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, qui détermine le "niveau de vigilance pollution de l’air". Une vigilance (jaune, orange ou rouge) traduit une augmentation temporaire de la pollution de l’air pouvant affecter la santé humaine ou l’environnement.

L'absence de vigilance ne signifie pas « zéro pollution ». Le passage du niveau jaune au niveau orange puis au niveau rouge indique une dégradation. Le niveau de vigilance est fonction du seuil dépassé, information ou alerte, donc de l'intensité des taux de pollution, mais aussi de la persistance des dépassements. Les seuils, critères et zones retenus pour déterminer la vigilance sont décrits dans l'arrêté zonal du 22/05/2017 adopté le 5 juillet 2017, arrêté relatif aux procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant.

En cohérence avec l'amélioration de la qualité de l'air et la hausse limitée des niveaux d'ozone sur l'ouest de la région, le territoire du PPA clermontois est assez peu concerné par des épisodes de pollution importants qui peuvent tout de même survenir quelques jours par an.

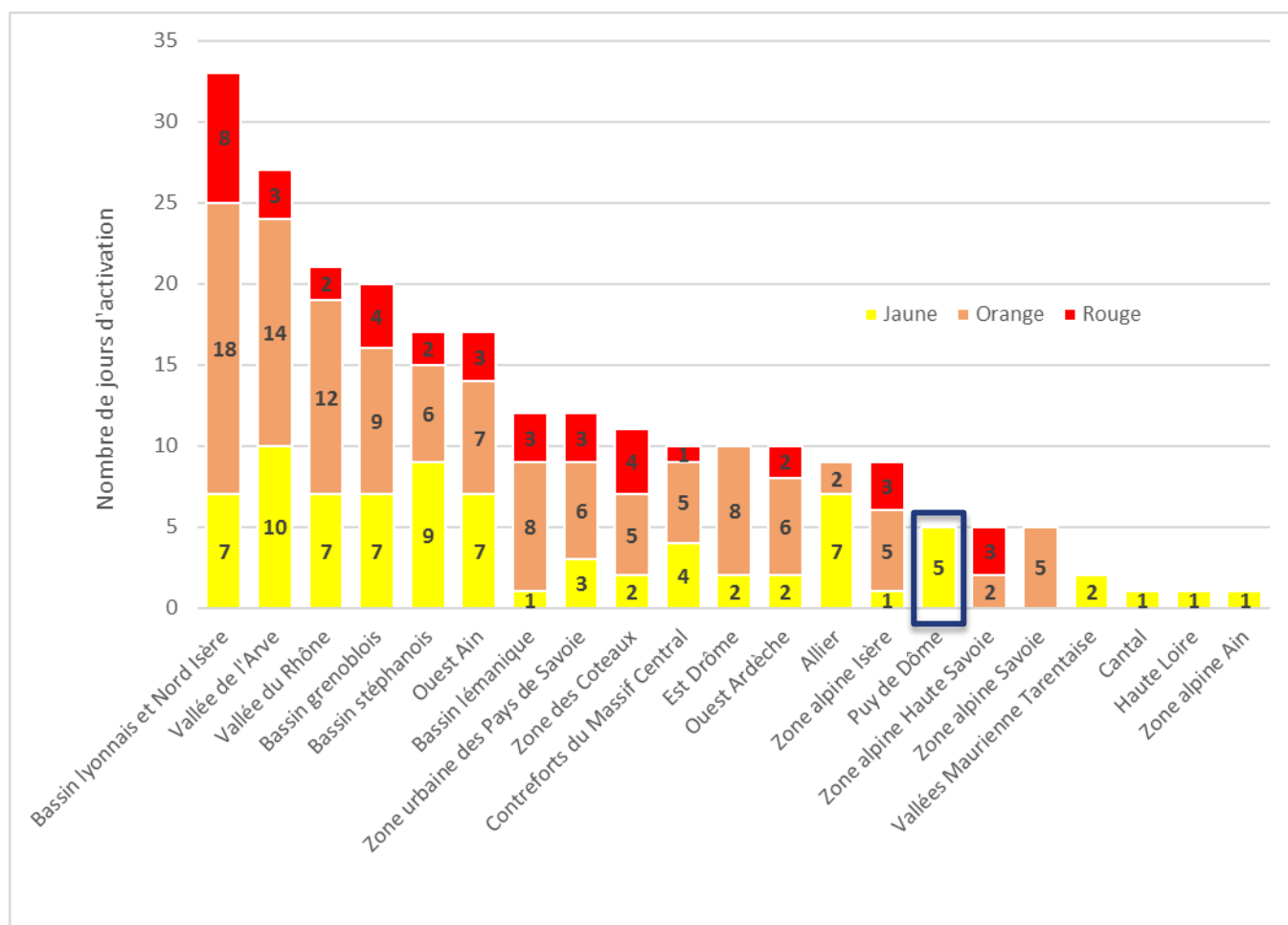


Figure 20 : nombre de jours d'activation d'une vigilance en 2019 en région Auvergne-Rhône Alpes

En 2019, 33 journées ont connu une activation de dispositif préfectoral en Auvergne-Rhône-Alpes. Le département du Puy de Dôme a été concerné par 5 jours d'activation dont aucun au niveau d'une vigilance rouge ou orange.

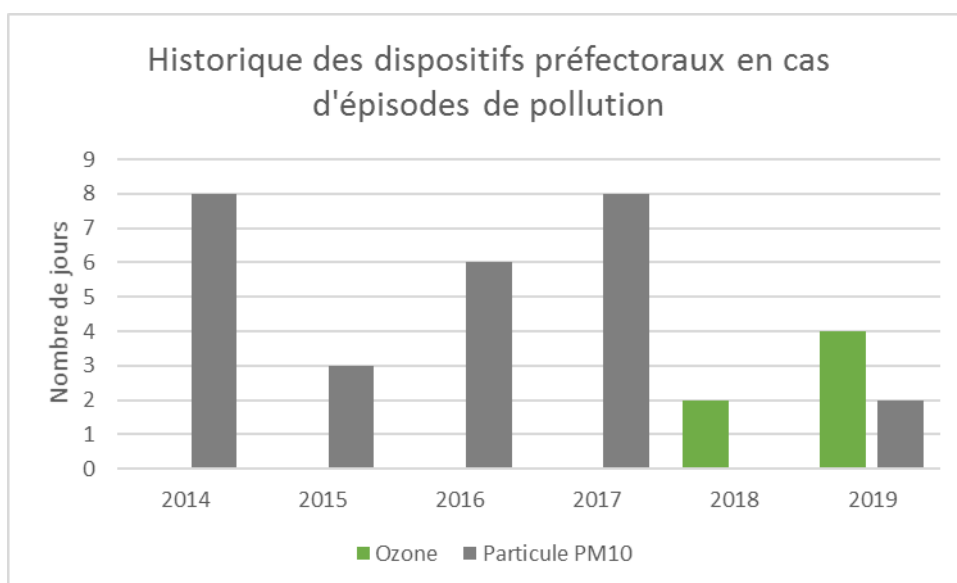


Figure 21 : évolution du nombre de jours d'activation de 2014 à 2019 sur le Puy de Dôme

Contrairement aux années précédentes, depuis 2018, le Puy de Dôme observe des épisodes de pollution estivale à l'ozone (4 jours en 2019). Il y a eu aussi 2 jours de pollution aux particules, dont un a été observé en été.

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.

Depuis 2019 un nouveau document cadre zonal approuvé par arrêté permet notamment de mieux anticiper les épisodes de pollution avec une meilleure réactivité des mesures de circulation différenciée, s'appuyant sur les certificats qualité de l'air, Crit'Air. Les mises à jour des Arrêtés Préfectoraux sont en cours dans les différents départements.

4.7 Quels enjeux perdurent sur le territoire ?

L'année 2019 confirme la tendance à l'amélioration de la qualité de l'air sur le territoire du PPA clermontois, excepté pour l'ozone.

Malgré cette amélioration, le dioxyde d'azote et l'ozone restent deux polluants à surveiller d'un point de vue réglementaire. Des dépassements des valeurs fixées par la réglementation pour le dioxyde d'azote, essentiellement en bordure des grands axes de circulation (A71, axes de contournement et axes structurants) restent en effet constatés, et les valeurs cibles pour l'ozone sont en dépassement dans la partie ouest (la plus élevée) du territoire.

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

En 2019, environ un millier d'habitants a été exposé à des niveaux de particules PM2.5 supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS et aucun pour les particules PM10.

Toutefois, des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants couplées à des émissions encore persistantes, pourraient conduire à une hausse des niveaux de particules PM2.5 et une augmentation des populations exposées au-dessus de ce seuil.

Les actions en faveur de la limitation des émissions de particules doivent donc se poursuivre.

5. Evaluation quantitative des actions

Cette partie présente successivement les résultats de l'évaluation quantitative des actions du PPA en matière d'émissions de polluants atmosphériques puis en matière de concentrations dans l'air auxquelles les populations sont exposées.

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

3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins : alimentation des modèles d'évaluation de la qualité de l'air, des observatoires (Air, ORCAE : Observatoire Régional Climat Air Energie en Auvergne-Rhône-Alpes, ORHANE : Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales), évaluation des enjeux d'un territoire et alimentation des plans d'actions, comme les Plans de Protection de l'Atmosphère, les Plans de Déplacements Urbains, les 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 le SMTc,
 - o Consolidation des séries historiques de comptages routiers pour mieux estimer l'évolution des volumes de trafic sur plusieurs années.
- **Chauffage individuel au bois** : évaluation d'un parc détaillé d'appareils de chauffage au bois provenant de l'enquête régionale menée en 2017 sur les appareils de chauffage utilisés, informations croisées avec les enquêtes détail logement de l'INSEE,
- **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 « 2019 Sans PPA » ou scénario « Tendanciel » : sont prises en compte les évolutions tendanciennes sans mise en œuvre des actions PPA,
- Un scénario « 2019 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 été mentionnée dans certaines analyses comme année de référence afin de permettre une comparaison aux objectifs 2009-2020 fixés dans le PPA (l'année 2009 ne disposant pas de données détaillées en émissions).

Estimation des émissions 2019

L'année la plus récente de l'inventaire régional étant 2017, les deux scenarii 2019 ont été estimés en apportant les compléments suivants :

- **Transport routier** : calcul fin basé sur le parc roulant national 2019 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 visés par le PPA2 : NOx, PM10 et PM2.5,

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 2018 pour les deux scénarii 2019.

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. Les actions quantifiées sont spécifiées en vert.

Pour les actions permanentes :

Secteur	N° Action	Intitulé	Action prise en compte dans l'évaluation quantitative ?
Mobilités	M1	Inciter à court terme au transfert modal de l'automobile vers les modes collectifs ou doux à travers une action coordonnée entre l'autorité organisatrice des transports urbains et les collectivités concernant la politique de stationnement et les plans de voirie et de circulation.	Non, car il s'agit de mettre en place un outil de planification => pas d'élément de quantification à ce stade.
	M2	Dans le cadre de la révision du PDU, mener une réflexion coordonnée et cohérente entre les différents acteurs au niveau de la zone PTU en fixant des objectifs quantitatifs de réduction de la place réservée à la voiture et en privilégiant les modes alternatifs dans l'espace public (TCSP, zones piétonnes, pistes cyclables, zones 30, aménagement des intersections, ...), en ciblant notamment ces actions au niveau des "points noirs de pollution".	Non. Action phare du PPA mais la révision du PDU est intervenue à la fin de la période du PPA.
	M3	Contribuer au développement du parc de véhicules hybrides et électriques via des facilités d'accès, la mise en place d'infrastructures de recharge et l'équipement des flottes captives privées et publiques.	Oui. Récupération d'informations auprès de CAM, SMTIC, ENEDIS, DREAL sur la conversion des flottes vers des véhicules électriques (VP) ou GNV (bus urbains)
	M4	Inciter à la mise en place d'actions de réduction des émissions polluantes locales auprès des acteurs du transport de marchandises, notamment via la démarche "charte CO2" et les actions de "rétrofit des véhicules anciens" (installation d'équipements permettant de limiter les émissions), et mener une réflexion coordonnée concernant la limitation des distances parcourues pour les livraisons de marchandises en zone urbaine (réglementations communales, logistique du dernier kilomètre).	Oui. Récupération des informations sur la réduction des consommations et des émissions polluantes auprès de 3 transporteurs : - Thévenet - Nénot - Multitransports
	M5	Accélérer la mise en place des plans de déplacement inter établissements (PDiE) et de zone, avec notamment des objectifs ambitieux en termes de diminution de la part modale de la voiture solo au profit des modes alternatifs (TC, modes actifs, covoiturage) et de limitation des émissions à la source (promotion du télétravail et formation à l'écoconduite).	Oui. Evaluation des km voitures évités liés à la mise en place du télétravail dans certains organismes publics (DIRECCTE, CD63, CR, CAM, DREAL, Cerema,...)
	M6	Poursuivre la politique coordonnée entre AOT pour favoriser l'intermodalité, notamment au niveau du pôle d'échange intermodal de la gare centrale de Clermont-Ferrand et via la centrale régionale de mobilité	Oui. Evaluation via l'exploitation de la base de données de covoiturage (registre gouvernemental de preuve de covoiturage http://covoiturage.beta.gouv.fr)

		"Auvergne mobilité", et adapter l'offre notamment en optimisant le réseau urbain de l'agglomération.	
	M7	Mettre en place un plan "modes actifs" à l'échelle de l'agglomération afin d'augmenter leur part modale : itinéraires sécurisés et agréables, zones à circulation apaisée, stationnement des vélos, intermodalité avec les transports en commun, développement de l'offre via le vélo libre-service et des services via une maison du vélo, .	Si le schéma cyclable n'a pu être évalué, les services vélo (vélos libre service, location vélos à assistance électrique, parkings sécurisés) ont pu faire l'objet d'une quantification sur la base des retours d'expérience de l'Ademe.
Habitat-Tertiaire	F1	Mettre en œuvre au niveau de la zone PPA les orientations du SRCAE concernant la rénovation énergétique des bâtiments afin d'infléchir la courbe des consommations et de tendre vers l'objectif d'une réduction de 38% des consommations énergétiques en 2020, et donc des émissions de polluants liées à ces consommations.	Entre le 01/01/2015 et le 31/12/2019, 1242 logements ont bénéficié d'une subvention de l'Anah au titre du programme "Habiter mieux" avec un gain énergétique moyen de 40 %.
	F2	Mettre en œuvre au niveau de la zone PPA les orientations du SRCAE concernant le développement du bois-énergie tout en limitant les émissions de particules liées au chauffage biomasse : renouvellement du parc individuel de chauffage au bois, qualité du combustible, coordination intercommunale pour l'installation des chaufferies collectives	Non. Pas d'action de type Fond Air Bois sur le territoire durant le PPA.
	F3	Sensibiliser les maires de la zone PPA aux dispositions en vigueur et à faire respecter concernant le brûlage à l'air libre des déchets verts, et étudier la possibilité d'une interdiction complète au niveau de la zone lors des épisodes de pollution (seuils d'information et d'alerte)	Oui. Etude des tonnages de déchets verts apportés en déchetteries
	F4	Mieux prendre en compte la thématique des émissions polluantes dans les cahiers des charges des maîtres d'ouvrage, notamment publics, et lors du suivi de chantier, et sensibiliser les entreprises et les artisans sur l'interdiction, et sur les impacts en termes d'émissions, du brûlage à l'air libre des déchets de chantier.	Non. Pas d'action particulière
Actions temporaires	T1	Communiquer à destination du grand public sur la zone du PPA de l'agglomération clermontoise pour le sensibiliser aux enjeux liés à la qualité de l'air et informer sur les gestes individuels permettant de limiter les émissions, notamment concernant l'entretien des appareils de combustion et des véhicules.	Non évaluable car action de sensibilisation
	T2	Améliorer l'efficacité des mesures prises en cas de pics de pollution notamment en permettant le déclenchement de ces mesures en anticipation des épisodes de pollution.	Non, pas d'évaluation possible
	T3	Mettre à disposition des maîtres d'ouvrage et des bureaux d'études des éléments méthodologiques et des bonnes pratiques pour permettre de prendre en compte l'enjeu "qualité de l'air" dans les documents de planification relatifs à l'aménagement et à l'urbanisme.	Non, pas d'évaluation possible
	T4	Améliorer les dispositifs d'évaluation de l'impact des politiques en faveur de la réduction de la pollution atmosphérique.	Non.

Figure 22 : résumé des actions 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 mai 2019 les actions du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération clermontoise.

Les actions de cette feuille de route n'ont pas fait l'objet d'une évaluation quantitative pour 2019, car elles se déploient sur un calendrier plus lointain (jusqu'à 2025 pour les actions les plus importantes).

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 2019, 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 2013-2019 avec la généralisation des filtres à particules.

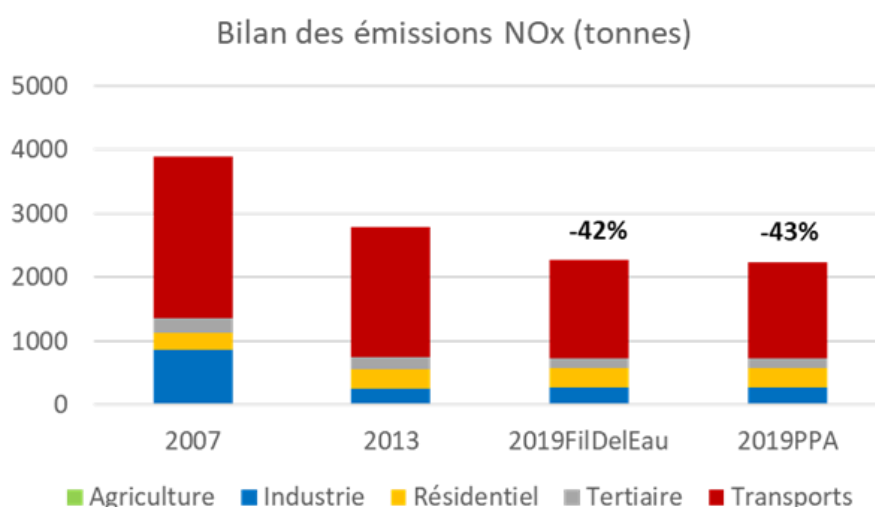


Figure 23: émissions de NOx à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de l'agglomération de Clermont-Ferrand pour les différents scénarii

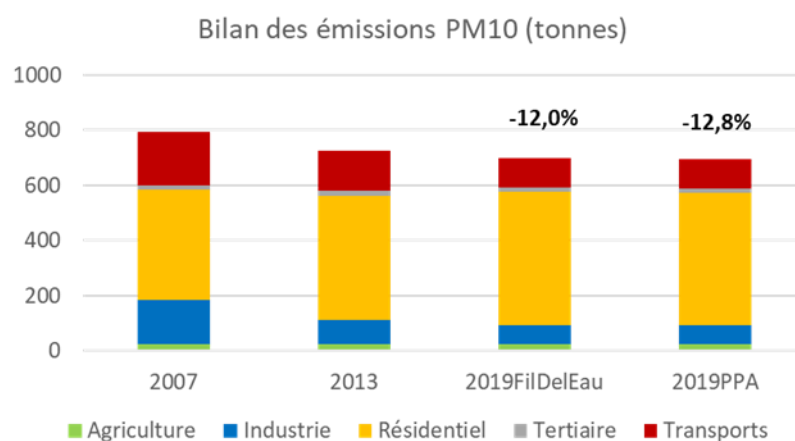


Figure 24:: émissions de PM10 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de de l'agglomération de Clermont-Ferrand pour les différents scénarii

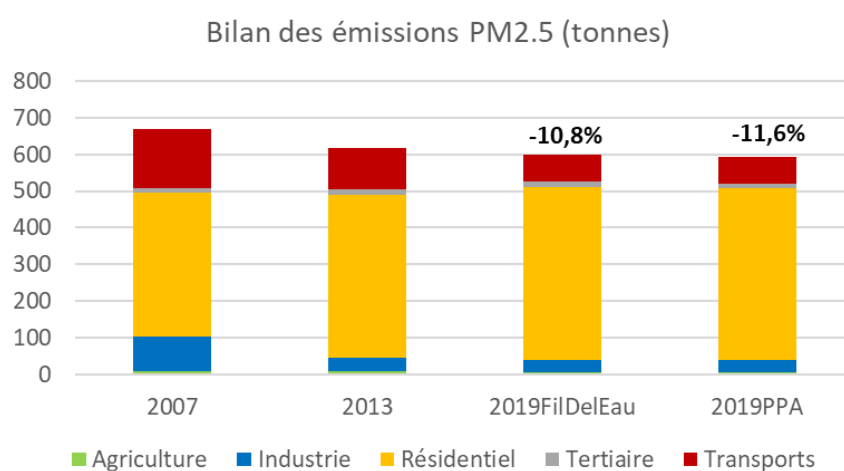


Figure 25:: émissions de PM2.5 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de l'agglomération de Clermont-Ferrand pour les différents scénarii

Le tableau suivant synthétise pour les quatre principaux polluants l'évolution 2013-2019 des émissions entre les scénarii :

- 2013 et « 2019 Sans PPA » : tendanciel 2013-2019,
- « 2019 Sans PPA » et « 2019 Avec PPA » : gain lié aux actions PPA.

NOx		PM10		PM2.5	
Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA
-18.3%	-1.5%	-3,7%	-0.8%	-3.1%	-0.9%

Figure 26:: synthèse des gains en émissions de polluants période 2013-2019 (gain dû au tendanciel / gain lié à la mise en œuvre des actions PPA)

L'analyse de l'évolution des émissions entre 2013 et 2019 (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 faible, avec un gain plus marqué pour les NOx que pour les particules.

3.1.6 Evaluation 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 sur les transports

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

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 M3, M4, M5, M6 et M7 (cf figure 22).

Améliorations des performances des parcs des flottes captives en matière d'émissions polluantes (action M3)

L'action regroupe différentes initiatives concourant à la réduction des émissions. Les données collectées ayant permis l'évaluation de cette action sont les suivantes :

- pour les bus urbains : renouvellement du parc de bus urbains du SMTc en faveur de véhicules GNV (35 véhicules) ou de véhicules diesels (30 bus dont 12 articulés) de dernière génération se traduisant par une baisse des émissions polluantes par km parcourus.
- pour les véhicules légers : substitution de véhicules diesels par des véhicules électriques ou hybrides (64 véhicules concernés) avec des kilométrages moyens associés (10 000 km/an) dans les flottes de la DREAL, Région, Département, Clermont-Auvergne Métropole, DDT, ENEDIS, MFP Michelin.

Inciter à la mise en place d'actions de réductions des émissions polluantes des transporteurs via l'adhésion à la charte « Objectif CO2 » de l'ADEME (action M4)

La démarche Objectif CO2 s'adresse à toutes les entreprises de transport, quelle que soit leur taille ou leur activité, et aux entreprises et chargeurs ayant une flotte en compte propre. Les entreprises s'engagent sur trois ans dans un plan d'actions concrètes et personnalisées en vue de diminuer leur consommation de carburant et, par voie de conséquence, leurs émissions de CO₂ (principal gaz à effet de serre) et de polluants atmosphériques.

D'après les données récupérées par la DREAL auprès des transporteurs engagés, l'adhésion à la charte « Objectif CO₂ » s'est traduite selon les transporteurs par une diminution des émissions à l'intérieur de la zone PPA

- de -9% à -24% sur les émissions de NO_x,
- de -12% à -24% sur les émissions de particules fines.

Le niveau de performance est évalué sur la base des données d'activité déclarées par groupe de véhicules sur le site www.objectifco2.fr, puis comparé avec la performance de référence calculée à partir de la base de données de référence européenne HBEFA2 appliquée au parc français.

Inciter à la mise en œuvre des Plan de Déplacement Inter-Entreprise (action M5)

Seule la partie relative au télétravail a pu être évaluée sur la base des déclarations des organismes suivants : DREAL, Département, Région, CEREMA, DIRECTE.

Les données collectées (nombre de jours télétravaillés, distances domicile-travail) ont permis de chiffrer à près de 790 000 le nombre de kilomètres évités en voiture grâce à la mise en place du télétravail.

Favoriser l'intermodalité et adapter l'offre de transports (action M6)

Cette action a été évaluée via les statistiques issues de l'extraction locale de la base de données du registre gouvernemental de preuve de covoiturage « <http://covoiturage.beta.gouv.fr/> ». Près de 2630 covoiturages ont été déclarés à partir ou à destination d'une commune située au sein du périmètre PPA. La grande majorité de ces covoiturages est intra-départementale. Ces trajets totalisent 81 772 km.

Mise en place d'un plan « modes actifs » (action M7)

Les différentes offres servicielles en faveur du vélo ont fait l'objet d'une évaluation de l'ADEME en 2016³. Les données obtenues auprès des services de CAM et du SMTC peuvent ainsi être traduits en kilomètre voiture évité et donc en gain en matière d'émissions polluantes :

- 30 stations vélos libre service avec flotte supplémentaire de 300 vélos durant la période du PPA et nombre de trajets associés,
- Nombre de location de vélos à assistance électrique en location longue durée,
- Mise en place d'un parking sécurisé au niveau de la Gare de Clermont-Ferrand en 2019 avec 150 places.

Parallèlement, il a été pris en compte le début du déploiement du schéma cyclable avec 15 km réalisés en 2019 sur les 365 km prévus à horizon 2028.

Intégration des gains calculés dans l'inventaire des émissions

Les volumes de trafic observés proviennent du modèle trafic déployé par le SMTC en situation actuelle (année 2014), 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 (DIR, VINCI, CD63).

Les trafics relatifs aux 3 scénarii sont estimés comme suit :

- 2013 et « 2019 Avec PPA » : on applique à la situation 2014 l'évolution des comptages trafic observée sur les périodes 2014-2013 et 2014-2019 :
 - VRU (Voies Rapides Urbaines) et principales RD (Routes Départementales) : selon l'évolution des comptages,
 - Autres voiries : selon un coefficient moyen d'évolution obtenu sur des voiries analogues pourvues de comptages.
- « 2019 Sans PPA » : ce scénario traduit l'évolution du trafic sans les actions du PPA. Les gains chiffrés pour les actions évaluées viennent donc s'ajouter à la situation réelle ou « avec PPA » pour définir ce scénario.

³ <https://www.ademe.fr/etude-devaluation-services-velos>

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 :

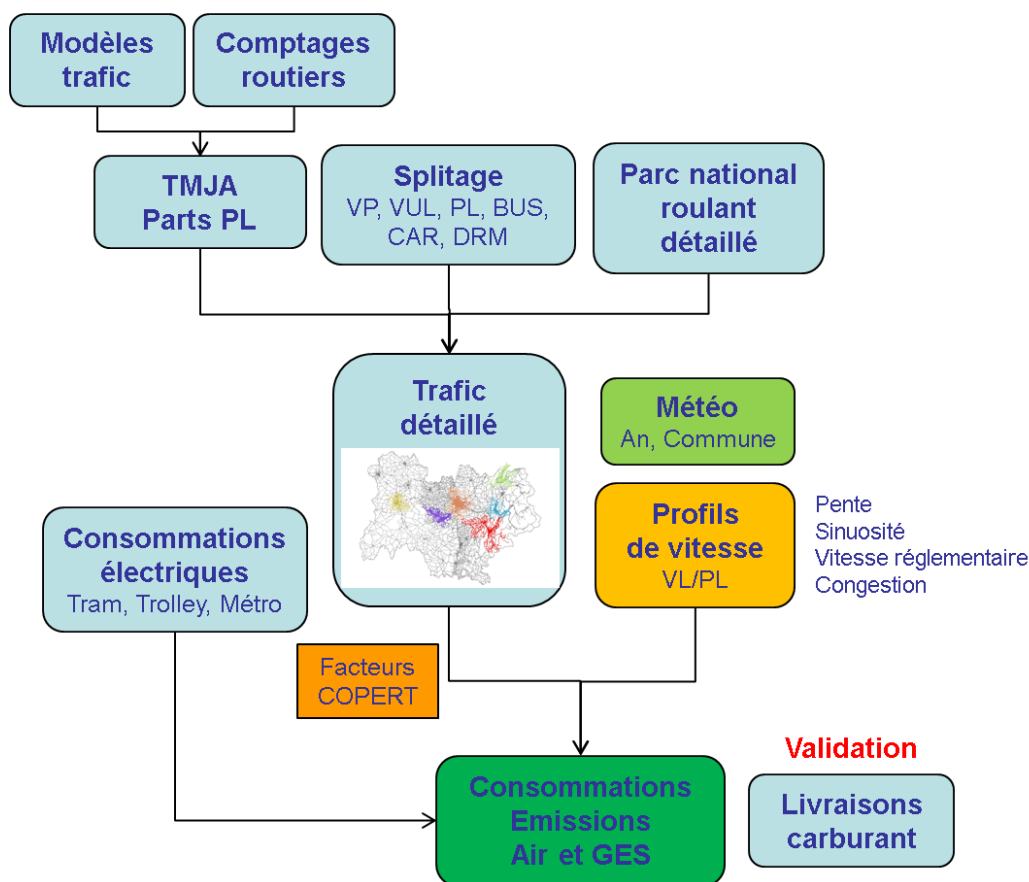


Figure 27: principales étapes de calcul des émissions du transport routier

Plusieurs sources de données sont nécessaires :

- Données liées aux volumes de trafic (modèle trafic 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 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 2019 (parc prospectif 2019 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 2019, avec l'apparition de véhicules de norme Euro 6 venant remplacer des véhicules anciens (de norme inférieure ou égale à Euro 3).

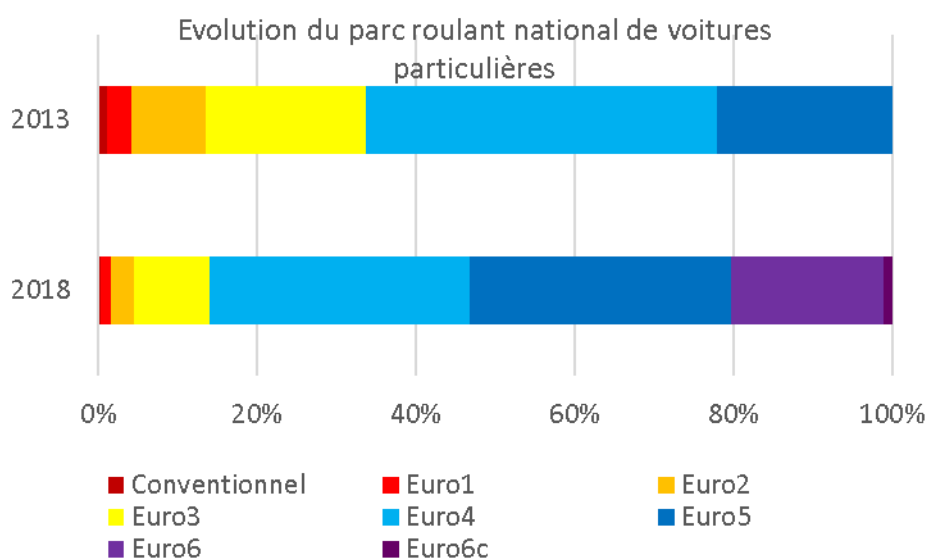


Figure 28: évolution du parc roulant national moyen de voitures particulières par norme Euro
Source : Parc prospectif roulant : MTES-DGEC/CITEPA version janvier 2020 (scénario AME-2019)

3.1.6.2 Actions du secteur habitat/tertiaire

Les émissions des secteurs résidentiel et tertiaire 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, ...

Cette étude présente l'évaluation des gains en émissions de différentes actions liées au secteur résidentiel (F1, F2, F3).

Rénovation énergétique des bâtiments (action F1)

Entre le 01/01/2015 et le 31/12/2019, 1242 logements ont bénéficié d'une subvention de l'Anah au titre du programme "Habiter mieux" sur le périmètre du PPA permettant un gain énergétique de 12,8 GWh. Cela représente une baisse de :

- 3,9% des consommations 2018 de chauffage du logement collectif ancien,
- 1,0% des consommations 2018 du chauffage individuel

Ces diminutions, appliquées au parc de logement de l'agglomération clermontoise, engendrent une baisse des émissions polluantes associées.

Développement du bois-énergie tout en limitant les émissions de particules liées au chauffage biomasse (F2)

Durant la période du PPA, aucun dispositif d'aide financière spécifique pour l'achat d'un système biomasse performant n'a pas été développé pour les particuliers.

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

dans le bilan des émissions. Sur le territoire PPA de l'agglomération clermontoise, 3 chaufferies ont été identifiées pour une puissance cumulée de 750 kW :

- Clermont-Ferrand : bureaux CNFPT, lycée Lafayette,
- Blanzat (école).

Les chaufferies biomasse font l'objet d'une réglementation spécifique (pour les puissances > 2MW) sur le territoire PPA concernant notamment les émissions de PM : la VLE (Valeur Limite d'Emissions) fixée par défaut à 50 mg/Nm³ (à 6% d'O₂) est ramenée à 30 mg/ Nm³ en zone PPA.

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

- Scénario 2013 et « 2019 Avec PPA » : émissions BDREP déclarées, sinon émission estimée sur la base d'une VLE à 30 mg/ Nm³,
- Scénario « 2019 Sans PPA » : émissions estimées sur la base d'une VLE à 50 mg/ Nm³.

Brûlage des déchets verts (action F3)

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. Cette hypothèse a été déduite de l'analyse des quantités de déchets verts traités sur les plateformes de compostage de la zone PPA (chiffres fournis par les EPCI de la zone PPA).

L'analyse des tonnages compostés depuis 2013 sur la zone PPA montre une hausse annuelle de 1,0%/an entre 2013 (9 482 tonnes) et 2018 (9953 tonnes). L'année 2019 a été écartée par manque de données. Afin de tenir compte également du développement du compostage individuel, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- 2019 Sans PPA : stabilisation des quantités brûlées par maison entre 2013 et 2019,
- 2019 Avec PPA : diminution de 1,0%/an depuis 2013 des quantités brûlées par maison.

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.

La réduction d'émissions de PM₁₀ associées à cette action (généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA) est d'environ 0,35 tonnes.

3.1.6.3 Actions temporaires

Compte tenu leur caractère non pérenne, ces actions n'ont pas fait l'objet d'une évaluation quantitative.

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

Gains par actions

La répartition des gains entre les actions est présentée dans le graphique suivant.

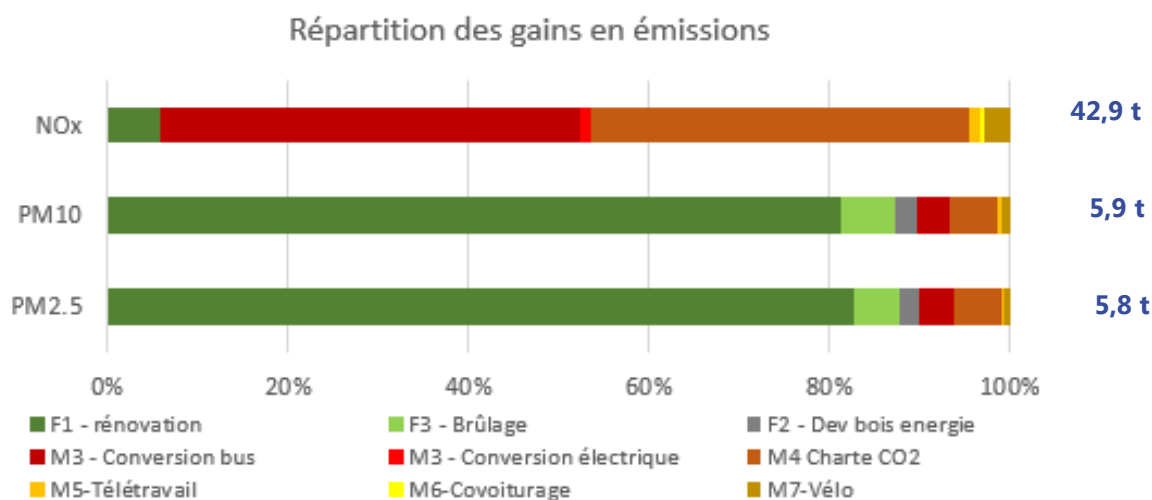


Figure 29: répartition des gains en émissions par action du PPA de l'agglomération clermontoise

Concernant les émissions de NOx, les mesures les plus efficaces concernent les actions liées aux transports, notamment celles touchant les poids-lourds et les bus urbains, car ce sont les véhicules qui parcourent le plus de distances dans l'année.

Concernant les particules fines, et en l'absence de mise en œuvre de fond air bois qui constitue une action « phare » sur d'autres territoires de la région, les gains sont dominés par l'action en faveur de la rénovation énergétique des bâtiments.

Le tableau suivant reprend les gains par action en valeurs absolues.

Secteur	N° Action	Intitulé	Gains NOx kg/an	Gains PM10 kg/an	Gains PM2.5 kg/an
Mobilités	M3	Contribuer au développement du parc de véhicules hybrides et électriques	20 417	217	217
	M4	"Charte CO ₂ "	18 000	311	311
	M5	Accélérer la mise en place des plans de déplacement inter établissements (PDiE) et de zone, limitation des émissions à la source (promotion du télétravail et formation à l'écoconduite).	582	25	15
	M6	Poursuivre la politique coordonnée entre AOT pour favoriser l'intermodalité	132	6	3
	M7	Mettre en place un plan "modes actifs	1 263	55	32
Habitat-Tertiaire	F1	RRénovation énergétique des bâtiments	2 500	4 800	4 800
	F2	Développement du bois-énergie tout en limitant les émissions de particules	-	140	130
	F3	Brûlage à l'air libre des déchets verts,	40	350	300

Gain global

L'objectif de cette partie est de pouvoir comparer l'évolution des émissions aux objectifs 2009-2020 fixés initialement dans le PPA de l'agglomération clermontoise.

Les difficultés de comparaison proviennent du fait que les périodes relatives portent sur des années et des durées différentes.

Il a été décidé de mentionner à titre d'information les objectifs 2009-2020 sur les graphiques 2013-2019 et 2007-2019 afin de rendre compte malgré cette distorsion temporelle des ambitions initiales du PPA au regard de l'évaluation réalisée.

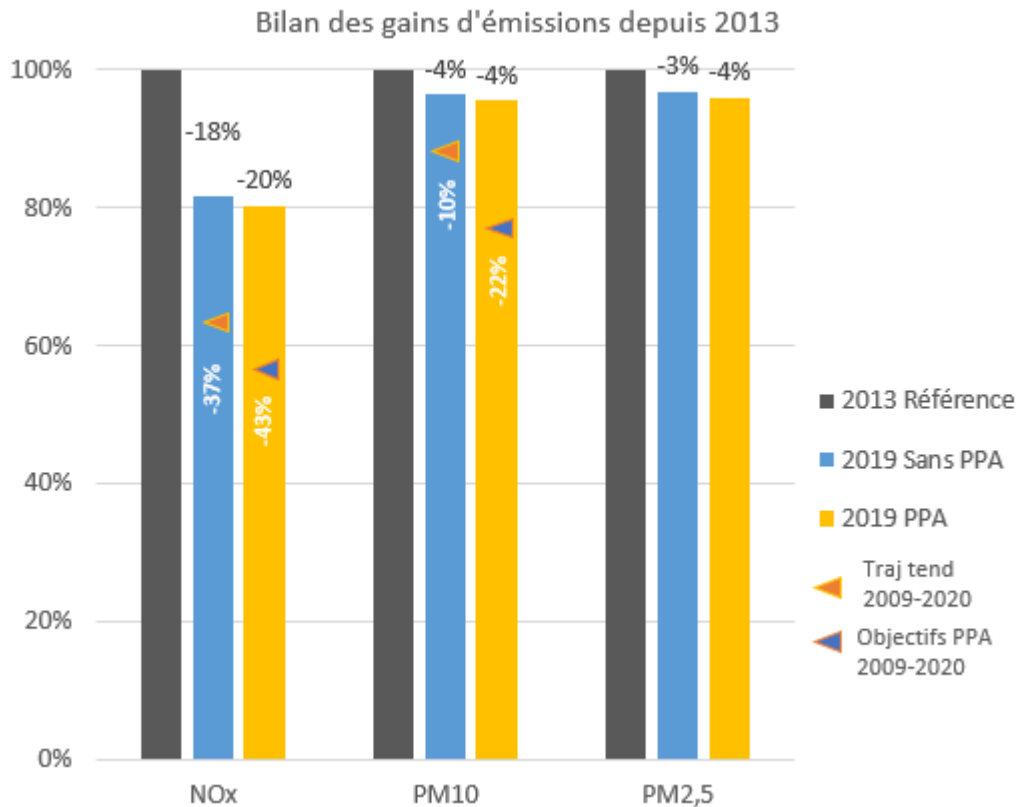


Figure 30: Evolution des gains d'émissions par rapport à l'année de référence 2013

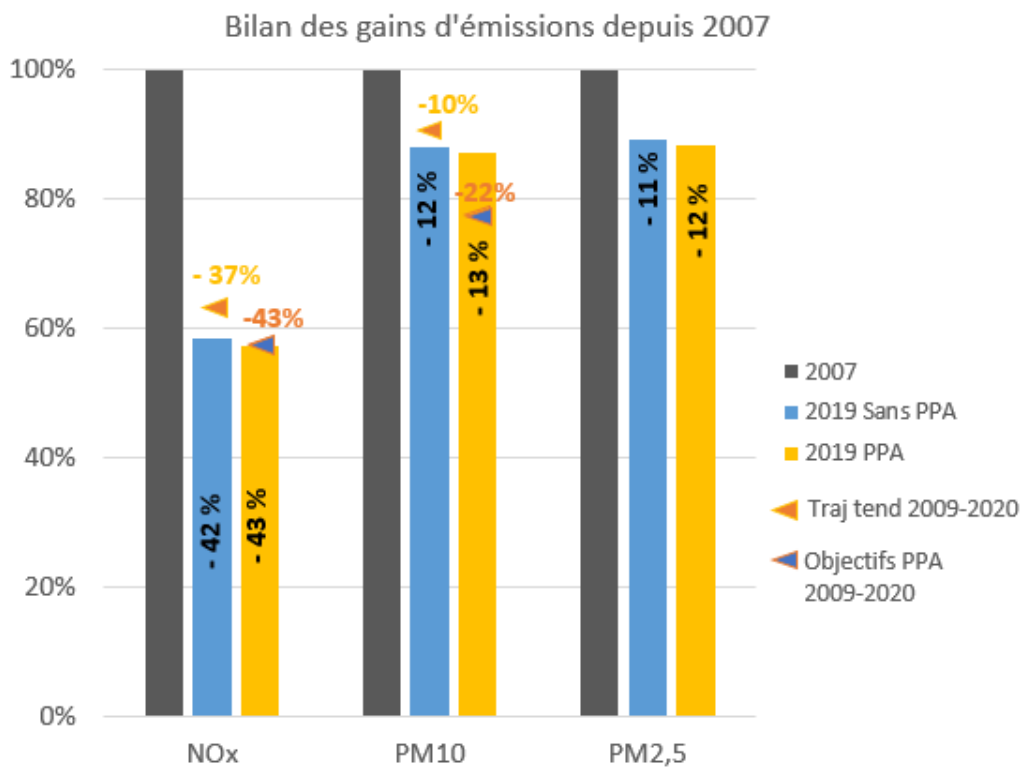


Figure 31: Evolution des gains d'émissions par rapport à l'année 2007

Ces graphes montrent que sur la période 2007-2019 les réductions d'émissions calculées vis-à-vis des ambitions initiales du PPA (données sur la période 2009-2020) sont :

Evaluation 2013-2019 du PPA de l'agglomération clermontoise

- en adéquation pour les NOx. L'effet du PPA ne saurait être à l'origine de ce constat. Il s'agit davantage d'une trajectoire tendancielle plus favorable qu'envisagée lors de l'évaluation *ex ante* du PPA,
- à moitié atteintes pour les PM10 (-13% pour un objectif à -22%) avec un effet très faible du PPA.

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

Le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) fixe la stratégie de l'Etat français pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Il vise à réduire les émissions de polluants atmosphériques pour améliorer la qualité de l'air et réduire ainsi l'exposition des populations à la pollution. Il fixe les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques à horizon 2020, 2025 et 2030 par rapport à l'année de référence 2005.

Concernant les polluants évalués, seuls les NOx et les PM2.5 sont visés par le PREPA avec une ambition de réduction de -50% pour les NOx et de -27% pour les PM2.5 en 2020 (par rapport à 2005).

L'étude de l'évolution des émissions entre 2007 et 2019 montre que les réductions observées sont proches des ambitions PREPA pour les NOx et insuffisantes pour les PM2.5.

3.1.9 Perspectives

L'évaluation des émissions sur le territoire du PPA de l'agglomération clermontoise 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 2019, 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 leurs impacts.

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 (mise en œuvre du Schéma de transition énergétique et écologique, Schéma cyclable, nouveau PDU, plateforme de rénovation énergétique, ...) et que les gains seront sans doute plus marqués dans les années à venir.

De plus, au printemps 2019, Clermont Auvergne Métropole a été lauréat de l'appel à projet de l'ADEME concernant les Zones à Faibles Emissions.

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

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

3.2.1 Méthodologie

La chaîne de modélisation utilisée pour évaluer les actions du 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 le 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 2016. 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 ici⁴.

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 sans PPA » : scénario qui prend en compte les émissions 2019 sans mise en œuvre des actions du PPA et la météo 2013,
- « Scénario avec PPA » : scénario qui prend en compte les émissions 2019 avec mise en œuvre des actions du PPA et la météo 2013.
-

Les scénarii avec et sans PPA correspondent à une année fictive dont les émissions sont celles de l'année 2019 et la météo utilisée est celle de 2013. 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.

⁴ 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 l'agglomération clermontoise :

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

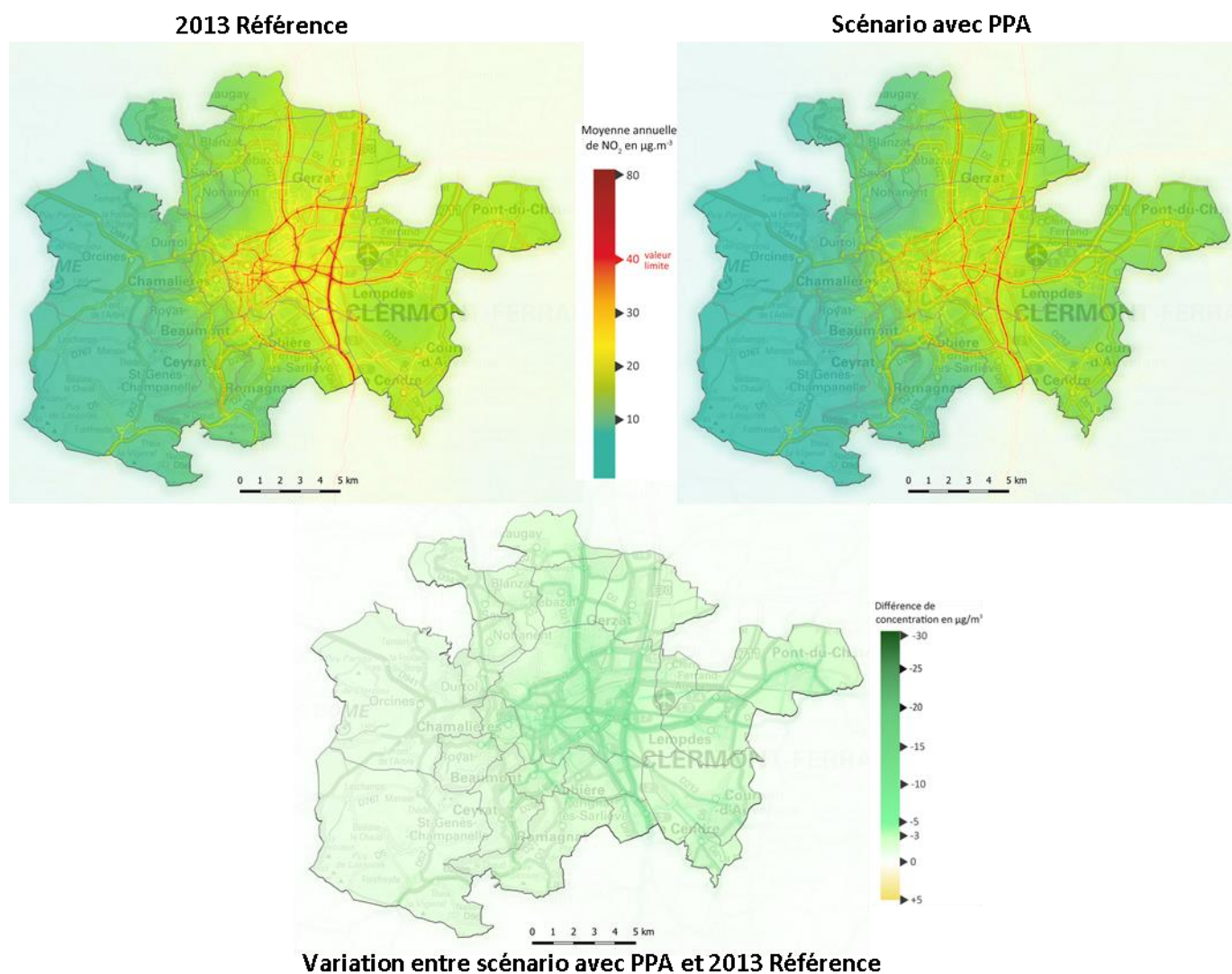


Figure 32 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA clermontois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

Entre la situation 2013 et le scénario avec PPA, on observe une baisse modérée de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur l'ensemble du territoire, notamment sur la commune de Clermont-Ferrand (de -1.5 à -4 µg/m³ en situation de fond). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, cette diminution pouvant dépasser -14 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 l'agglomération clermontoise permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 33 précise :

- à gauche le profil d'exposition de la population du territoire du PPA clermontois au dioxyde d'azote dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « scénario 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 clermontois au dioxyde d'azote selon les 3 scénarios : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (scénario sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (scénario avec PPA).

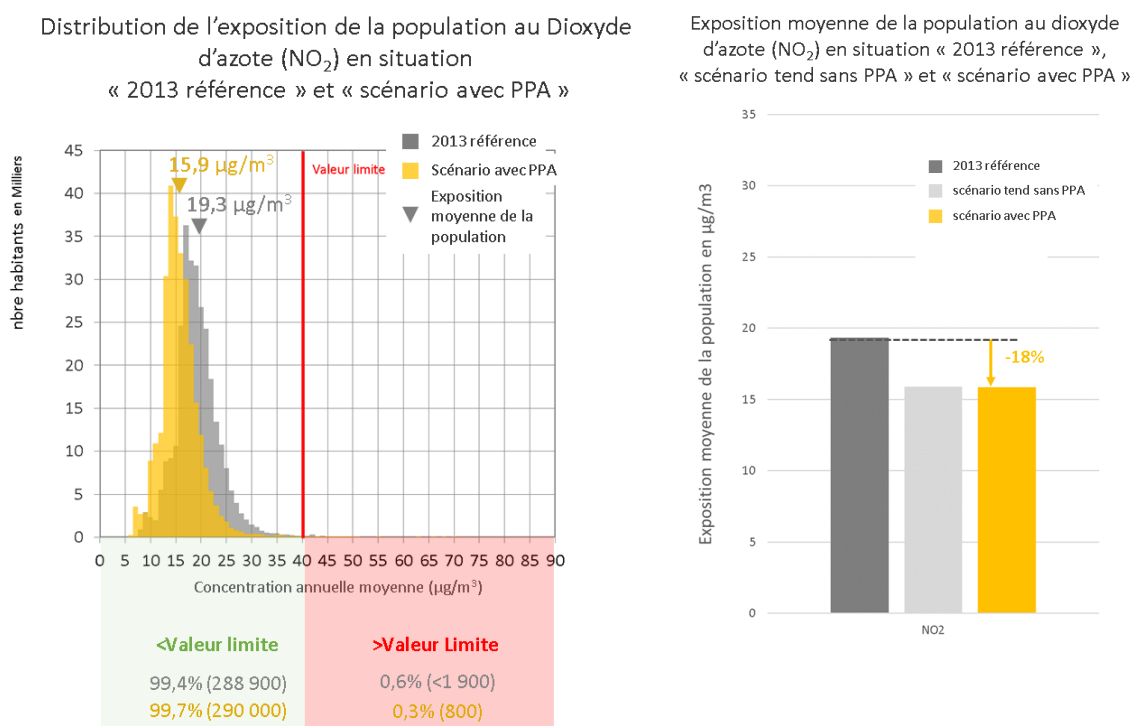


Figure 33 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA clermontois au NO_2 - selon les scénarios « 2013 référence » et « scénario avec PPA » - à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA au NO_2 selon les 3 scénarios

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 clermontois de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne et ainsi de réduire d'environ 1100 habitants le nombre de personnes soumises à des concentrations de dioxyde d'azote supérieures à la valeur limite.

L'effet du « scénario avec PPA » permet de réduire l'exposition moyenne au dioxyde d'azote de 18 % par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 34 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois aux valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés.

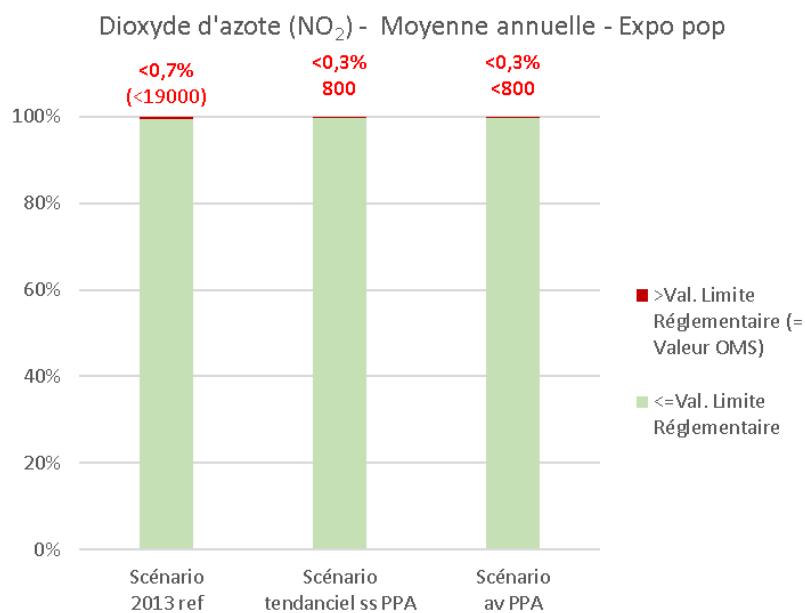


Figure 34 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois – comparaison à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés

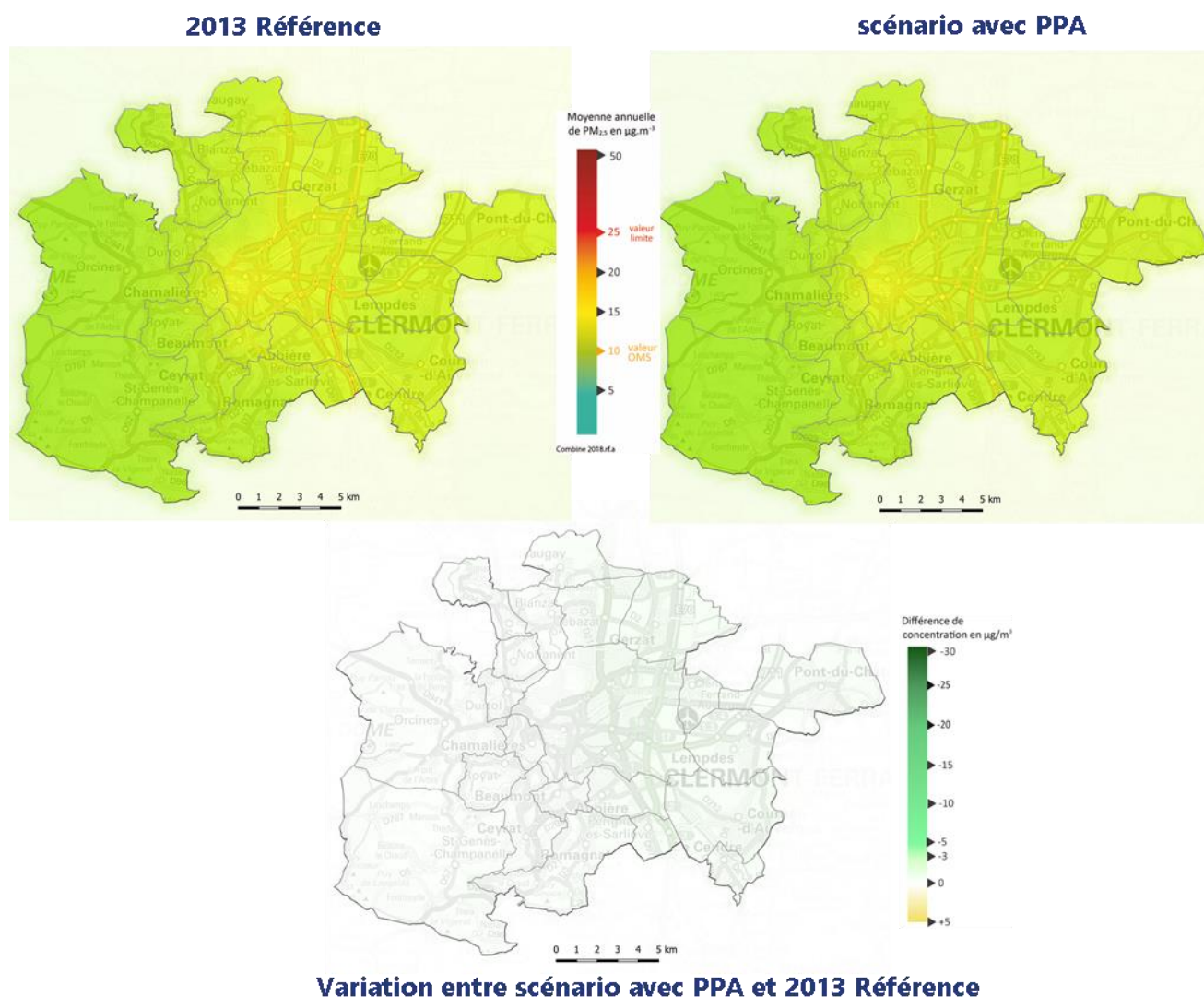
Les effets tendanciels permettent de réduire le nombre d'habitants exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite pour le dioxyde d'azote d'environ 1 100 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA ne réduit quasiment pas ce nombre d'habitants qui restent exposés.

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

La Figure 35 présente la carte de concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur le territoire du PPA de l'agglomération clermontoise et sur la commune de Clermont-Ferrand :

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



Entre la situation 2013 et le scénario avec PPA, la variation est favorable mais très peu marquée. En effet, on observe une baisse faible de la concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur l'ensemble du territoire, même sur la commune de Clermont-Ferrand (baisse inférieure à 1 µg/m³ en situation de fond). La diminution est un peu plus marquée dans les zones de proximité routière, et peut atteindre 3 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 l'agglomération clermontoise permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 36 présente :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA clermontois aux particules PM2.5 dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « scénario 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 clermontois aux particules PM2.5 selon les 3 scénarios : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (scénario sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (scénario avec PPA).

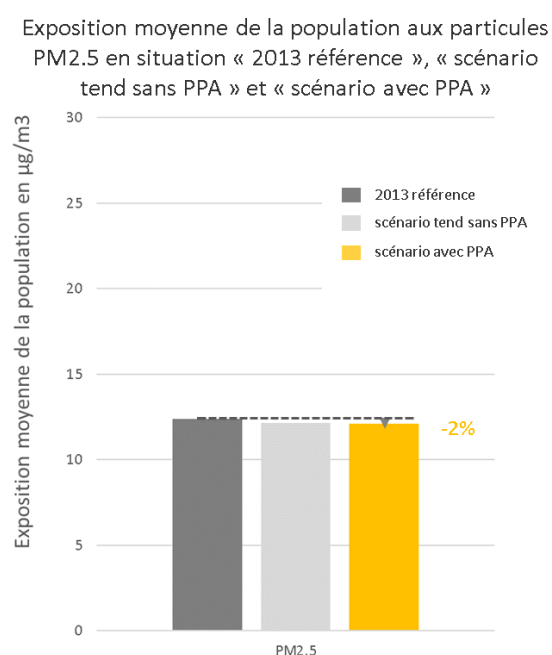
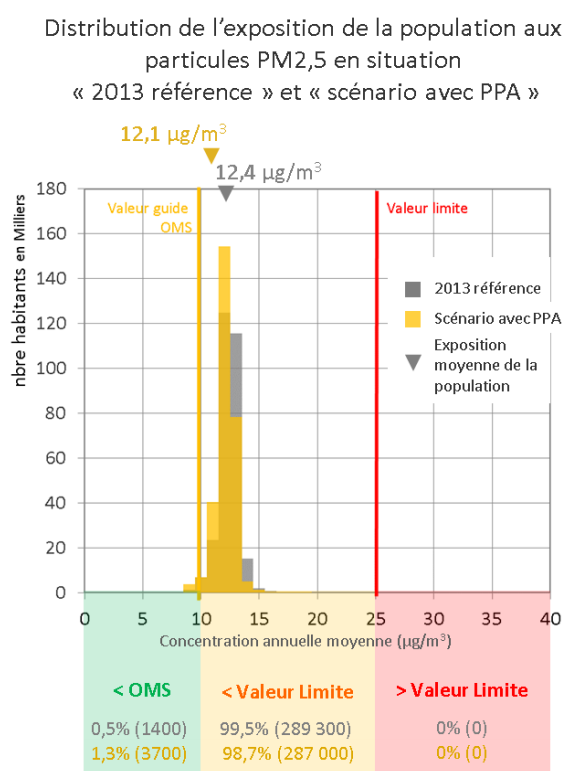


Figure 36 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA clermontois - particules PM2.5 - selon les scénarios « 2013 référence » et « scénario*avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA clermontois aux PM2.5 selon les 3 scénarios

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 0,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne, mais permet de réduire de 2300 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

L'effet du scénario avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne aux particules PM2.5 de 2 % par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 37 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM_{2,5} selon les 3 scénarios modélisés.

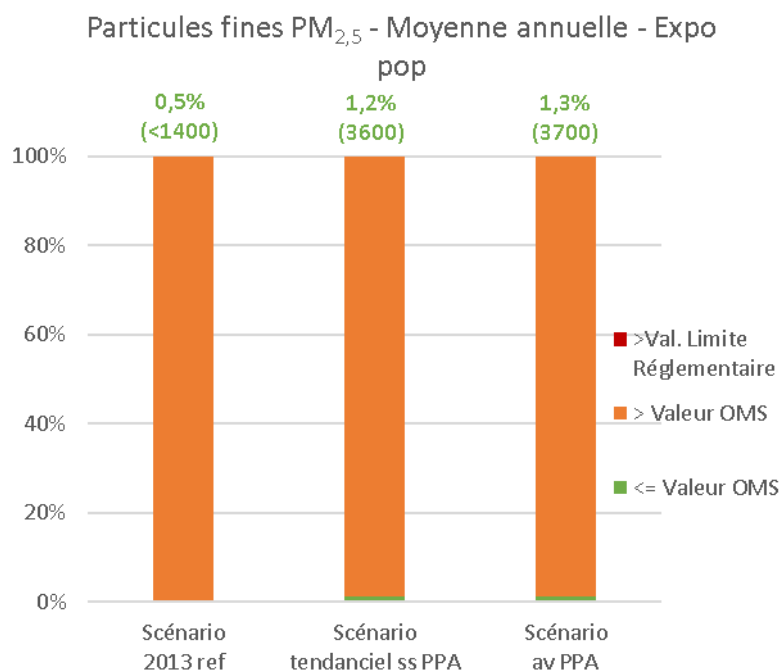


Figure 37 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois – comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM_{2,5} - selon les 3 scénarios modélisés

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, 99,5% des habitants sont concernés par des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS pour les particules PM_{2,5} (10 µg/m³ en moyenne annuelle) en situation de référence.

La mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire d'environ 2 300 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

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

3.2.4.1 Cartes de concentration moyenne annuelle pour les PM10

La Figure 38 présente la carte de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur le territoire du PPA de l'agglomération clermontoise :

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

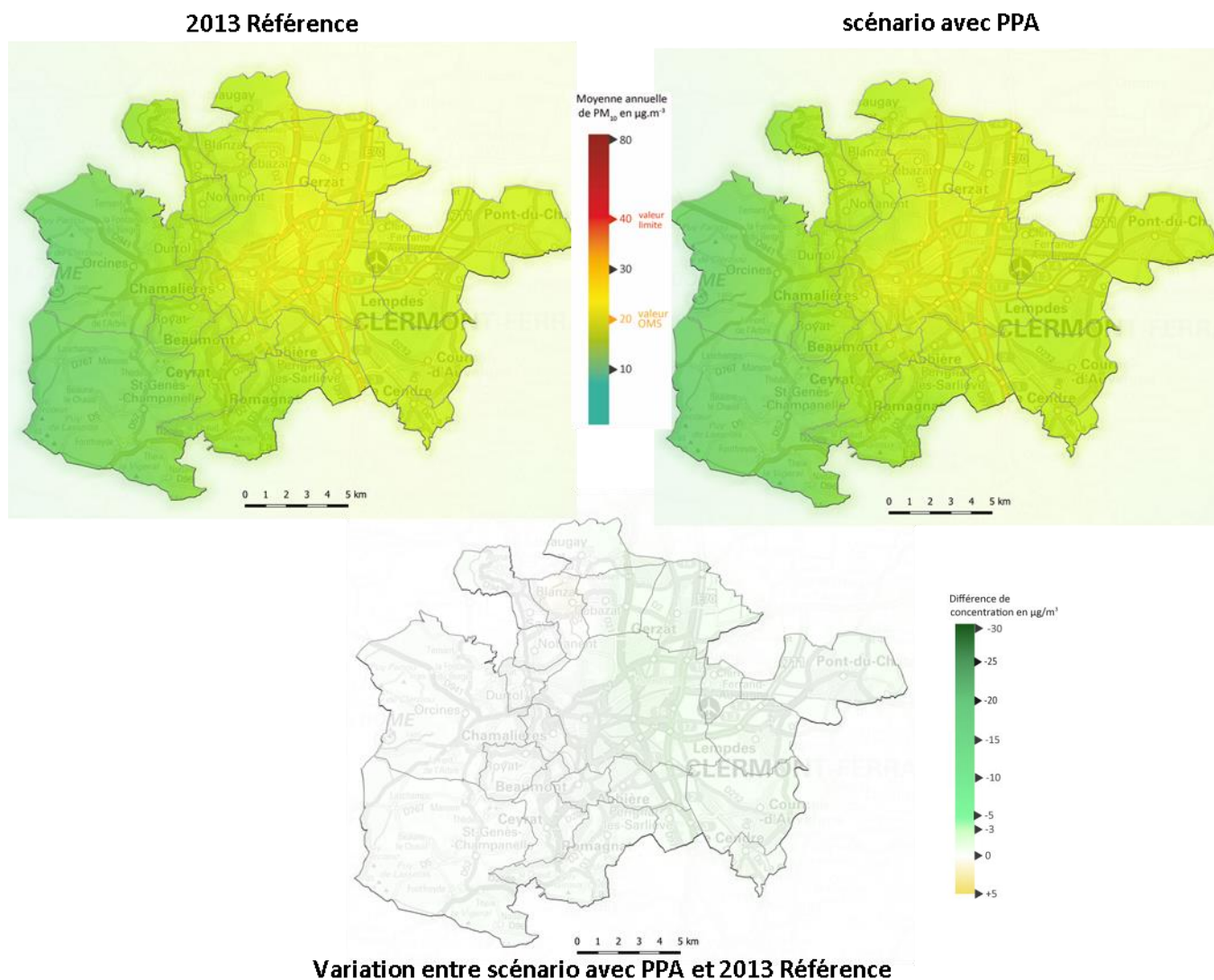


Figure 38 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM10 sur le territoire du PPA clermontois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

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

Entre la situation 2013 et le scénario avec PPA, la variation est favorable mais très peu marquée. En effet, on observe une baisse faible de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur l'ensemble du territoire (baisse inférieure à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de fond). La diminution est un peu plus marquée dans les zones de proximité routière, et peut atteindre $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 l'agglomération clermontoise permet d'estimer des indicateurs d'exposition.

La Figure 39 présente

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA clermontois aux particules PM10 dans la condition initiale « 2013 référence » (en gris) et en situation « scénario 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 clermontois aux particules PM10 en concentration moyenne annuelle : en situation de référence 2013, sous les effets du tendanciel seul (scénario sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (scénario avec PPA).

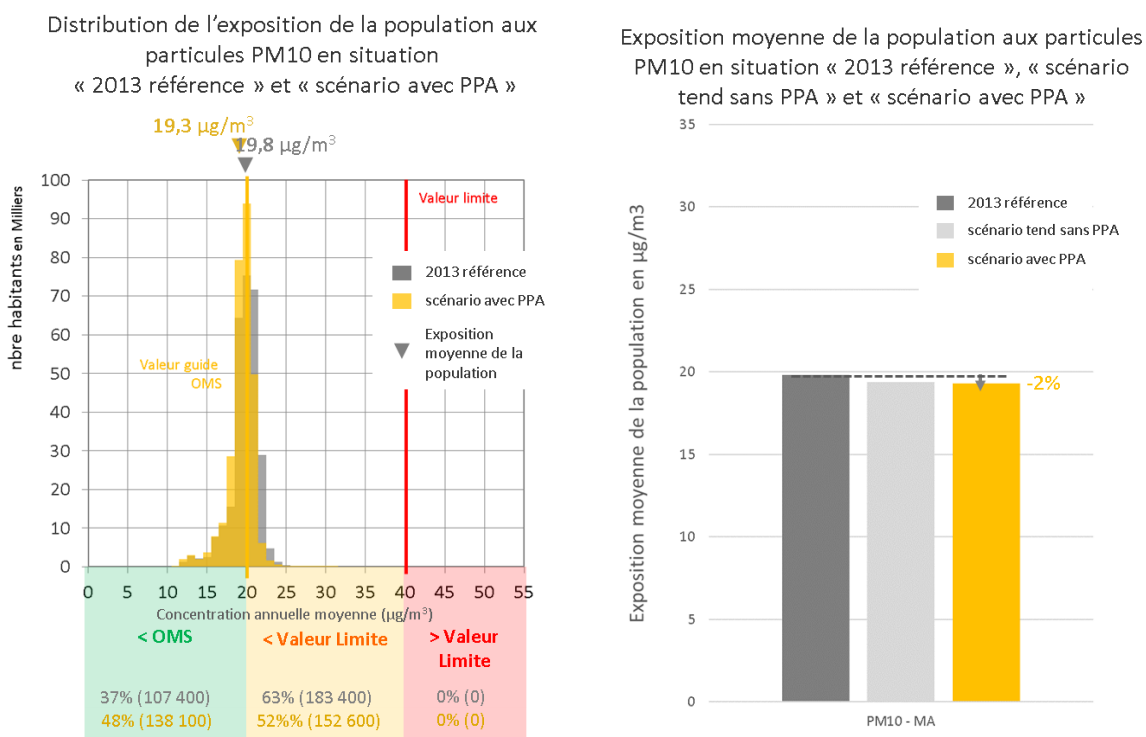


Figure 39 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA clermontois - particules PM10 - selon les scénarios «2013 référence » et « scénario*avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA aux PM10 selon les 3 scénarios

Pour les particules PM10 en concentration moyenne annuelle, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire l'exposition moyenne des habitants de la zone PPA de 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle permet de réduire d'environ 30 800 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

L'effet du scénario avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne aux particules PM10 en moyenne annuelle de 2% par rapport au scénario 2013 référence.

La Figure 40 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM₁₀ selon les 3 scénarios modélisés.

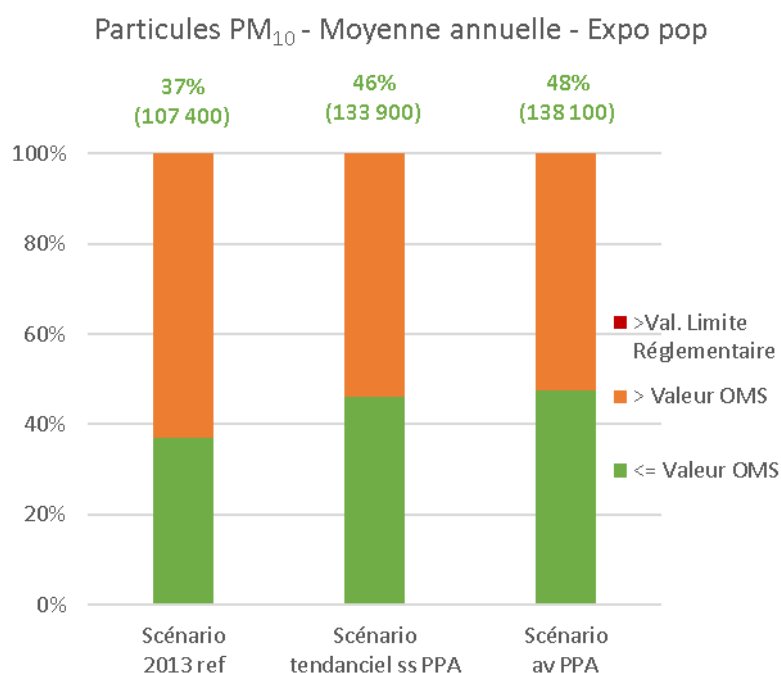


Figure 40 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois - comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM₁₀ - selon les 3 scénarios modélisés

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 avec PPA qui prend en compte les effets du tendanciel et des actions du PPA, 52% des habitants du territoire (152 600 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 26 500 personnes.

La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 4 200 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)

La Figure 41 présente la carte du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur le territoire du PPA de l'agglomération clermontoise et sur la commune de Clermont-Ferrand :

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

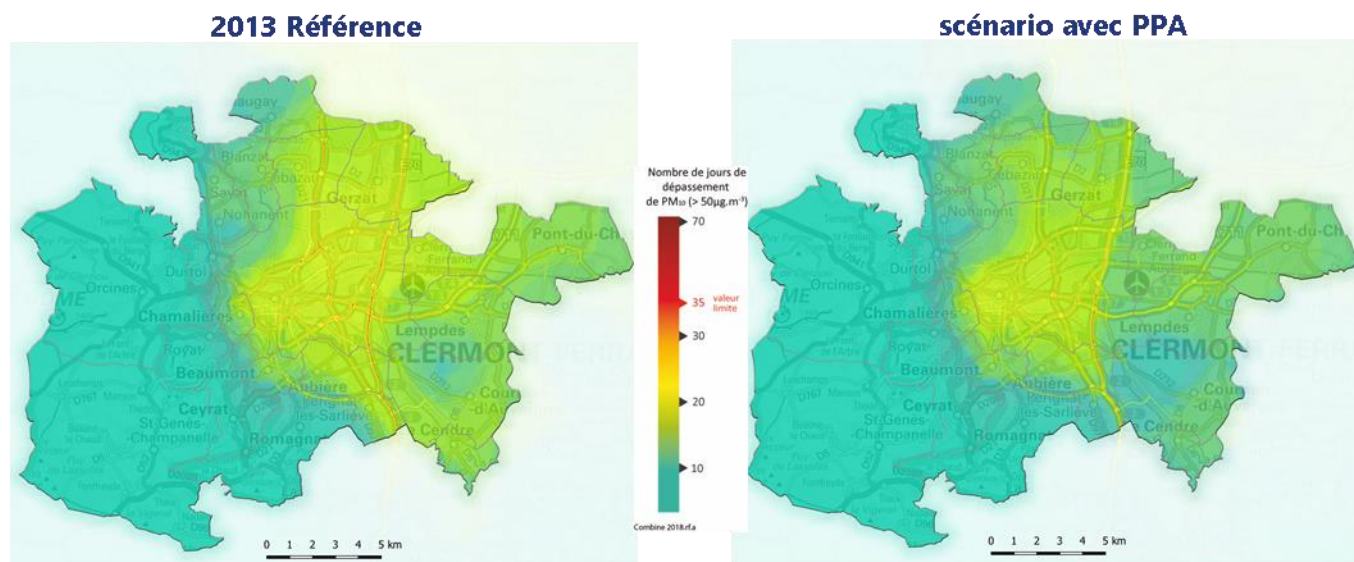


Figure 41 : évolution du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur le territoire du PPA clermontois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

Entre la situation 2013 et le scénario avec PPA, on observe une baisse modérée du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur l'ensemble du territoire, notamment à l'est de l'A71 (jusqu'à 6 jours de moins en situation de fond). La diminution est similaire dans les zones de proximité routière.

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

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

La Figure 42 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA clermontois à la valeur réglementaire relative au nombre de jours de dépassement pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

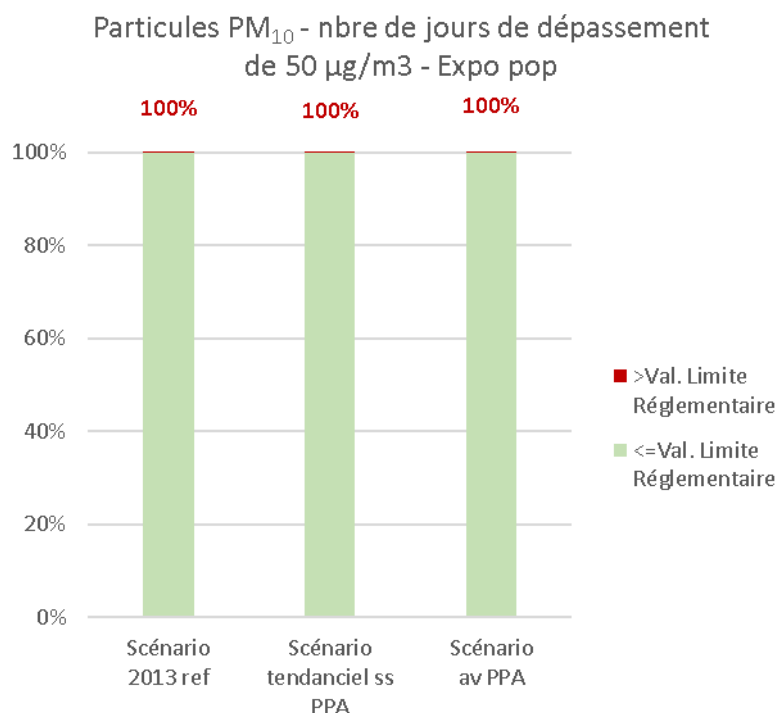


Figure 42 : histogramme d'exposition des habitants du territoire clermontois à la valeur réglementaire relative au nombre de jours de dépassement pour les particules PM₁₀ selon les 3 scénarios modélisés

Quel que soit le scénario, a priori personne n'est soumis à un nombre de jours de dépassement au-dessus de la valeur limite pour les particules fines PM₁₀.

La Figure 43 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 (scénario sans PPA) et avec les effets du tendanciel couplé aux actions du PPA (scénario avec PPA).

Exposition moyenne de la population aux particules PM₁₀ – nbre de jours de dépassement de 50 µg/m³
- en situation « 2013 référence », « scénario tend sans PPA » et « scénario avec PPA »

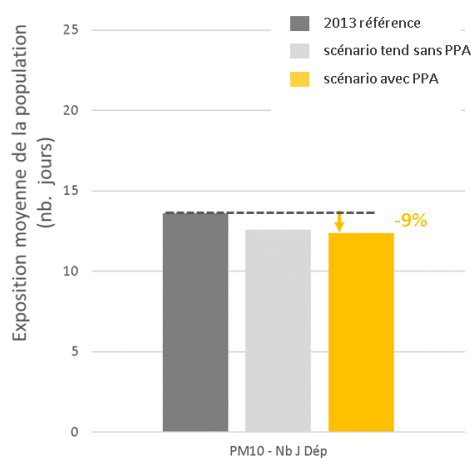


Figure 43 : exposition moyenne de la population du territoire du PPA clermontois aux PM₁₀ – nombre de jours pollués selon les 3 scénarios

L'effet du scénario avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne au nombre de jours pollués aux particules PM₁₀ de 9 % 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 2019* :

- modérément la concentration annuelle moyenne de NO₂ (baisse de 1.5 à 4 µg/m³ en situation de fond, pouvant dépasser 14 µg/m³ en proximité routière) et l'exposition moyenne des habitants de 3,5 µg/m³,
- faiblement la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 et PM10 (baisse inférieure à 1 µg/m³ en situation de fond, pouvant aller jusqu'à 2 µg/m³ en proximité routière) et l'exposition moyenne de moins de 1 µg/m³,
- faiblement aussi le nombre jours pollués en particules PM10 (jusqu'à 6 jours de moins en situation de fond, comme au centre des voiries).

Concernant le dioxyde d'azote, moins de 800 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre environ 1 900 concernés en situation de référence 2013).

Au niveau des particules PM2.5, quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant. Toutefois, 287 000 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur guide de l'OMS (contre environ 289 300 concernés en situation de référence 2013).

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 48 % de la population respire un air « conforme » à la valeur guide de l'OMS (contre 37 % en situation de référence 2013). Les effets tendanciels associés aux actions du PPA ont permis de réduire le nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur guide de l'OMS pour les particules PM10 d'environ 30 700 personnes.

6. Conclusions

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

Même si le bilan réglementaire entre 2013 (année précédant la mise en place du PPA) et 2019 (couvrant les 5 années de mise en œuvre du PPA) montre une nette amélioration, le dioxyde d'azote reste un polluant à surveiller d'un point de vue réglementaire en lien avec de potentiels dépassements réglementaires en bordure des grands axes de circulation.

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 clermontoise, peut être exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (environ 1 000 habitants pour les PM2.5 en 2019).

Ces dernières années les niveaux d'ozone ont également tendance à augmenter en lien avec une météorologie de plus en plus favorable à sa formation (été chaud et ensoleillé). Une vigilance particulière sera donc nécessaire dans les prochaines années à l'égard de ce polluant.

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 2019* tendanciel, scénario 2019* 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. Les résultats ne reflètent donc pas une situation réelle.

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.

NOx		PM10		PM2.5	
Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2019	Gain actions PPA
-18.3%	-1.5%	-3,7%	-0.8%	-3.1%	-0.9%

Figure 44: 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 faible.

Les actions apportant proportionnellement le plus de gain sont :

- au niveau des NOx, les actions du secteur des transports, notamment celles touchant les poids-lourds et les bus urbains (actions M3 et M4) qui apportent plus de 85% des gains quantifiés,
- pour les particules fines, et en l'absence de mise en œuvre de fond air bois qui constitue une action « phare » sur d'autres territoires de la région, les gains sont dominés par l'action en faveur de la rénovation énergétique des bâtiments (action F1) avec 80% des gains.

Compte tenu des données disponibles dans l'historique des inventaires d'émissions et des objectifs initiaux du PPA, il a été décidé de mentionner à titre d'information les objectifs 2009-2020 sur le graphique 2007-2019 afin de rendre compte des ambitions initiales du PPA au regard de l'évaluation réalisée malgré un léger écart dans les années.

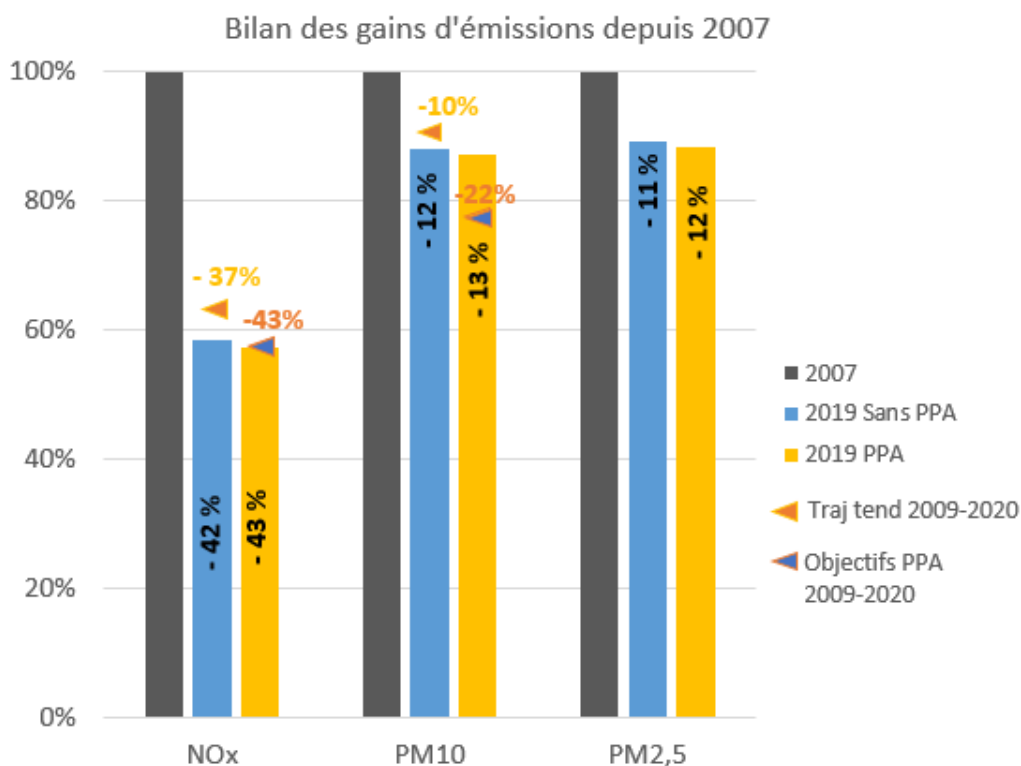


Figure 45: Evolution des gains d'émissions par rapport à l'année 2007

L'analyse de ce graphique montre que les résultats sont :

- en adéquation pour les NOx. L'effet du PPA ne saurait être à l'origine de ce constat. Il s'agit davantage d'une trajectoire tendancielle plus favorable qu'envisagée lors de l'évaluation *ex ante* du PPA,
- à moitié atteintes pour les PM10 (-13% pour un objectif à -22%) avec un effet très faible du PPA.

La mise en place des actions du PPA, associée aux effets tendanciels, ont contribué à réduire l'exposition des populations sur le périmètre d'application du plan, entre 2013 et 2019*. Ainsi, à météorologie identique, les effets sont les suivants :

- pour le NO₂, la population exposée à un dépassement de la valeur limite passerait de 1 900 habitants en 2013 à moins de 800 en 2019,
- pour les PM10, la réduction du nombre d'habitants exposés au-dessus de la valeur guide de l'OMS serait d'environ 30 700 personnes.

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.

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 2019, 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 leurs impacts. Malgré l'absence de quantification, ces actions vont dans le bon sens vis-à-vis des enjeux de qualité de l'air.

Il existe donc une réelle dynamique engagée sur le territoire (mise en œuvre du Schéma de transition énergétique et écologique, Schéma cyclable, nouveau PDU, plateforme de rénovation énergétique, étude de préfiguration ZFE, ...) et les gains seront sans doute plus marqués dans les années à venir.

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

7. 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.

BDREP : Base de Données du Registre des Emissions Polluantes.

CAM : Clermont Auvergne Métropole

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

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

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

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

DGEC : Direction Générale de l’Energie 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’Emission.

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

MTES : Ministère de la Transition Ecologie et Solidaire.

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

PCIT: Pôle de Coordination des Inventaires Territoriaux.

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

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

SMTC : Syndicat Mixte des Transports en Commun.

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel.

VLE : Valeur Limite à l’Emission.

VRU : Voie Rapide Urbaine.

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

ZFE : Zones à Faible Emission

8. 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/omineia>

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

9. 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 chaine 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.**). 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 WRF⁵ et le modèle de chimie transport CHIMERE⁶. 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.

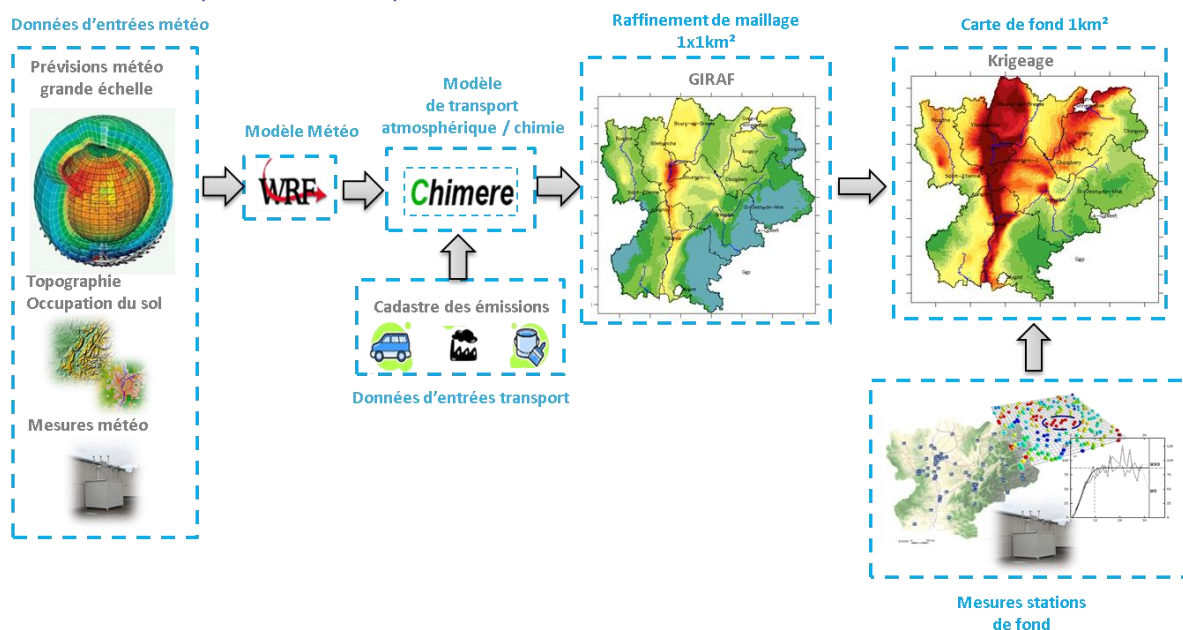


Schéma de mise en œuvre de la chaîne de modélisation régionale

⁵ WRF: National Center for Atmospheric Research <https://www.wrf-model.org/>

⁶ CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>
Evaluation 2013-2019 du PPA de l'agglomération clermontoise

La seconde cartographie à l'échelle de la rue est issue du modèle SIRANE⁷, développé par l'Ecole Centrale de Lyon (voir figure ci-dessous). 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.

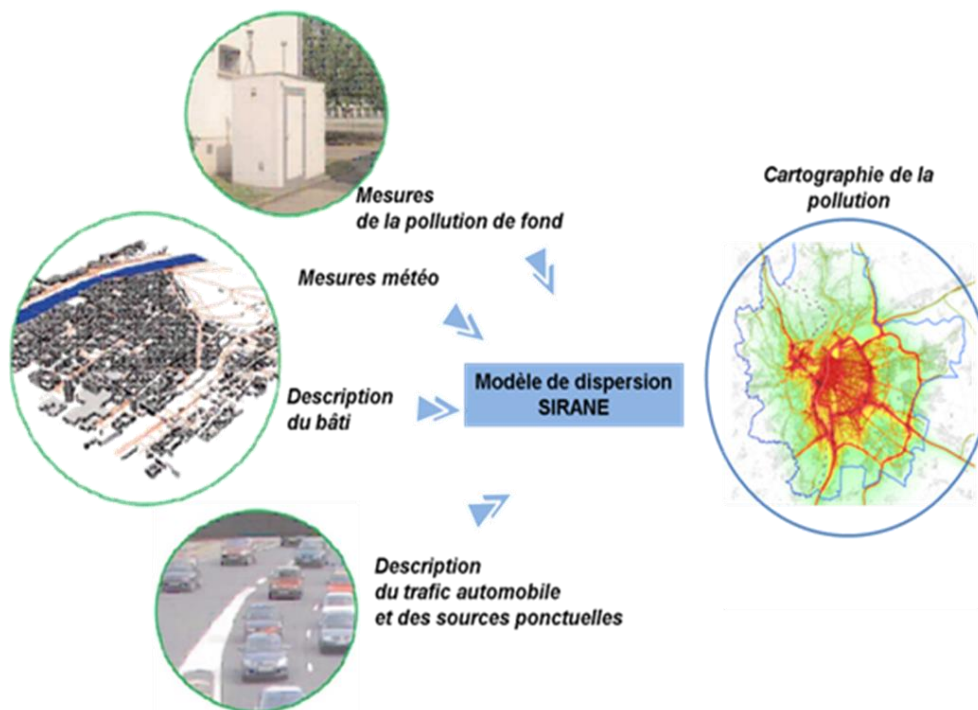


Schéma de mise en œuvre de la modélisation fine échelle (SIRANE)

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

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

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

La cartographie régionale finale des polluants à fine échelle est alors calculée en combinant la cartographie de proximité avec la cartographie de fond (voir figure ci-dessous). 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.

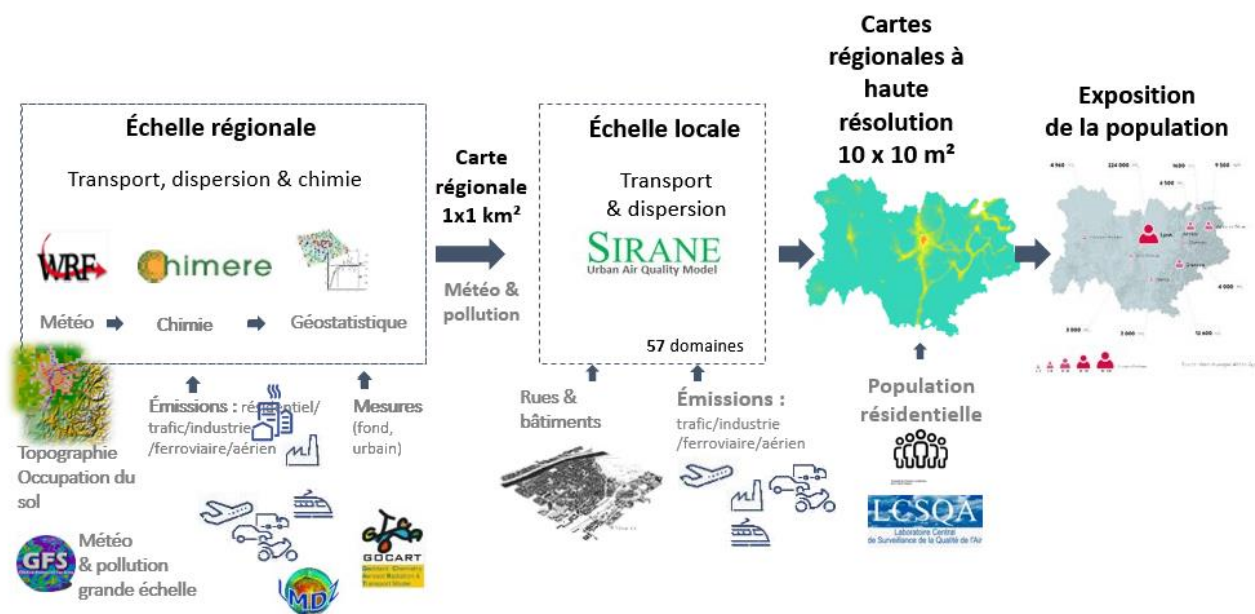


Schéma de principe de combinaison des modèles régionaux et fine échelle

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 appliqué à la modélisation corrigée de l'année de référence, en tout point de la carte. Cette conservation peut être illustrée sous forme de formule (exemple : année de référence 2010 et année prospective 2020) :

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

Avec :

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Généralités sur les inventaires d'émissions

A quoi sert un inventaire des émissions ?

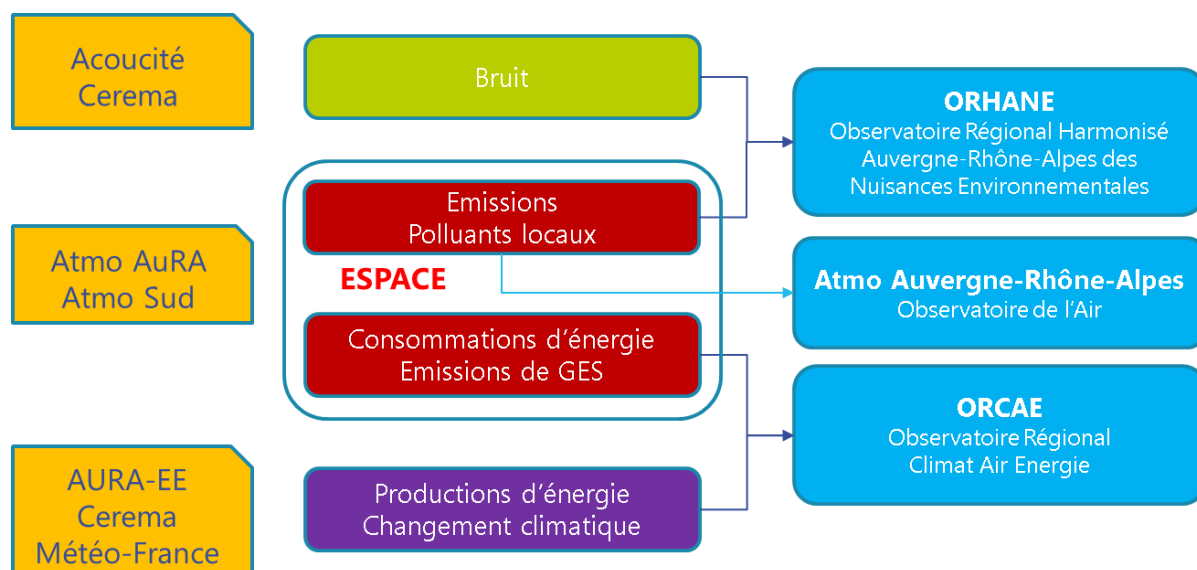
Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de quinze ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins :

- Donnée d'entrée pour les modèles d'évaluation de la qualité de l'air (CHIMERE, SIRANE) ;
- Alimentation des observatoires (Air, ORCAE, ORHANE) ;
- Évaluation des enjeux d'un territoire et alimentation des plans d'actions, comme les Plans de Protection de l'Atmosphère, les Plans de Déplacements Urbains, les Plans Climat Air Energie Territoriaux.

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

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

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



Interactions autour de l'inventaire des émissions

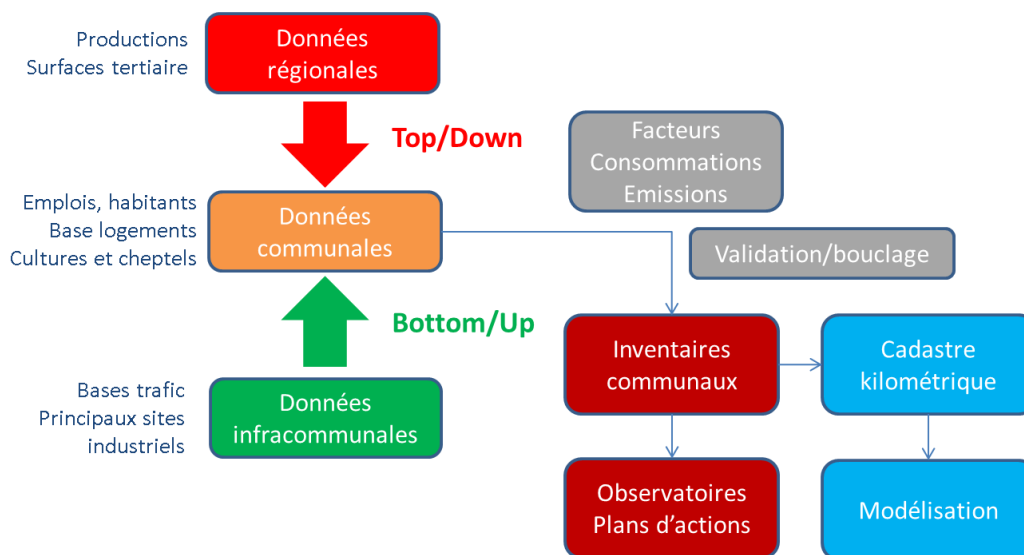
Exigences d'un inventaire

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.



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).

Annexe 5 : tableau chiffré associé aux graphiques sur les émissions de polluants atmosphériques

NOx	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	Total
2007	25	837	276	226	2539	3903
2013	19	238	308	177	2052	2793
2019 sans PPA	13	259	301	167	1544	2283
2019 avec PPA	13	259	298	167	1503	2239
PM10	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	Total
2007	25	159	399	16	196	795
2013	25	84	453	16	147	726
2019 sans PPA	25	68	483	16	107	699
2019 avec PPA	25	68	478	16	106	693
PM2,5	Agriculture	Industrie	Résidentiel	Tertiaire	Transports	Total
2007	7	97	391	14	162	671
2013	7	39	444	14	114	618
2019 sans PPA	6	32	473	14	73	599
2019 avec PPA	6	32	468	14	72	593

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