

Evaluation des impacts du PPA de l'agglomération stéphanoise sur la qualité de l'air

PPA adopté en février 2014

Evaluation sur la période 2013 - 2018



Diffusion : Octobre 2020

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

Version éditée le 30/10/2020



Financement

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



Sommaire

1. Contexte et objectifs du PPA	4
1.1 Contexte réglementaire.....	4
1.2 Contexte sanitaire.....	4
1.3 Contexte général du PPA de l'agglomération stéphanoise.....	5
1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus.....	6
1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2019-2020 ?.....	8
1.6 Méthodologie d'évaluation.....	8
2. Bilan réglementaire de la qualité de l'air (2013-2018)	9
2.1 Localisation des stations et historique des mesures.....	9
2.2 Le dioxyde d'azote (NO ₂).....	11
2.3 Les particules en suspension PM10.....	13
2.3.1 Moyenne annuelle.....	13
2.3.2 Valeur limite journalière.....	15
2.4 Les particules en suspension PM2.5.....	17
2.5 L'ozone.....	18
2.5.1 Définition et sources.....	18
2.5.2 Un large territoire en dépassement.....	19
2.6 Les métaux lourds.....	21
2.7 Bilan des épisodes de pollution.....	22
2.8 Quels enjeux pour le territoire ?.....	24
3. Evaluation quantitative des actions	25
3.1 Quelles sont les réductions d'émissions obtenues grâce aux actions du PPA ?.....	25
3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale.....	25
3.1.2 Scénarii modélisés et polluants considérés.....	26
3.1.3 Actions étudiées préalablement à leur évaluation.....	27
3.1.4 Actions de la feuille de route.....	29
3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scénarii.....	29
3.1.6 Evaluation des réductions d'émissions des actions PPA prises en compte.....	31
3.1.7 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PPA sont-ils atteints ?.....	37
3.1.8 Les objectifs de réduction des émissions fixés dans le PREPA sont-ils atteints ?.....	43
3.1.9 Perspectives.....	43
3.2 Quels sont les effets sur l'exposition des populations ?.....	44
3.2.1 Méthodologie.....	44
3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote.....	45
3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM2.5.....	48
3.2.4 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM10.....	51
3.2.5 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les particules PM10.....	54
Glossaire	60
Bibliographie	61
Annexes	62

1. Contexte et objectifs du PPA

1.1 Contexte réglementaire

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

En France, c'est le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), mis en place par la Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Energie (loi LAURE du 30/12/1996), qui doit permettre d'assurer le respect des normes de qualité de l'air fixées à l'article R. 221-1 du Code de l'Environnement.

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

Outre les zones où les normes de qualité de l'air sont dépassées ou risquent de l'être, des Plans de Protection de l'Atmosphère doivent aussi être élaborés dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants.

1.2 Contexte sanitaire

En plus de l'aspect purement réglementaire, le PPA est établi pour répondre à une problématique sanitaire de qualité de l'air. La pollution de l'air extérieur et les matières particulaires qu'elle contient sont aujourd'hui classées comme cancérigène certain pour l'homme par le CIRC (Centre International de Recherche sur le Cancer), depuis octobre 2013. Il a par ailleurs été montré que la pollution de l'air peut diminuer l'espérance de vie de quelques mois des personnes affectées et contribue à l'apparition de maladies graves, telles que des maladies cardiaques, des troubles respiratoires et des cancers.

De manière plus précise, près de 5 à 7 mois d'espérance de vie pourraient être gagnés pour les résidents des grandes agglomérations françaises si les niveaux moyens de pollution pour les particules fines (PM2.5) étaient ramenés aux seuils recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (étude APHEKOM). Par ailleurs, habiter à proximité d'axes routiers importants augmenterait de 15 à 30 % les nouveaux cas d'asthme chez l'enfant, ainsi que les pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires (étude APHEKOM/INVS).

Selon les dernières estimations présentées dans le rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement publié en 2018, les concentrations de particules fines (PM2.5) ont été responsables d'environ 391 000 décès prématurés dans les 28 États membres de l'Union Européenne pour l'année 2015 pour les PM2.5 d'origine anthropiques ou non. En France, cela représente 35 800 décès prématurés pour l'année. Par ailleurs, le coût sanitaire de la pollution de l'air est estimé entre 68 et 97 milliards d'euros par an pour la France (estimation réalisée sur des données datant de l'année 2000). Il concerne à la fois l'air intérieur et l'air extérieur.

Sur le territoire du PPA stéphanois, une étude d'impact sanitaire de la pollution atmosphérique a été réalisée en 2014¹. Cette étude montre que 5% 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 10µg/m³ au lieu des 19,4 actuels, baisse de 50%). Cela correspond à une espérance de vie gagnée de 8 mois et un bénéfice économique de la mortalité évitée qui est estimé à 330 millions d'euros par an.

¹ Santé Publique France (SPF) : Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération de Saint-Étienne, 2009-2011, Yvon JM, Huchet Kervella, 2014, 8 p.

1.3 Contexte général du PPA de l'agglomération stéphanoise

En tant que 3^{ème} plus grande agglomération de la région, avec plus de 400 000 habitants, le bassin stéphanois, est une zone sensible à la pollution de l'air en raison des émissions de polluants importantes liées notamment au trafic routier, à l'utilisation assez répandue du chauffage au bois non performant.

Même si les concentrations des différents polluants (excepté l'ozone) diminuent, le territoire du PPA stéphanois reste concerné par des problèmes réglementaires : dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ (selon les résultats de modélisation), dépassement de la valeur cible pour la santé et de la valeur cible pour la végétation en ozone, épisodes de pollution aux particules et à l'ozone.

Le bilan 2018 des dépassements réglementaires sur le territoire du PPA stéphanois est présenté dans les tableaux ci-dessous (cf normes Annexe 1). La situation est évaluée au regard de la classification des sites de mesures en tenant compte de leurs lieux d'implantations et suivant les objectifs de la mesure (voir en annexe 2).

Bilan 2018 - Composés soumis à Valeurs Limites										
Composé réglementé	PM10		PM2,5	NO ₂		SO ₂		C ₆ H ₆	ML (Pb)	CO
	VL jour	VL année	VL année	VL heure	VL année	VL heure	VL jour	VL année	VL année	VL année
FOND										
PROX AUTO				MOD						
PROX IND										

Figure 1 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs limites

Bilan 2018 - Composés soumis à Valeurs Cibles						
Composé réglementé	O ₃		BaP	ML (As)	ML (Cd)	ML (Ni)
	VC jour / santé 25 jours dpt du max jour 120 µg/m ³ moy 8h	VC végétation 18000 µg/m ³ x h (AOT40)	VC année	VC année	VC année	VC année
FOND	1 site sur 4 La Talaudière (27 jours)	1 site sur 1 La Talaudière (18470 µg/m ³ x h)				
PROX AUTO						
PROX IND						

Figure 2 : bilan 2018 des dépassements aux valeurs cibles

Par ailleurs, une partie de la population du territoire reste exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé). Les paragraphes suivants détaillent pour chacun des polluants la population impactée par des dépassements des valeurs de référence.

Le dernier PPA a été approuvé en février 2014 sur 55 communes (52 du département de la Loire et 3 communes du département de la Haute-Loire), avec comme objectifs de :

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

1.4 Les actions envisagées dans le PPA et les gains attendus

Le PPA propose 20 actions pérennes et 1 action temporaire en cas d'épisode de pollution. Elles visent les trois grands secteurs émetteurs de polluants que sont l'industrie, le résidentiel (habitat) et les transports, mais également l'urbanisme. Les actions sont de diverses natures : interdictions ou restrictions d'usages, actions de sensibilisation, d'incitation, de communication, actions d'amélioration des connaissances, ...

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

	Description	Part du gain en PM10	Part du gain en NO2
Industrie	6 actions dans le secteur industriel dont : <ul style="list-style-type: none"> • 3 actions industrielles sur les grands émetteurs NOx, PM, HAP, sur les chaudières biomasse et sur les émissions diffuses • 1 action spécifique pour les chantiers / BTP • 2 actions spécifiques pour les chaufferies biomasse 		
Résidentiel	7 actions dans le secteur du résidentiel bâtiment dont : <ul style="list-style-type: none"> • 1 action d'amélioration des connaissances du parc de chauffage, • 1 action sur la promotion d'un combustible bois de qualité et label associé. • 3 actions sur les appareils de chauffage individuel, • 1 action sur le brûlage des déchets, • 1 action de communication / sensibilisation 		
Transports	4 actions dans le secteur des transports dont : <ul style="list-style-type: none"> • 1 action qui fixe des objectifs pour les plans liés aux déplacements (PDU, schémas de déplacement, ...), • 1 action de fluidification du trafic sur l'axe A47-RN88 • 1 action portant sur les plans de déplacement entreprise ou administration (PDE / PDA) • 1 action sur la charte CO2 (transporteurs) 		
Urbanisme	2 actions qui consistent à prendre en compte les enjeux de la qualité de l'air dans l'urbanisation (SCoT, PLU) et à inclure un volet air (une carte de la qualité de l'air) dans les porter à connaissance	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition
Autres	1 action de traitement des "points noirs" de la qualité de l'air	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition	Pas de quantification possible. Amélioration de l'exposition

Figure 3 : répartition des actions pérennes par thématique et gains attendus



Figure 4 : synthèse des actions du PPA2

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

Gains d'émissions 2015 (par rapport à l'année 2007)	NOx	PM10	PM2.5
Objectif global	- 36%	- 31%	- 39%

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

L'évaluation ex-ante réalisé lors de l'élaboration du PPA2 a été réalisée sur la période 2007-2015. L'année 2007 avait été choisie pour sa situation météorologique défavorable au regard de la qualité de l'air, alors que l'année 2015 correspondait à une demande de l'Union Européenne dans le cadre de la démarche précontentieuse au sujet des concentrations en particules fines et en dioxyde d'azote.

1.5 Pourquoi une évaluation du PPA en 2019-2020 ?

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 stéphanoise date du 4 février 2014.

Lors du comité de pilotage du 30 novembre 2018, le préfet de la Loire a annoncé officiellement le lancement de la démarche d'évaluation du PPA de l'agglomération stéphanoise.

Cette évaluation quinquennale consiste en :

- une évaluation qualitative participative afin d'analyser la mise en œuvre des mesures, de mettre en évidence les points forts et faibles du PPA actuel, d'en tirer des enseignements. Une consultation a été réalisée auprès de l'ensemble des parties prenantes du PPA sous la forme d'un questionnaire en ligne.
- une évaluation quantitative réalisée en 2020 par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

1.6 Méthodologie d'évaluation

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

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

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

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 :

- o un scénario « avec les actions PPA » qui correspond aux émissions réelles du territoire,
- o 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 PM_{2.5}), car au moment de son élaboration, le PPA a ciblé ces polluants et leur a défini des objectifs chiffrés de réduction des émissions.

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

Cette partie dresse le bilan des mesures réalisées sur le territoire pour les polluants jugés problématiques au regard des valeurs de références réglementaires ou sanitaires à savoir les particules en suspension, le dioxyde d'azote, l'ozone. L'arsenic est également pris en compte, puisqu'un dépassement de la valeur cible avait été mis en évidence lors de l'élaboration du PPA.

Les résultats sont présentés sur la période 2013-2018. L'année 2013 fait office de référence puisqu'elle précède l'adoption du PPA. L'année 2018 correspond à la dernière année de mise en œuvre du PPA (plan quinquennal). L'année 2018 a été une année plutôt favorable à la qualité de l'air, excepté pour l'ozone. En effet, les mois hivernaux relativement perturbés et les températures douces ont limité les besoins de chauffage et les phénomènes d'inversion de températures. Les épisodes de pollution, notamment aux particules, ont donc sensiblement diminué durant l'hiver 2018. En revanche, les fortes températures et l'ensoleillement marqué durant l'été 2018 ont favorisé la formation d'ozone.

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.

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 stéphanois, elle est réalisée à partir de :

- **un réseau métrologique** (voir Figure 6 et Figure 7) composé :
 - de stations de mesures permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond, proximité trafic, proximité industrielle) ;
 - de stations de mesures temporaires, avec des campagnes de plusieurs mois à plusieurs années sur des territoires non couverts par le réseau fixe ou en complément de celui-ci. Elles sont utilisées notamment pour la réalisation d'études. Pour plus d'informations sur ces mesures : <https://www.atmo-auvergnepaysdelyon.fr/fiche-carte/quelles-campagnes-de-mesures-en-2018>
- **d'outils numériques** décrits en annexes 3 et 4 comprenant :
 - un **inventaire spatialisé des émissions** atmosphériques,
 - une **plateforme de modélisation** composée d'un modèle déterministe régional PREVALP fonctionnant à une échelle kilométrique et d'un modèle fine échelle SIRANE (10 m) permettant une meilleure évaluation de la pollution en proximité du trafic automobile.

Ces outils numériques permettent d'avoir une information spatialisée des concentrations en polluants sur l'ensemble du territoire du PPA et d'évaluer l'exposition des populations à la pollution. Ils permettent enfin l'implémentation de différents scénarios d'émissions pour évaluer l'impact de la mise en œuvre d'actions en faveur de la qualité de l'air à un horizon donné.

2.1 Localisation des stations et historique des mesures

La carte suivante présente les sites de mesures de la qualité de l'air sur la zone du PPA stéphanois. Afin de répondre aux exigences réglementaires et de s'adapter à l'introduction des outils d'évaluation numérique, les réseaux de surveillance évoluent régulièrement. Pour la période 2013-2018, le dispositif a connu la fermeture de deux sites (Saint-Etienne Nord et N88) et l'ouverture d'un site (Saint-Etienne Boulevard urbain). Compte-

tenu des résultats observés, certaines mesures ont été stoppées, c'est le cas du benzène et du dioxyde de soufre.

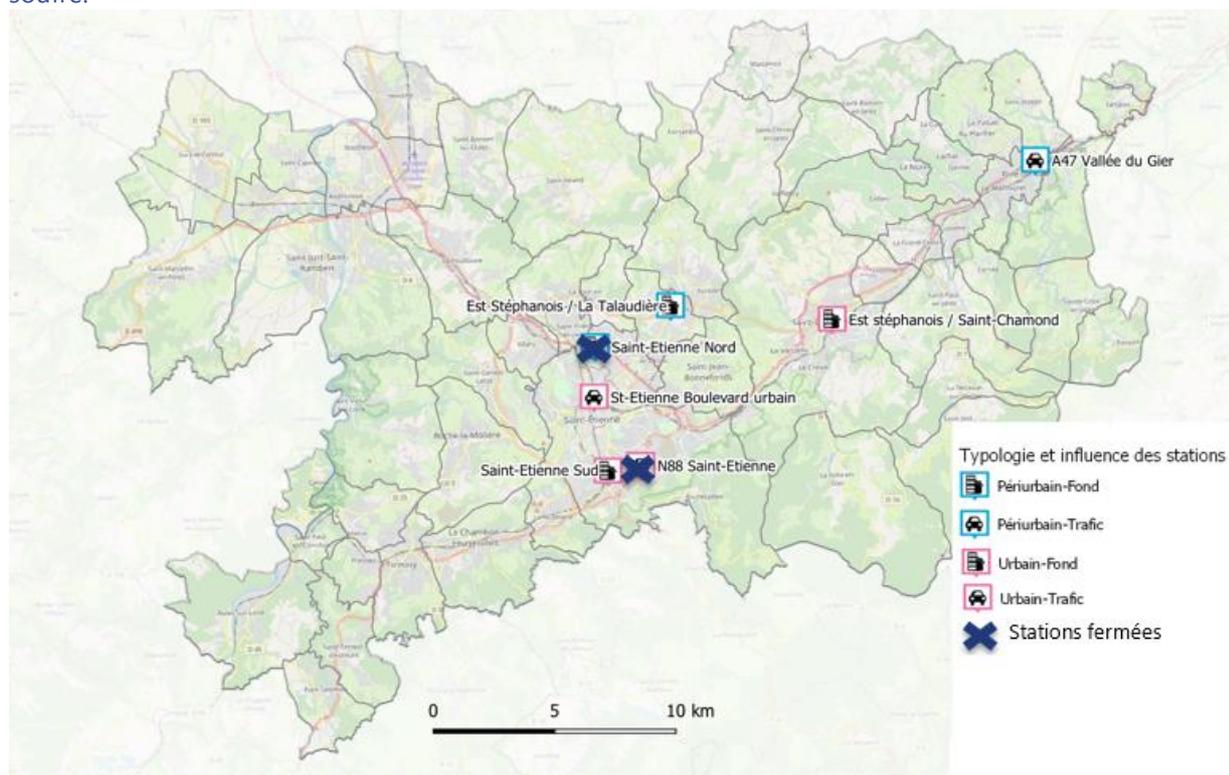


Figure 6 : Localisation des stations de mesures permanentes sur le territoire du PPA stéphanois en 2018

<u>Site</u>	<u>Polluant mesuré</u>	<u>Période de mesure</u>
A47 Vallée du Gier	Dioxyde d'azote	1999 - aujourd'hui
	Particules PM10	2007 - aujourd'hui
Est stéphanois / La Talaudière	Dioxyde d'azote	2010 - aujourd'hui
	Ozone	2010 - aujourd'hui
	Particules PM10	2010 - aujourd'hui
Est stéphanois / Saint-Chamond	Dioxyde d'azote	1999 - aujourd'hui
	Ozone	1999 - aujourd'hui
	Particules PM10	2007 - aujourd'hui
	Particules PM2,5	2009 - aujourd'hui
N88 Saint-Etienne	Dioxyde d'azote	2001 - 2018
	Particules PM10	2007 - 2018
	Particules PM2,5	2007 - 2018
Saint-Etienne Nord	Dioxyde d'azote	2013 - 2016
	Ozone	1995 - 2016
	Particules PM10	2008 - 2016
Saint-Etienne Sud	Dioxyde d'azote	1996 - aujourd'hui
	Dioxyde de soufre	1996 - 2017
	Ozone	1996 - aujourd'hui
	Particules PM10	2007 - aujourd'hui
	Particules PM2,5	2012 - aujourd'hui
	Métaux lourds	2008 - aujourd'hui
	Benzène	2013 - 2017
Benzo(a)Pyrène	2007 - aujourd'hui	
St-Etienne Boulevard urbain	Dioxyde d'azote	2016 - aujourd'hui
	Particules PM10	2016 - aujourd'hui

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

2.2 Le dioxyde d'azote (NO₂)

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

- **Les mesures aux stations**

Sur les stations fixes, les concentrations mesurées en dioxyde d'azote ont tendance à diminuer régulièrement ces dernières années. Ainsi, en 2018, toutes les mesures de dioxyde d'azote en proximité automobile respectent la valeur réglementaire annuelle et sont en-dessous des valeurs maximales relevées sur la région.

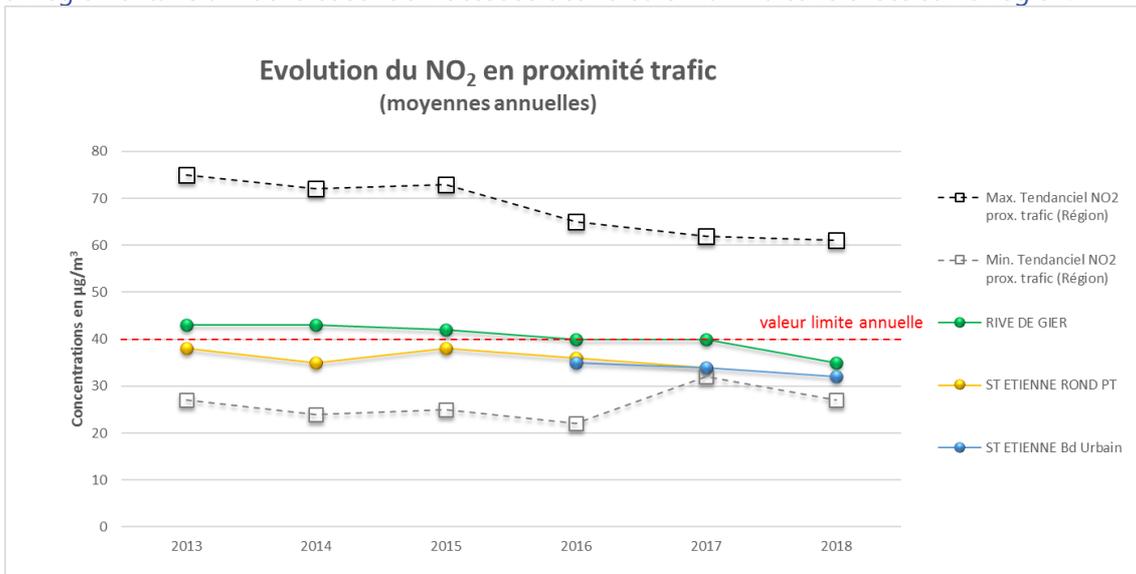


Figure 8 : historique des moyennes annuelles en NO₂ sur les stations de proximité trafic du PPA stéphanois

Concernant les sites implantés en situation de fond et renseignant sur le niveau moyen de l'agglomération stéphanoise (Figure 9), les moyennes annuelles sont plus faibles et respectent également la valeur réglementaire.

On observe une diminution relativement faible des concentrations sur l'ensemble de la période.

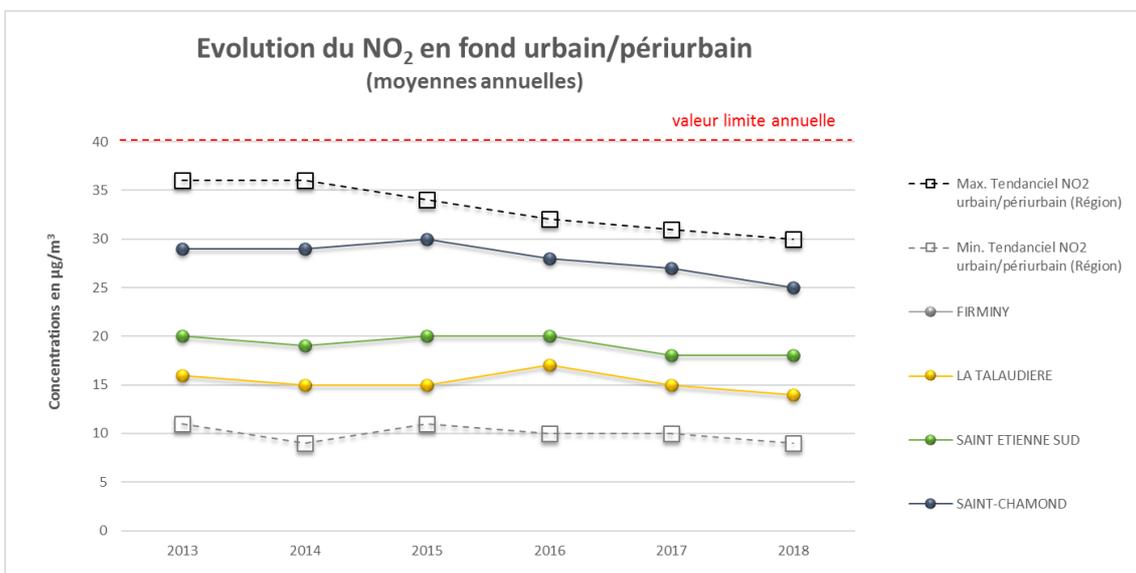


Figure 9 : historique des moyennes annuelles de NO₂ sur les stations de fond urbaines et périurbaines du PPA stéphanois

Evolution 2013-2018	
Site trafic	
RIVE DE GIER	-19%
Site de fond Urbain/périurbain	
LA TALAUDIÈRE	-13%
SAINT ETIENNE SUD	-10%
SAINT-CHAMOND	-14%

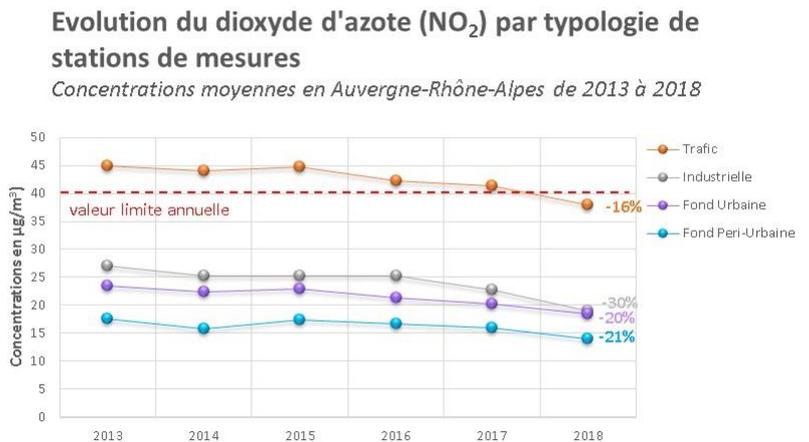


Figure 10 : évolution 2013-2018 - NO₂ sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de NO₂ ont baissé sur tous les sites. Ce constat se retrouve au niveau de la région, mais on observe une baisse un peu plus faible sur le territoire du PPA stéphanois pour les sites de fond urbain et périurbain en partie du fait des niveaux initiaux plutôt faibles.

- **Les concentrations modélisées**

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de NO₂ en 2018 obtenue par modélisation (Figure 11), 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.

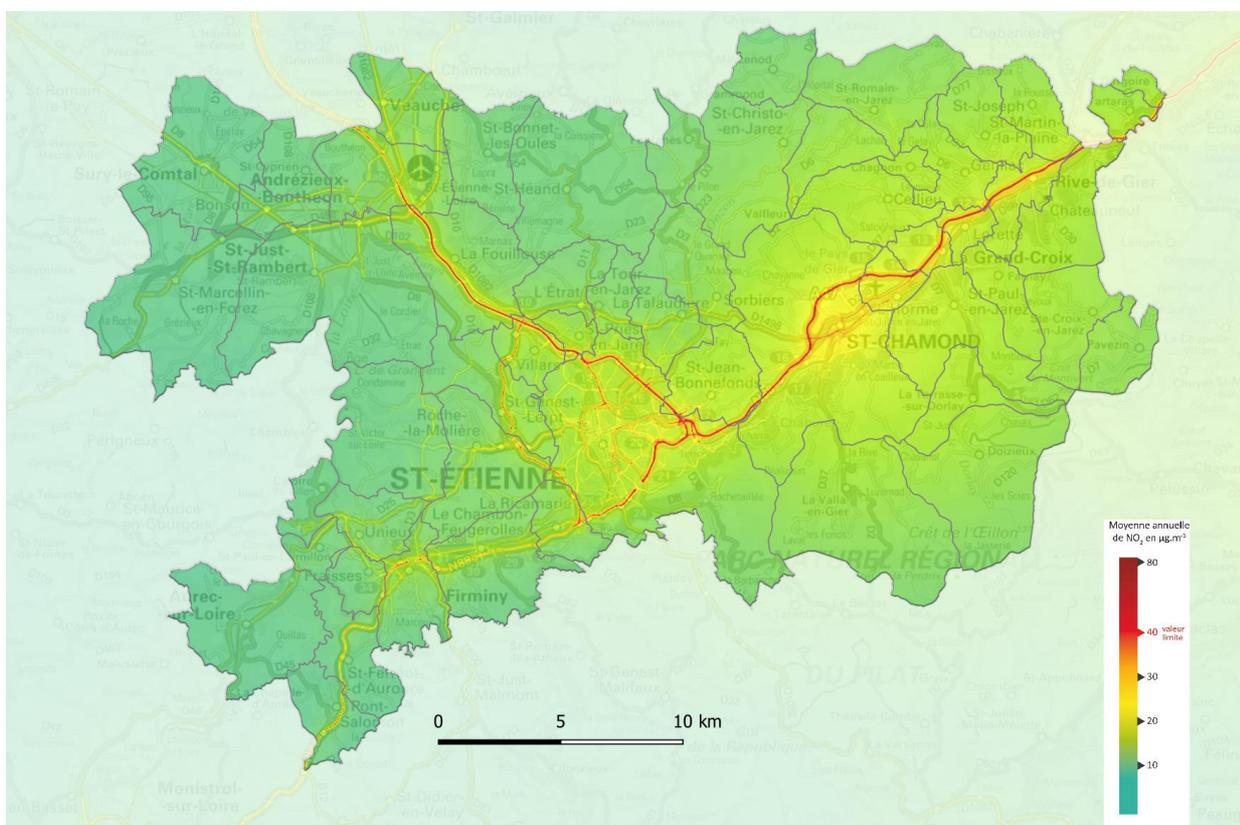


Figure 11 : concentration moyenne en NO₂ en 2018

Sur le territoire du PPA en 2018, on estime via la modélisation à environ 600 le nombre de personnes pouvant être exposées à un dépassement de la valeur limite annuelle en dioxyde d'azote. A noter que la valeur réglementaire correspond aux recommandations sanitaires de l'OMS pour ce polluant. Ces personnes se

situent le long des principaux axes routiers, autoroutiers et de contournement, ainsi qu'aux abords des principaux axes routiers structurants de l'agglomération stéphanoise.

Fort de ce constat, en 2020, un nouveau site de mesure en proximité automobile a été implanté le long de l'A47 dans la vallée du Gier, à quelques kilomètres plus à l'ouest de la station A47 Rive de Gier, afin de vérifier la conformité réglementaire de cette zone.

2.3 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), les PM2.5 correspondent aux particules de diamètre inférieur à 2,5 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), 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

- **Les mesures aux stations**

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 2017, le seuil recommandé par l'OMS ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est également respecté au niveau des stations de proximité trafic. Il l'est également depuis 2016 sur toutes les stations de fond urbain et périurbain. Ce bon résultat devra encore être confirmé dans le futur, dans la mesure où la météo des années 2017 et 2018 (hiver doux et perturbé) a été plutôt favorable à de moindres concentrations de particules.

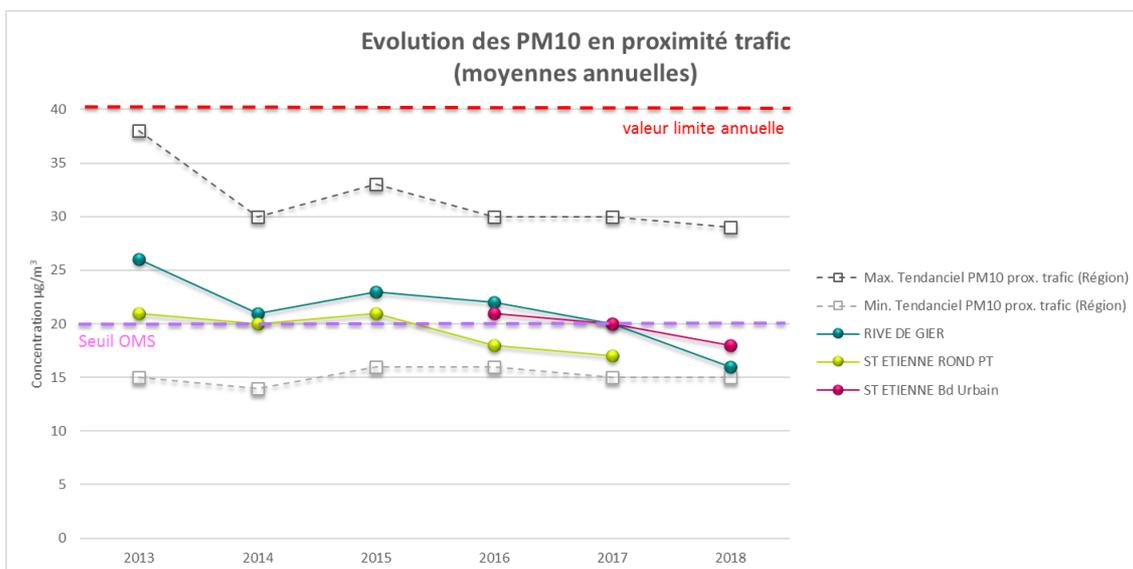


Figure 12 : historique des moyennes annuelles en PM10 en proximité trafic

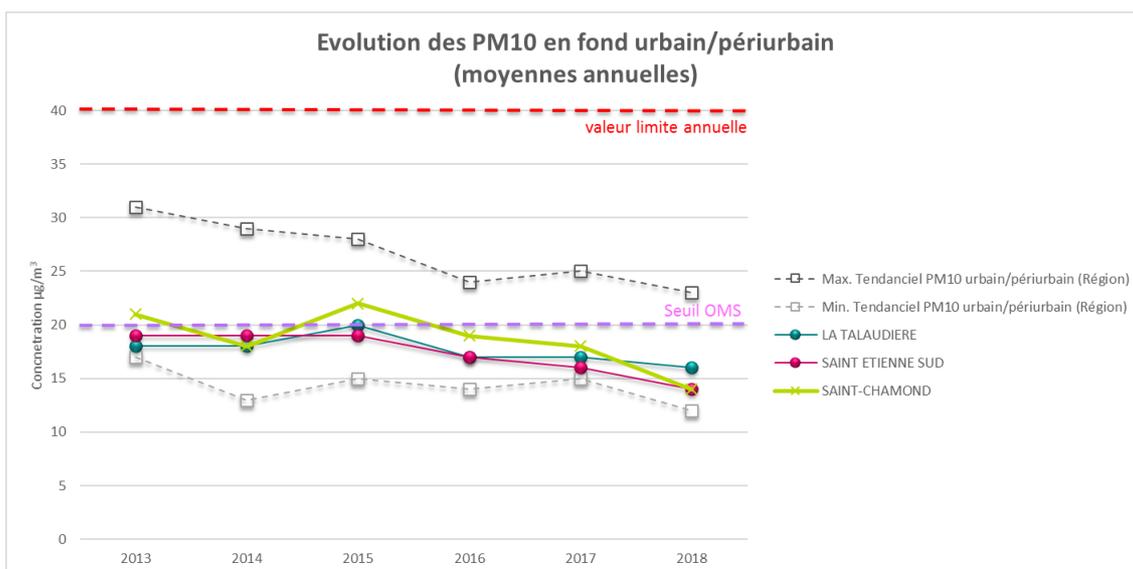


Figure 13 : historique des moyennes annuelles en PM10 en fond urbain/péri-urbain

Evolution 2013-2018	
Site trafic	
RIVE DE GIER	-38%
Site de fond Urbain/périurbain	
LA TALAUDIÈRE	-11%
SAINT ETIENNE SUD	-26%
SAINT-CHAMOND	-33%

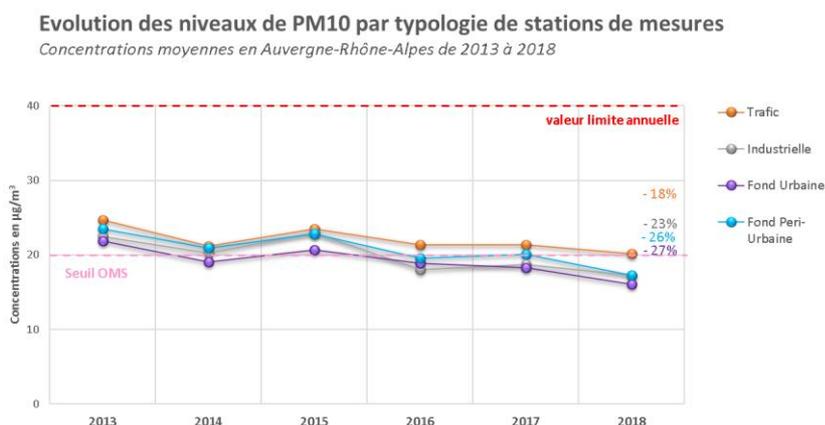


Figure 14 : évolution 2013-2018 – PM10 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de PM10 ont nettement baissé sur la plupart des sites, avec une réduction comprise entre 11 et 38%. Comme pour le NO₂, ce constat est le même sur la région dans des proportions similaires pour les sites urbains/périurbains et plus importantes pour le site trafic de Rive de Gier.

- **Les concentrations modélisées**

La cartographie des concentrations moyennes annuelles modélisées de PM10 en 2018 (Figure 15) montre que la valeur limite annuelle réglementaire de 40 µg/m³ 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 2018. Avec la baisse régulière des niveaux de PM10 qui se confirme ces dernières années, une petite partie de la population du territoire du PPA resterait exposée à des niveaux de particules supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS : moins de 500 habitants en 2018.

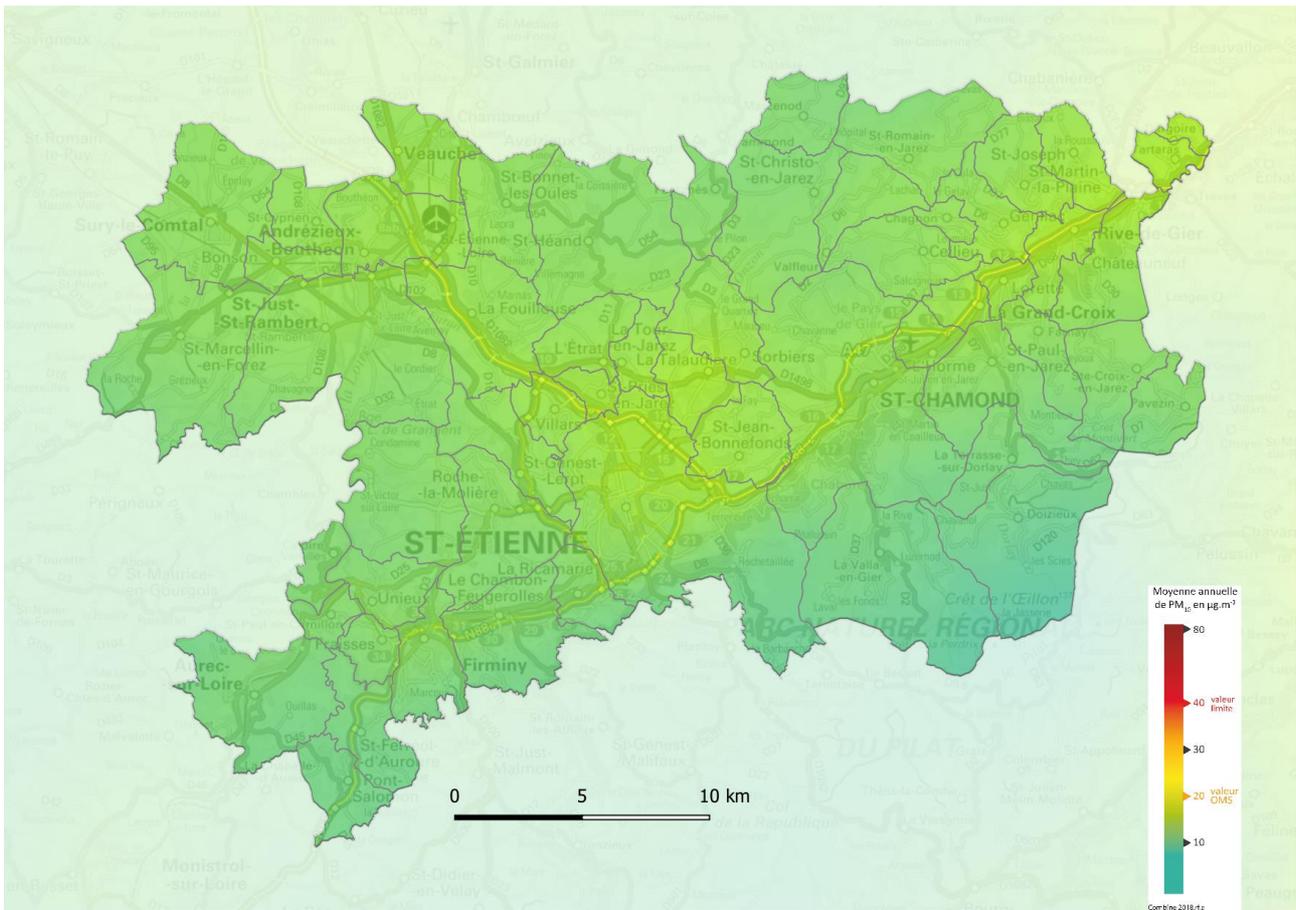


Figure 15 : concentration moyenne annuelle en PM10 en 2018

2.3.2 Valeur limite journalière

La valeur limite en moyenne journalière est respectée en 2018 sur l'ensemble du territoire du PPA (50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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.

Avec la diminution des niveaux d'émissions et les conditions météorologiques plutôt favorables aux particules ces deux dernières années (hivers plutôt perturbés et doux 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.

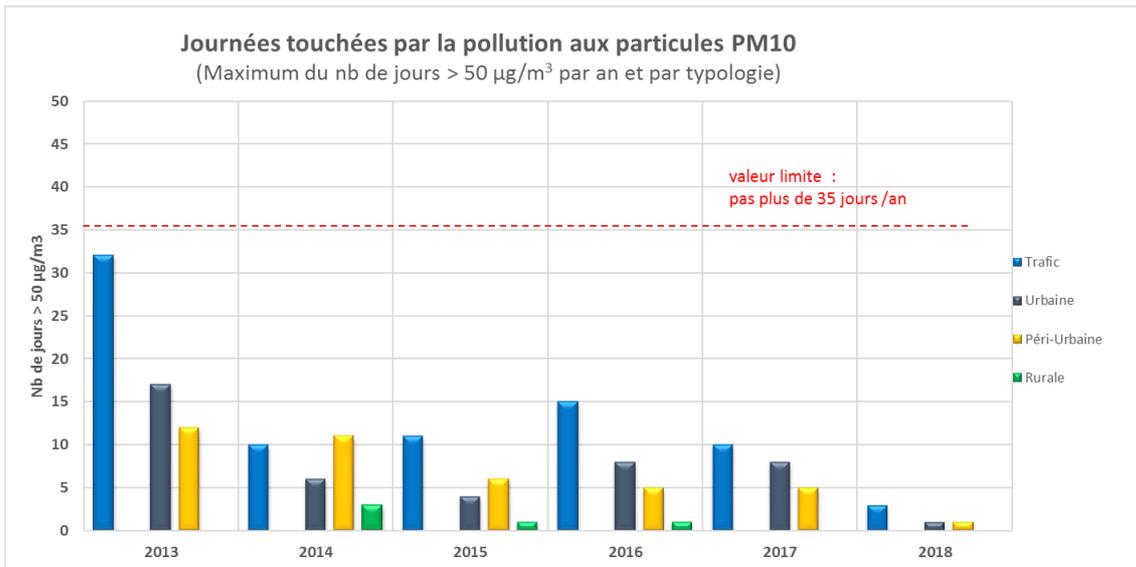


Figure 16 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 de 2013 à 2018 sur le territoire du PPA stéphanois

Le nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur limite journalière, estimé par modélisation, n'a pas dépassé une centaine de personnes depuis 2013. Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de ce seuil en 2018.



Figure 17 : nombre de jours de dépassement du seuil de la valeur limite journalière en PM10 en 2018

2.4 Les particules en suspension PM2.5

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

- **Les mesures aux stations**

Au niveau des stations, à l’instar des PM10, les concentrations moyennes annuelles mesurées de PM2.5 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 PM2.5 (10 µg/m³ en moyenne annuelle) est également respecté depuis 2017, même en proximité trafic. Toutefois, aucune mesure de PM2.5 n’a été faite en proximité trafic en 2018.

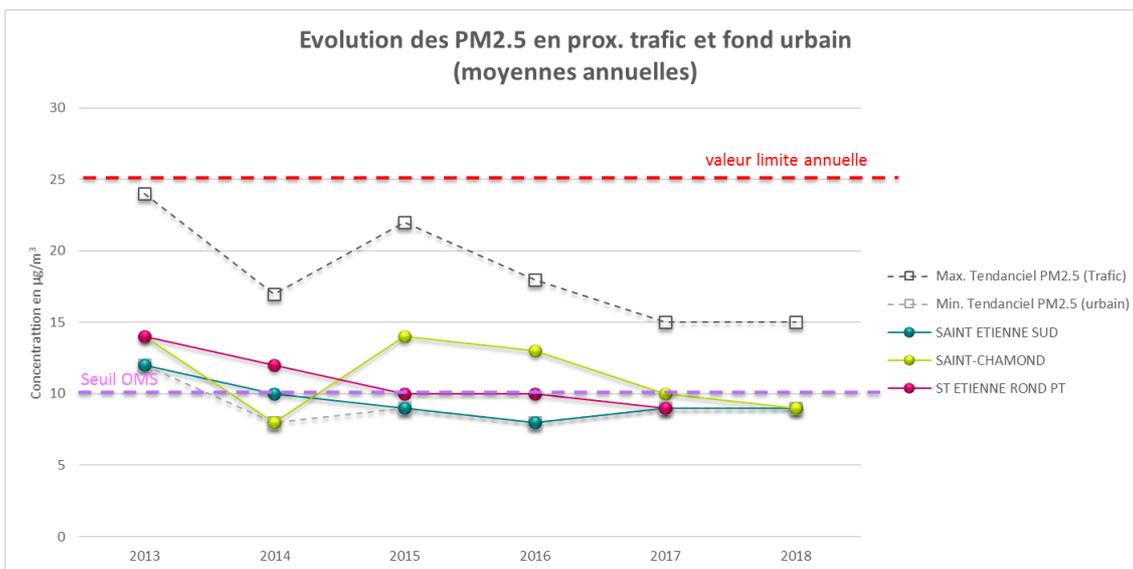


Figure 18 : historique des moyennes annuelles en PM2.5 en proximité trafic et en fond urbain

Evolution 2013-2018	
Site de fond urbain/périurbain	
SAINT ETIENNE SUD	-25%
SAINT-CHAMOND	-36%

Evolution des particules PM2.5 par typologie de stations de mesures

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

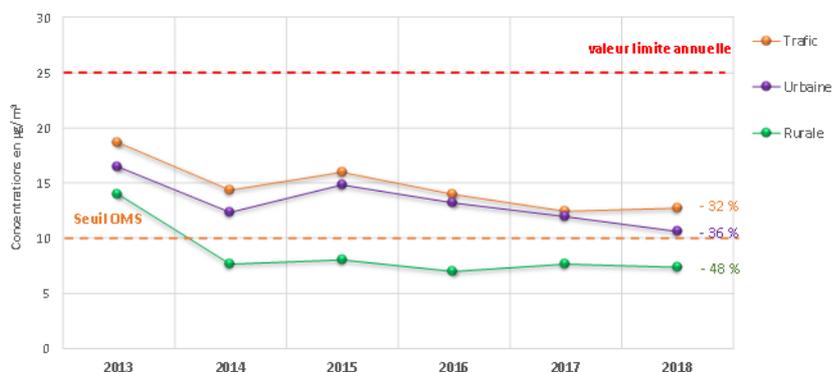


Figure 19 : évolution 2013-2018 – PM2.5 sur le territoire du PPA (à gauche) et de la région (à droite)

Entre 2013 et 2018, les concentrations moyennes de PM2.5 ont nettement baissé sur le territoire du PPA stéphanois avec une réduction moyenne d’environ 30% sur les stations de fond. Ce constat est le même sur la région dans des proportions globalement similaires.

- **Les concentrations modélisées**

La cartographie des concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} en 2018 (Figure 20) 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 2018.

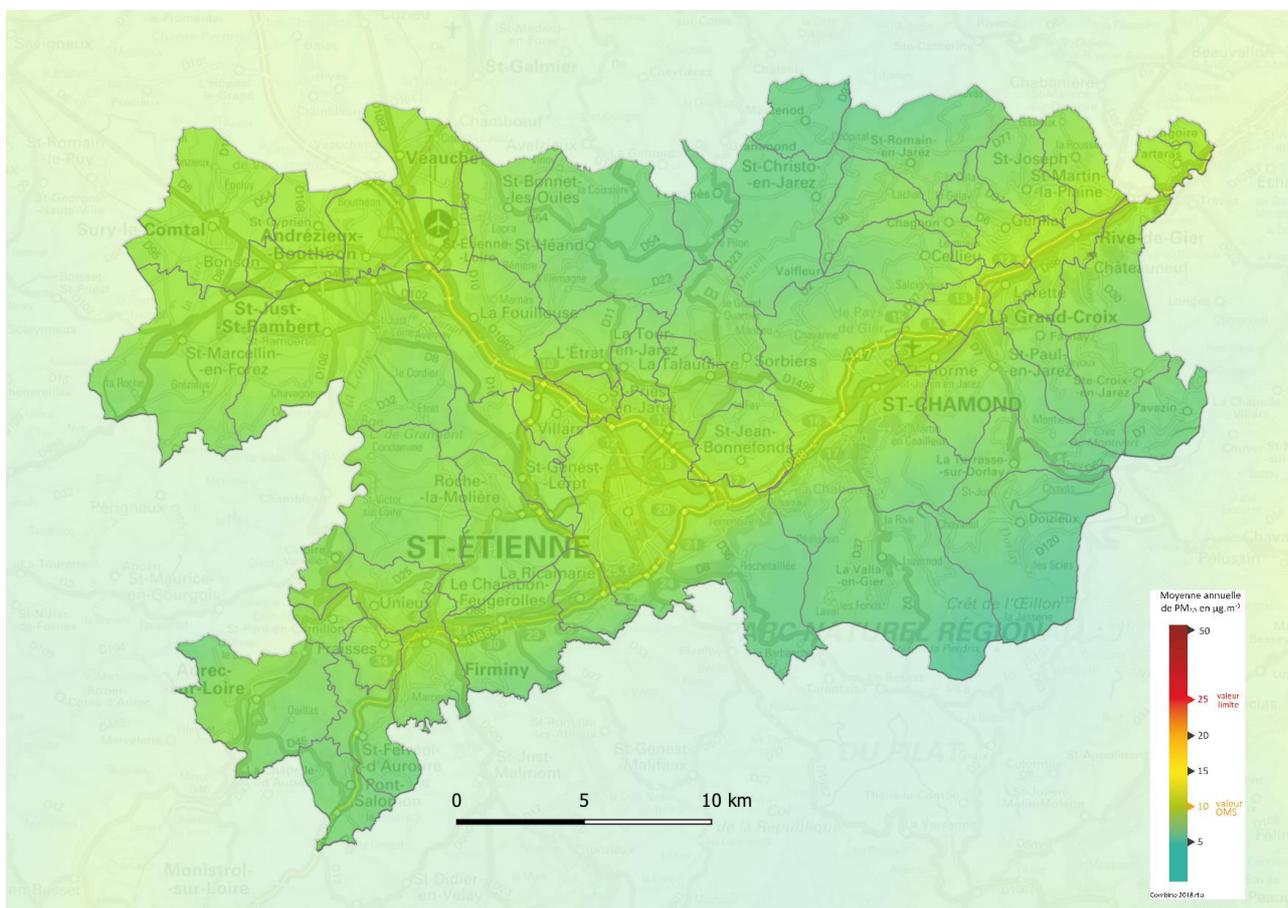


Figure 20 : concentration moyenne annuelle en PM_{2.5} en 2018

Malgré cette baisse, l'exposition des populations au seuil OMS fixé à 10 µg/m³ en moyenne annuelle sur le territoire du PPA est évaluée, en 2018, à 21 500 habitants.

2.5 L'ozone

2.5.1 Définition et sources

Ce composé est dit « secondaire » car il n'est pas émis directement par une source primaire. Il est issu de réactions chimiques dans l'atmosphère quand certaines conditions sont réunies : présence de polluants précurseurs issus des activités humaines² ou biogéniques, 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 raison de la cinétique de formation de ce polluant et du fait qu'en centre-ville, il est détruit dès sa formation par les polluants primaires présents en excès (notamment les oxydes d'azote).

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

2.5.2 Un large territoire en dépassement

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

- **Les mesures aux stations**

Saint-Etienne, les communes au nord et à l'ouest, ainsi que la vallée du Gier sont moins touchées par l'ozone que le reste du territoire du PPA, en raison des mécanismes de formation/destruction de l'ozone. Seul le site de la Talaudière ne respecte pas la valeur réglementaire pour la santé. A noter que l'objectif long terme (aucun dépassement du $120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sur 8 heures) n'est pas respecté sur la totalité du territoire, à l'instar des années précédentes.

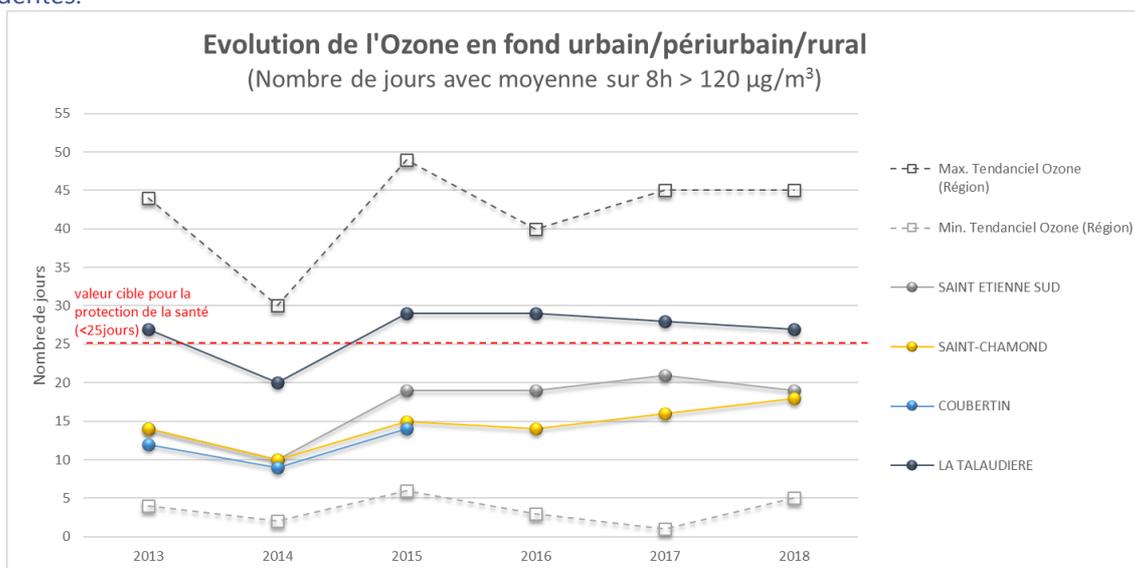


Figure 21 : évolution 2013-2018 valeur cible ozone protection de la santé en fond urbain et péri-urbain

Depuis 2013, les concentrations moyennes d'ozone ont tendance à augmenter dans la vallée du Gier, mais sont restées stables sur le site de la Talaudière. Il convient de noter que les niveaux d'ozone peuvent être modulés par les conditions de dispersion (vent, stabilité de l'atmosphère) et les imports des régions voisines et que ces paramètres sont variables d'une année sur l'autre.

Du fait de cette dynamique interannuelle et dans un contexte de réchauffement global, l'ozone pourrait devenir une problématique majeure sur le territoire du PPA stéphanois (comme sur le reste de l'ex territoire rhônalpin).

- Les concentrations modélisées

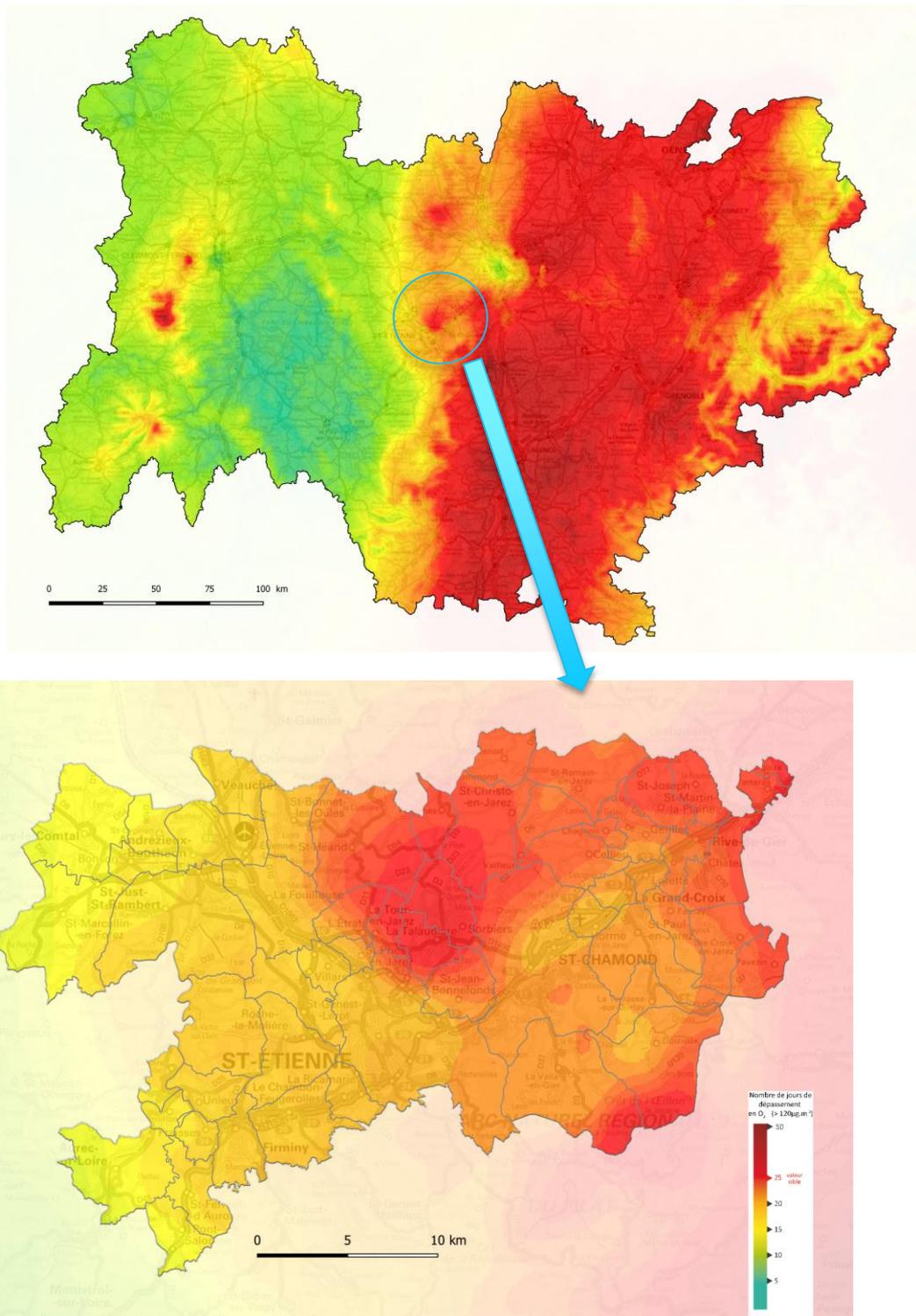


Figure 22 : nombre de jours de dépassement en O₃ sur le territoire de la région et du PPA (>120 µg.m⁻³ sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours en moyenne sur 3 ans) : valeur cible protection de la santé.

La région Auvergne-Rhône-Alpes a connu des concentrations bien plus élevées à l'est qu'à l'ouest. Le territoire du PPA de Saint-Etienne se situe à la limite des deux zones.

Sur ce territoire du PPA stéphanois, 12 500 habitants ont été exposés à un dépassement de la valeur cible de protection de la santé en 2018. Les dépassements ont principalement été observés dans la partie est du territoire, sur les Monts du Lyonnais et le Pilat.

2.6 Les métaux lourds

Le PPA précédent avait mis en évidence des niveaux d'arsenic (métaux lourds) dépassant la valeur cible réglementaire sur le territoire stéphanois. Les autres métaux lourds réglementés (Cadmium, Nickel, Plomb) n'avaient pas fait l'objet d'identification particulière, aussi ne sont-ils pas traités dans ce paragraphe.

Un seul site de surveillance permet le suivi des métaux sur le territoire du PPA stéphanois, le site Saint-Etienne Sud implanté place Préher sur la commune de Saint-Etienne.

Une surveillance industrielle est venue compléter ce dispositif, grâce à l'implication d'un industriel de la vallée du Gier au sein du programme de surveillance des dioxines et des métaux lourds mis en place par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes à l'échelle régionale.

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des moyennes annuelles des concentrations d'arsenic, ainsi que les concentrations minimales et maximales mesurées sur la région, tout type d'influence de site confondue (industrielle/rurale/urbaine).

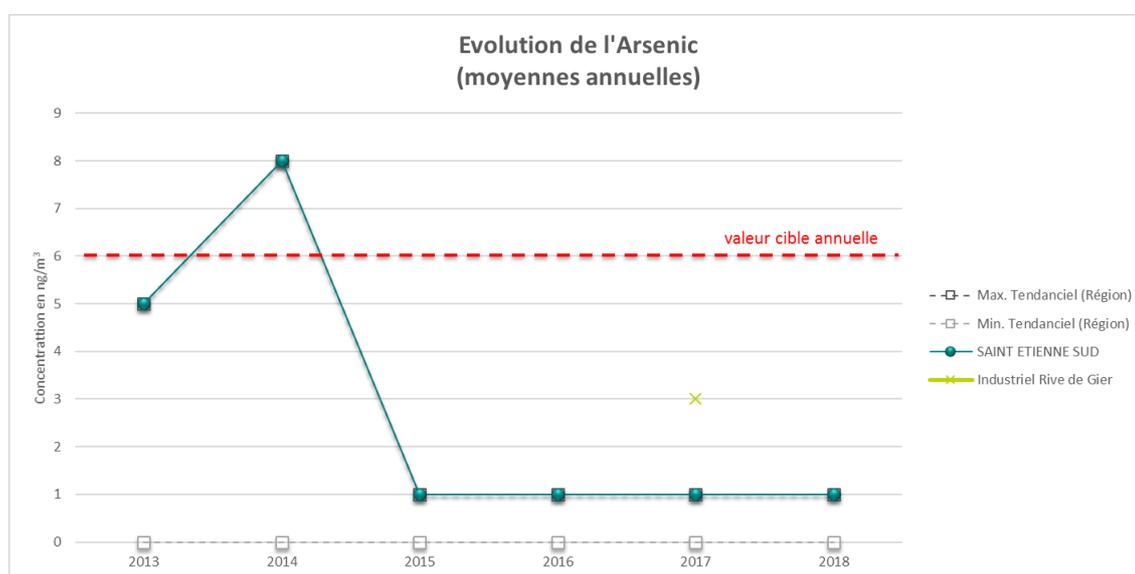


Figure 23 : historique des moyennes annuelles d'arsenic de 2013 à 2018

La moyenne annuelle³ d'arsenic mesurée à Saint-Etienne Sud en 2014 a dépassé la valeur cible pour la santé (6 ng/m³) et correspondait à la valeur maximale mesurée sur la région. On observe une forte baisse des concentrations depuis 2014 et les valeurs mesurées restent bien inférieures à cette valeur cible. Pour les 2 dernières années (2017 et 2018), des valeurs équivalentes ont été mesurées sur un autre site urbain de Savoie.

De nombreux secteurs d'activités contribuent aux émissions d'arsenic. Aussi la baisse des niveaux pourrait être liée à l'évolution de certains process industriels, à l'amélioration des combustibles pour le chauffage résidentiel (fioul, bois), ou des motorisations pour le trafic routier.

Pour le site de la vallée du Gier, seule l'année 2017 a fait l'objet de mesures dans l'air ambiant. Les valeurs mesurées (3 ng/m³) ont respecté, en 2017, la valeur réglementaire cible fixée à 6 ng/m³.

³ depuis 2016, d'après le guide méthodologique national pour le calcul des statistiques, les moyennes annuelles doivent être arrondies à la même précision numérique que le seuil réglementaire de qualité de l'air (arrondi à l'entier). Les valeurs comprises entre 0,1 et 0,4 ont été arrondies à la valeur zéro étant donné que les seuils réglementaires pour l'arsenic (6 ng/m³) ne prennent pas compte de chiffre avec une décimale.

2.7 Bilan des épisodes de pollution

La gestion des épisodes de pollution a évolué durant la période PPA avec la prise en compte de l'arrêté zonal du 22/05/2017, arrêté relatif aux procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant. Il fixe un plan gradué de mesures de limitation ou d'interdiction de certaines activités relevant des secteurs industriels, agricoles, résidentiels et du secteur des transports. Il définit également les seuils, critères et zones retenus pour déterminer le "niveau de vigilance pollution de l'air".

Le rôle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est de prévoir le niveau de vigilance des différents bassins d'air de la région Auvergne Rhône-Alpes et d'en informer les préfetures et le grand public. 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 jaune à l'orange puis au 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. Quatre polluants sont concernés par ce dispositif : le SO₂, le NO₂, les PM₁₀ et l'ozone.

La mise en œuvre des actions d'information et de recommandation et des mesures réglementaires de réduction des émissions de polluants (2 niveaux gradués de gestion : le niveau d'information et de recommandations et le niveau d'alerte) relève du Préfet de département qui prend un Arrêté Préfectoral spécifique (AP). Le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise est concerné par l'AP n° 409-DDPP-2017 pour la Loire et par l'AP n°SIDPC 2017-013 pour la Haute-Loire.

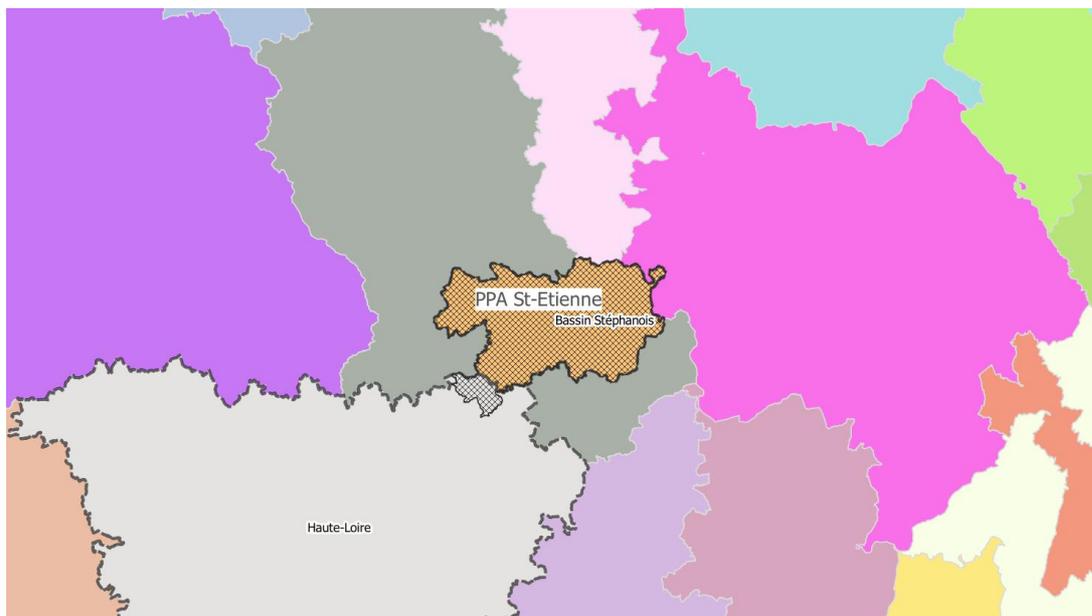


Figure 24 : périmètre du PPA de Saint-Etienne et bassins d'air du dispositif préfectoral

En cohérence avec l'amélioration de la qualité de l'air ces dernières années et de son positionnement géographique, le territoire du PPA stéphanois est moins concerné par des épisodes de pollution importants que d'autres zones de la région comme le bassin lyonnais, la vallée du Rhône ou le bassin grenoblois. Cependant ces événements peuvent survenir quelques jours par an, notamment sur la partie ligérienne de la zone PPA ; la Haute-Loire étant moins confrontée au phénomène d'accumulation de pollution.

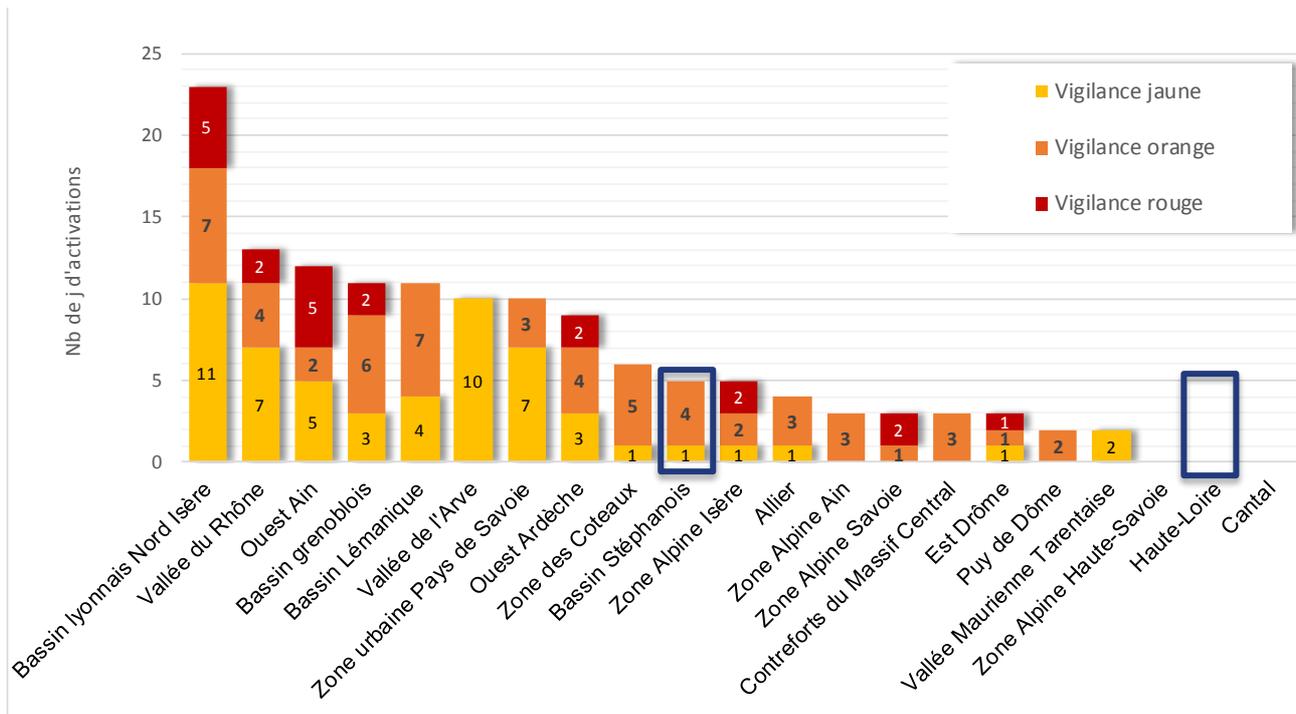


Figure 25 : nombre de jours d'activation d'une vigilance en 2018 en région Auvergne-Rhône Alpes

En 2018, 30 journées ont connu une activation de dispositif préfectoral en Auvergne-Rhône-Alpes. Le bassin stéphanois a connu 5 jours d'activation (dont aucun au niveau de la vigilance rouge) et le département de la Haute-Loire aucune mise en vigilance.

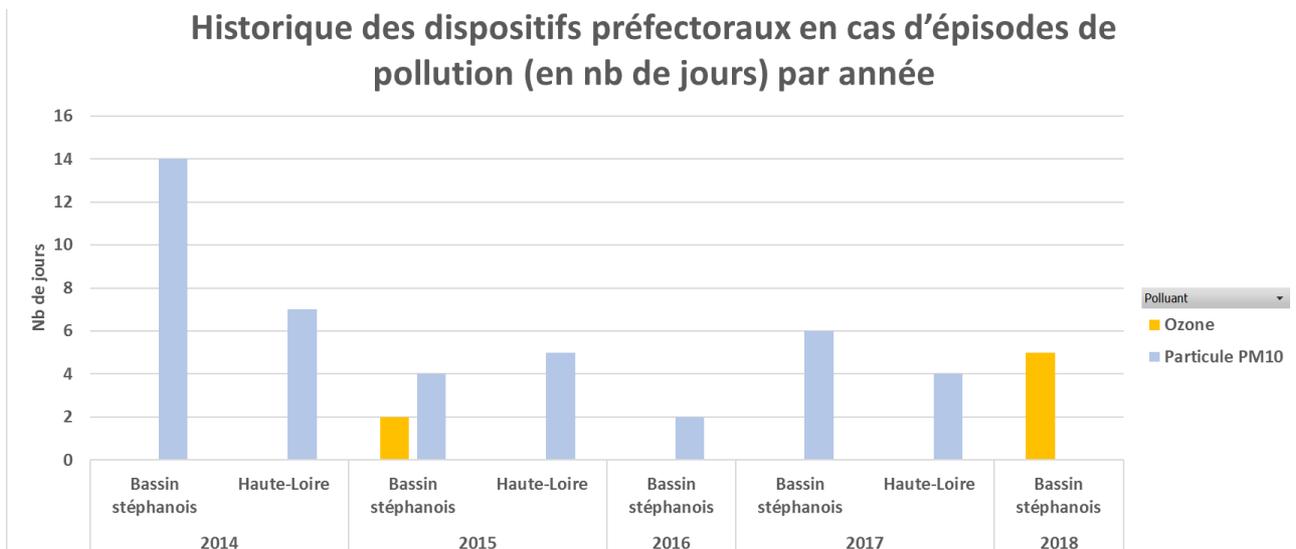


Figure 26 : évolution du nombre de jours d'activation de 2014 à 2018

Aucun épisode hivernal ou printanier n'a été observé en 2018. En effet, contrairement aux années précédentes, l'ozone a été à l'origine des activations.

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

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

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

2.8 Quels enjeux pour le territoire ?

L'année 2018 confirme la tendance à l'amélioration de la qualité de l'air sur le territoire du PPA stéphanois. Néanmoins 3 polluants restent problématiques au regard des enjeux réglementaires et/ou sanitaires.

La partie sud et est du territoire PPA connaît des dépassements réguliers des valeurs cibles définis dans la réglementation pour l'ozone. Dans un contexte de changement climatique de plus en plus favorable à la formation de ce polluant, il est nécessaire de mieux identifier et de quantifier les composés précurseurs de l'ozone et de réduire leurs émissions.

Pour le dioxyde d'azote, même si les stations ne connaissent plus de dépassement de valeur limite ces dernières années, les outils de modélisation montrent qu'en bordure des grands axes (A47, boulevard périphérique, ...), la population est susceptible d'être exposée à des niveaux ayant un impact sur leur santé. Les actions en faveur de l'amélioration du parc des véhicules roulants (mise en place de Zone à Faibles Emissions, incitation financière pour l'achat de véhicules récents, ...) et de réduction des trafics (transports en commun, modes de déplacements actifs, ...) apparaissent primordiales dans les années à venir.

Enfin concernant les particules fines, si les valeurs réglementaires sont respectées, ce n'est pas le cas des valeurs recommandées par l'OMS. Ainsi on estime que 21 500 habitants en 2018 ont été soumis à un dépassement de la valeur recommandée pour les PM_{2,5} (niveau >10 µg/m³ en moyenne annuelle). Ces particules étant émises par des secteurs d'activités variés (résidentiels, agriculture, transports, industries), il convient d'associer l'ensemble des acteurs du territoire pour réduire les émissions.

3. 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.

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

3.1.1 Calcul des émissions : méthode générale

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins : alimentation des modèles d'évaluation de la qualité de l'air, des observatoires (Air, ORCAE : Observatoire Régional Climat Air Energie en Auvergne-Rhône-Alpes, ORHANE : Observatoire Régional Harmonisé Auvergne-Rhône-Alpes des Nuisances Environnementales), évaluation des enjeux d'un territoire et alimentation des plans d'actions, comme les Plans de Protection de l'Atmosphère, les Plans de Déplacements Urbains, 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 dernière mise à jour du modèle trafic géré par EPURES,
 - 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 « 2018 Sans PPA » ou scénario « Tendanciel » : sont prises en compte les évolutions tendanciennes sans mise en œuvre des actions PPA,
- Un scénario « 2018 Avec PPA » ou scénario « Actions » : sont prises en compte les évolutions tendanciennes et la mise en œuvre des actions PPA (le niveau de mise en œuvre des actions PPA a été validé au préalable avec la DREAL).

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

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

Estimation des émissions 2018

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

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

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

Estimation des émissions à climat normalisé

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

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

Polluants évalués

L'évaluation des polluants a porté sur les polluants 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 2017 pour les deux scénarii 2018.

3.1.3 Actions étudiées préalablement à leur évaluation

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

Pour les actions permanentes :

Secteur	N° Action	Intitulé	Action prise en compte dans l'évaluation quantitative ?
Industrie	1	Caractériser les ICPE non concernées par le champ d'application de la directive IED les plus émettrices en NOx, PM HAP afin de renforcer les prescriptions si besoin	Non, car pas d'ICPE concernée sur le territoire du PPA
	2	Réduire les émissions industrielles du parc des chaudières à combustibles liquides et solides Abaisser les VLE des chaudières (entre 2 et 20 MW) et renforcer la surveillance	Non, car les émissions propres à ces chaudières sont complexes à évaluer : absence de détail dans les déclarations BDREP ou chaudières hors périmètre des émissions BDREP déclarées
	3	Caractérisation des émissions diffuses des principaux émetteurs de poussières du secteur des carrières, centrales de traitement des déchets du BTP, centrales mobiles d'enrobages et transformation du bois Généraliser les bonnes pratiques par la réglementation et par des accords volontaires	Oui pour les carrières, voir explications au 3.1.6 Autres sources : action non prise en compte par manque de données
	4	Élaborer une charte « chantier propre » intégrant un volet air et l'annexer aux appels d'offre à financement public. Encourager son développement dans les marchés de droits privés	Charte : aucune signature durant la période PPA Intégration des données relatives à la réutilisation de terres sur les chantiers pour réduire les déplacements
	5	Conditionner les aides pour les nouvelles chaufferies biomasse en zone PPA	Non, car pas de nouvelle mise en service durant la période PPA
	6	Limiter le développement des chaufferies collectives au bois sauf si chaufferies MTD (Meilleures Techniques Disponibles)	Oui, mise en service de 2 chaufferies biomasse avec exigences sur les rejets
Habitat-Tertiaire	7	Mieux connaître le parc de chauffage des maisons individuelles et des logements collectifs ainsi que son usage (enquête parc)	Indirectement, voir au 3.1.6.2
	8	Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés.	Oui, voir explications au 3.1.6.2
	9	Encourager progressivement la substitution des foyers ouverts d'appoint par des appareils de chauffage plus performants en termes d'émissions atmosphériques Supprimer les foyers ouverts pour les logements neufs à partir de juillet 2015	Non. Pas d'action de sensibilisation
	10	Accélérer le renouvellement ou l'amélioration de la performance du parc de chauffage au bois le moins performant par la mise en place d'un fond d'aide au financement d'appareils performants	Non. Aucun fond d'aide n'a été mis en place. Une évaluation des aides fiscales grâce aux données récupérées auprès de la DGFIP a été faite (cf Annexe 6).

	11	Interdire l'installation d'appareils de chauffage au bois non performant	Non. Un arrêté a été pris le 21 avril 2016, mais aucun moyen de contrôle n'a été associé à cette action
	12	Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA	Oui, voir explications au 3.1.6.2
	13	Sensibiliser à l'existence des mesures PPA associées à la combustion de la biomasse	Non, pas d'action de communication
Transports	14	Mise en place des politiques nationales et locales et mise en cohérence des actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic	Oui, prise en compte des données FNTR pour le GNV, des statistiques des services vélos et des données relatives à l'installation de bornes électriques
	15	Réduire les émissions de PM10 et NO2 dues à la circulation routière au droit de l'axe autoroutier A47, fluidifier le trafic en réduisant la vitesse maximale autorisée	Oui, prise en compte de la baisse de vitesse sur le tronçon entre l'échangeur 15 Saint-Chamond et l'échangeur. 9.3 Givors (passage de 110 km/h à 90 km/h) en début de PPA
	16	Encourager la mise en place des Plans de Déplacements (PDE, PDA, PDIE, PDiA) pour toutes les entreprises/administrations de plus de 250 salariés.	Non, car données non disponibles pour une approche quantitative
	17	Encourager l'adhésion à la charte CO ₂ et l'étendre aux polluants atmosphériques PM10 et NOx	Oui, données FNTR sur la réduction des consommations suite à la mise en place de la charte
Urbanisme	18	Améliorer la prise en compte des enjeux de la qualité de l'air dans les projets d'urbanisme (SCoT/PLU)	Non, pas d'évaluation possible, action qui n'agit pas directement sur les émissions
Urbanisme	19	Inclure un volet air dans les porter à connaissance Cartographie des points noirs	Non pas d'évaluation possible, action qui n'agit pas directement sur les émissions
Urbanisme	20	Traitement des points noirs de la qualité de l'air par des actions spécifiques (action directement liée à l'action 19)	Non pas d'évaluation possible, action qui n'agit pas directement sur les émissions

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

Pour les actions temporaires :

Pics de pollution	21	Etendre et renforcer les actions d'information et d'alerte de la population prises par l'arrêté inter préfectoral	Non, mesure non pérenne mais réalisation d'un test de sensibilité
--------------------------	----	---	---

Figure 28: résumé des actions temporaires étudiées pour l'évaluation du PPA

3.1.4 Actions de la feuille de route

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

Certaines actions de la feuille de route ont en fait renforcé des actions prévues dans le PPA, notamment celles liées au développement des modes actifs (cf action 14). Elles ont alors été prises en compte dans l'évaluation quantitative.

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

3.1.5 Emissions de polluants atmosphériques des différents scénarii

Les émissions, à **climat normalisé 2013** pour les 4 scénarii, sont présentées par polluant sur les graphiques et le tableau suivants.

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

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

- **Transport routier** : renouvellement du parc en circulation par des véhicules neufs moins émetteurs (car devant respecter des normes Euro de plus en plus exigeantes), malgré une légère hausse du trafic routier, notamment sur les axes autoroutiers ;
- **Résidentiel/Tertiaire** : évolution à la hausse des surfaces chauffées (logements et locaux commerciaux), non compensée par une diminution des besoins en chauffage (meilleure isolation des logements) ;
- **Industrie** : amélioration de l'intensité énergétique (moins besoin en énergie pour une production équivalente), des process industriels et mise en application des réglementations sur les engins mobiles non-routiers (EMNR) utilisés dans le bâtiment, les travaux publics et l'industrie ;
- **Agriculture** : évolution principalement liée à l'activité.

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

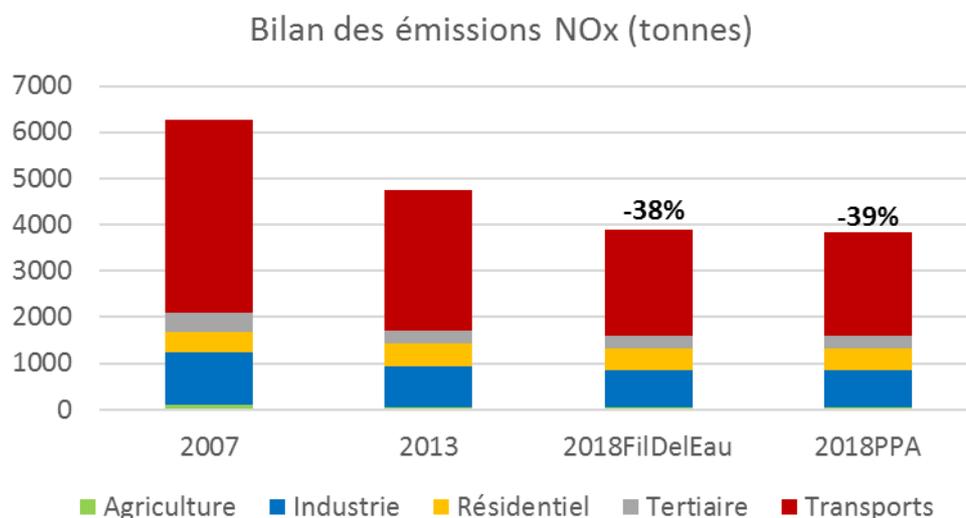


Figure 29 : émissions de NOx à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Saint-Etienne pour les différents scénarii

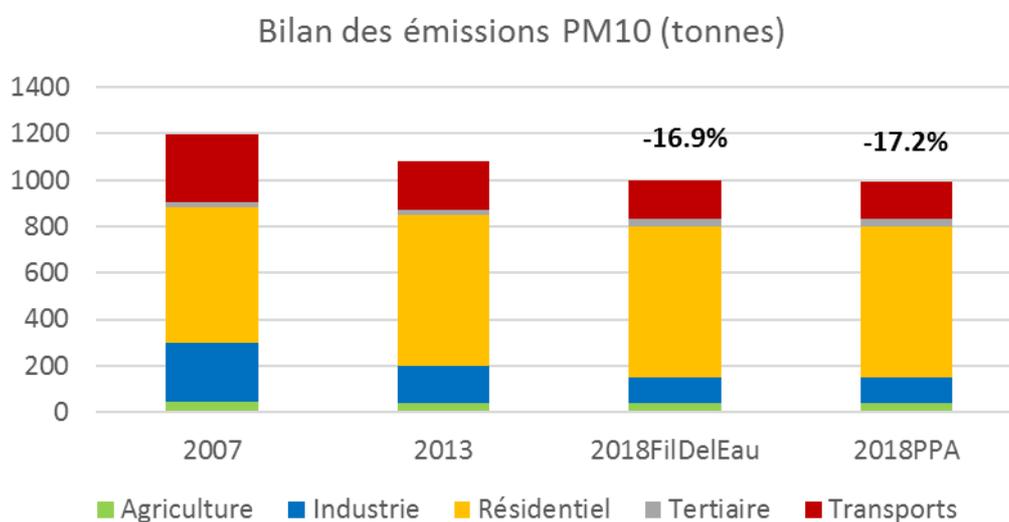


Figure 30 : émissions de PM10 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Saint-Etienne pour les différents scénarii

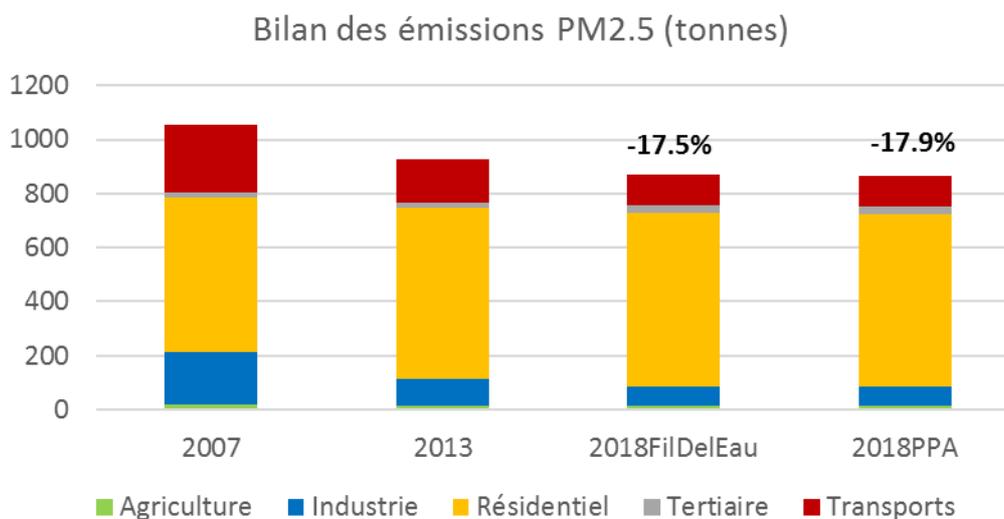


Figure 31: émissions de PM2.5 à climat normalisé (en tonnes) sur la zone PPA de Saint-Etienne pour les différents scénarii

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

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

NOx		PM10		PM2.5	
Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA
-18.1%	-1.2%	-7.8%	-0.3%	-6.5%	-0.4%

Figure 32: synthèse des gains en émissions de polluants période 2013-2018 (gain dû au tendanciel / gain lié à la mise en œuvre des actions PPA)

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

Le gain lié spécifiquement aux actions du PPA est quant à lui 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 du secteur industriel

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

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

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

Carrières (action n°3)

Les tonnages extraits sur le territoire PPA en 2013 et 2018 ont été obtenus auprès des services de la DREAL.

Calcul des émissions associées par site :

- Scénario « 2018 Sans PPA » : sur la base du facteur d'émissions (différenciant roches meubles et massives) provenant du guide méthodologique national SECTEN du CITEPA,
- Scénario « 2018 Avec PPA » : comme les arrêtés préfectoraux font mention de prescriptions d'arrosage des pistes, l'action PPA (principalement arrosage des pistes pour limiter le réenvol des poussières) a

été jugée relativement bien suivie par les exploitants de carrières et a été traduite par une réduction de 10% des émissions des particules :

- Ce pourcentage a été estimé à partir du bilan détaillé des émissions d'une carrière de roche massive selon la méthode EPA (le facteur d'émissions du CITEPA utilisé ne détaillant pas les sources d'émissions),
- Le réenvol des poussières déposées sur les pistes d'accès représente plus de la moitié des émissions de cette carrière (cf. figure suivante). En considérant que l'arrosage de ces pistes permet d'abattre 50% des particules, l'hypothèse d'une réduction de 10% des émissions de PM10 paraît raisonnable.

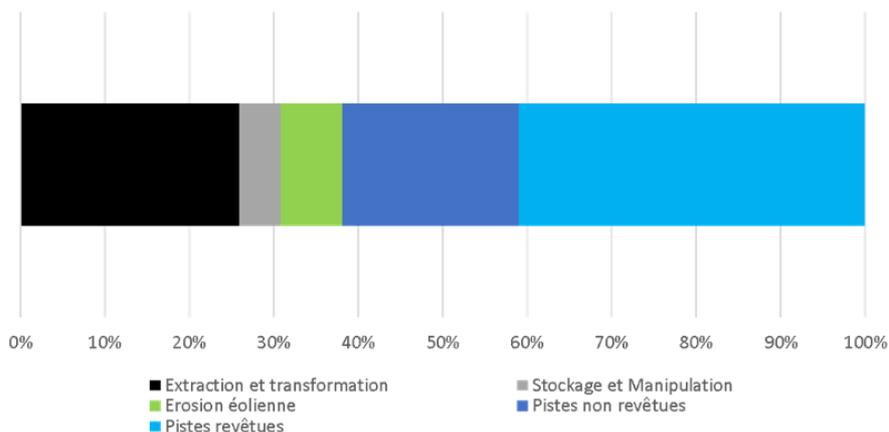


Figure 33: répartition des différentes sources d'émissions d'une carrière proche de Marseille.
Source : Atmo Sud (cf bibliographie)

Elaborer un charte chantier propre (action n°4)

Bien qu'aucune charte n'ait été formalisée durant la période PPA, plusieurs chantiers de grande envergure ont adopté des mesures visant à réduire les impacts sur l'environnement.

La réutilisation des terres excavées sur sites (lorsque c'était possible) dans le cadre des travaux sur l'extension Tram T3 à Saint-Etienne et des travaux de dépollution de Novarcieries à Saint-Chamond a permis de limiter les transferts, et par conséquent de réduire le trafic des poids lourds sur la voirie. D'après les chiffres de Saint-Etienne Métropole et de la DREAL, il a été possible d'évaluer à près de 870 000, le nombre de km évités.

Chaufferies biomasse (action n°6)

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 stéphanois, 2 chaufferies ont été identifiées (Firminy et Saint-Chamond).

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 et ayant bénéficié d'une aide de l'ADEME :

- Scénario « 2018 Avec PPA » : émissions BDREP déclarées, sinon émission estimée à partir d'une consommation annuelle moyenne de biomasse sur la base d'une VLE à 30 mg/ Nm³ à 6% d'O₂,
- Scénario « 2018 Sans PPA » : émissions BDREP ou émissions estimées ajustées sur la base d'une VLE à 50 mg/Nm³ à 6% d'O₂

3.1.6.2 Actions du secteur résidentiel

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

Mise à jour des facteurs d'émissions du parc de chauffage au bois (action n°7)

Une enquête de grande envergure sur les pratiques du chauffage a été menée sur l'ensemble de la région Auvergne Rhône Alpes en 2017 : 19 757 foyers ont été enquêtés (ce qui en fait une enquête d'une ampleur assez exceptionnelle) dont 6 000 se chauffant au bois.

Cette enquête a permis de collecter les informations suivantes qui ont été exploitées pour l'inventaire des émissions :

- Appareils de chauffage au bois utilisés en base et consommation annuelle moyenne associée,
- Appareils de chauffage au bois utilisés en appoint et consommation annuelle moyenne associée, ainsi que l'énergie de chauffage utilisée en base,
- Analyse de la variabilité spatiale du parc et des consommations de bois.

Ces informations ont permis d'élaborer trois parcs (urbain, périurbain et rural) d'appareils de chauffage au bois pour les résidences principales selon :

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

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

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

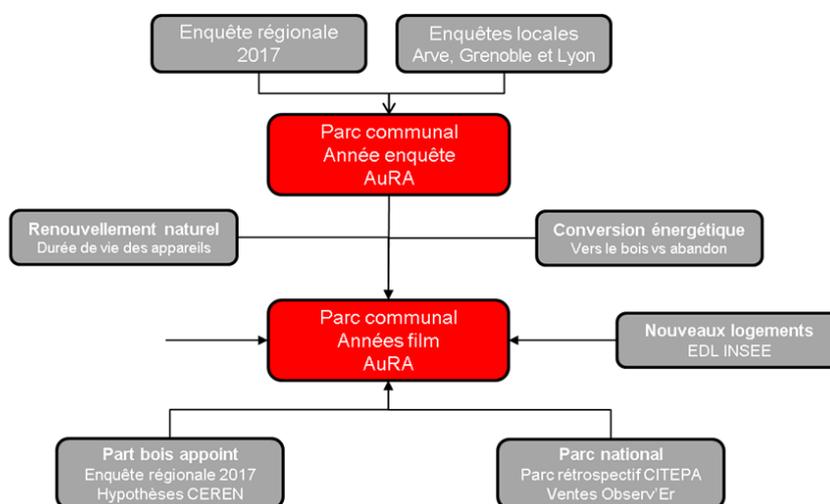


Figure 34 : principe et méthodologie d'estimation des émissions du parc de chauffage au bois

L'intégration de ces données a permis de préciser les consommations de bois et les émissions associées. Sur la zone PPA, l'amélioration des connaissances a ainsi pu montrer la nécessité de revoir :

- à la hausse les consommations de l'ordre de 7% et les émissions de NOx de l'ordre de 4%,
- à la baisse les émissions de PM10 de l'ordre de 5%.

Evaluation du label bois bûche (action n°8)

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

- 1% dans le scénario 2013,
- 5% dans le scénario 2018 « Avec PPA »,
- 1% (équivalent à 2013) dans le scénario 2018 « Sans PPA »

Brûlage des déchets verts (action n°12)

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 1,3%/an (2014 = 27835 tonnes et 2018 = 29308 tonnes). Afin de tenir compte également du développement du compostage individuel, les hypothèses suivantes ont été considérées :

- 2018 Sans PPA : stabilisation des quantités brûlées par maison entre 2013 et 2018,
- 2018 Avec PPA : diminution de 1,3%/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 et PM2.5 associée à cette action (généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA) est d'environ 0,6 tonnes.

3.1.6.3 Actions du transport routier

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

- n°14, mise en place des politiques nationales et locales et mise en cohérence des actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic,
- n°15, réduire les émissions de PM10 et NO₂ dues à la circulation routière au droit de l'axe autoroutier A47,
- n° 17 : encourager l'adhésion à la charte CO₂ et l'étendre aux polluants atmosphériques PM10 et NOx.

Mise en place des politiques nationales et locales et mise en cohérence des actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic (action n°14)

L'action 14 regroupe différentes actions concourant à la réduction des émissions. Les données collectées ayant permis l'évaluation de cette action sont les suivantes :

- pour les poids-lourds : 11 transporteurs ont substitué 15 véhicules GNV en lieu et place de véhicules diesel (source FNTR),
- pour les véhicules légers : statistiques relatives au réseau de 38 bornes électriques déployées par Saint-Etienne Métropole à fin 2018 avec un ensemble de charges mensuelles permettant de parcourir 28 000 km/mois.
- pour les mobilités actives : nombre de prime vélo versées (400 sur la durée du PPA), taux d'utilisation des vélos libre service, nombre de vélos à assistance électrique en location (une centaine de VAE).

Réduction de vitesse sur l'A47 (action n°15)

Compte tenu des dates de mise en service, seule la réduction des vitesses de 110 km/h à 90 km/h sur le tronçon entre l'échangeur 15 à Saint-Chamond et 9.3 à Givors est considérée dans l'évaluation du PPA. La limitation des vitesses permet d'optimiser l'efficacité des régime moteurs des véhicules et ainsi de réduire les émissions polluantes.

Le graphique ci-contre permet de mettre en évidence ce phénomène.

La vitesse optimale de circulation pour les émissions de polluants atmosphériques est d'environ :

- 70 km/h pour les véhicules légers,
- 90 km/h pour les poids lourds.

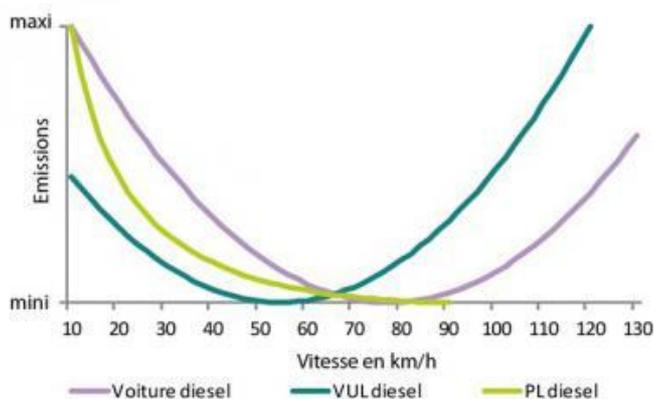


Figure 35 : Profil « type » des émissions en fonction de la vitesse

Encourager l'adhésion à la charte CO₂ (action n°17)

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 FNTR auprès des transporteurs engagés de la zone PPA, l'adhésion à la charte « Objectif CO₂ » s'est traduite par une diminution moyenne de 15% de la consommation par t.km transporté entre 2013 et 2018. Les distances parcourues par les transporteurs chartés sur la zone PPA sont calculées à partir des tableaux déclaratifs et représentent environ 5% des km parcourus par l'ensemble des PL sur le périmètre du plan.

Intégration des gains calculés dans l'inventaire des émissions

Les volumes de trafic observés proviennent du modèle trafic déployé par EPURES en situation actuelle (année 2015 version 2018), après conversion en TMJA des volumes de trafic en heure de pointe du matin et du soir. Un ajustement éventuel du TMJA modélisé est réalisé au moyen des comptages (DIRCE, Vinci Autoroutes, CD42).

Les trafics relatifs aux 3 scenarii sont estimés comme suit :

- 2013 et « 2018 Avec PPA » : on applique à la situation 2016 l'évolution des comptages trafic observée sur les périodes 2016-2013 et 2016-2018 :
 - 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.
- « 2018 Sans PPA » : ce scénario traduit l'évolution du trafic sans les actions du PPA. Les gains chiffrés pour les actions n°14,15 et 17 viennent donc s'ajouter à la situation réelle (« avec PPA ») pour définir ce scénario.

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 :

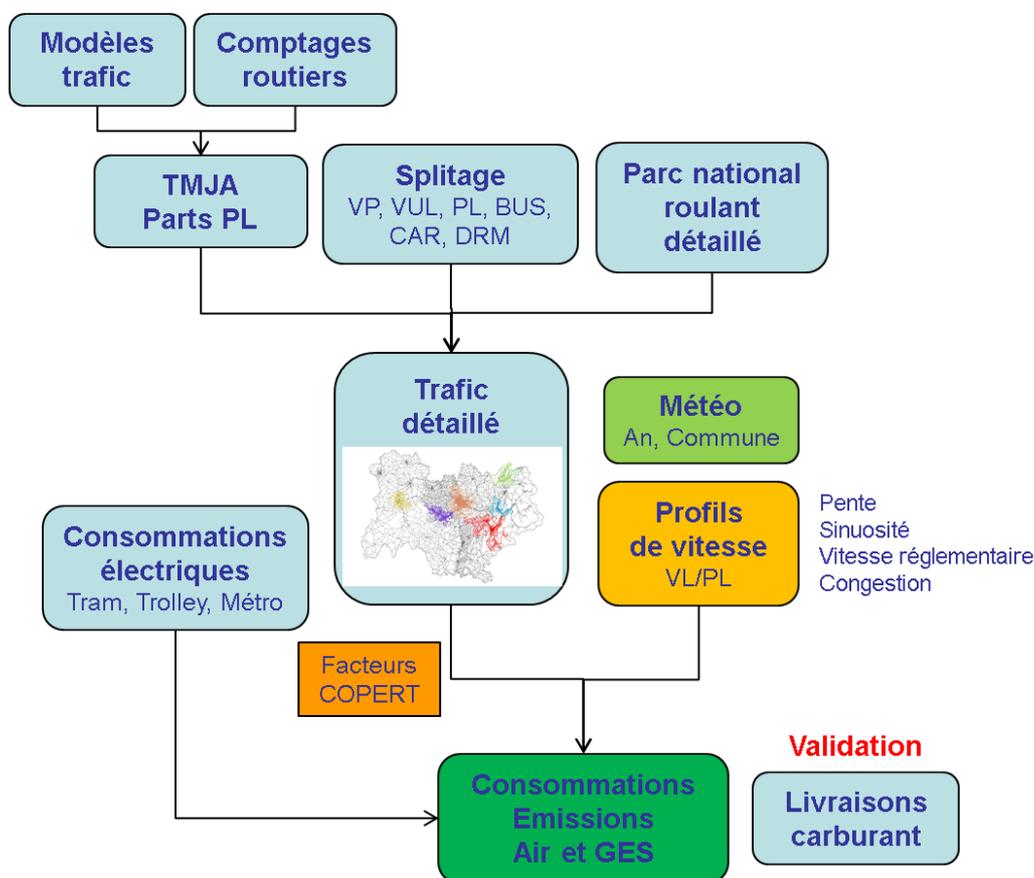


Figure 36: principales étapes de calcul des émissions du transport routier
Evaluation du PPA de l'agglomération stéphanoise

Plusieurs sources de données sont nécessaires :

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

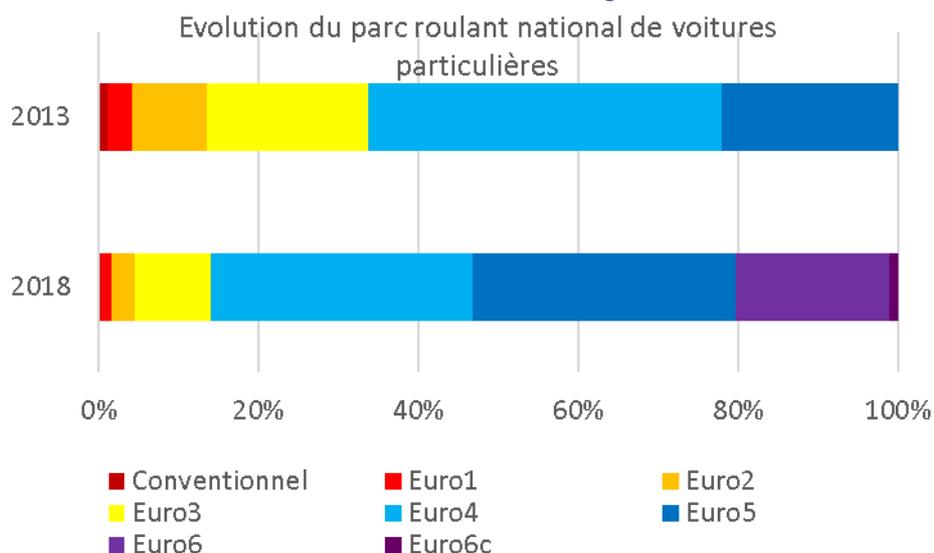


Figure 37: évolution du parc roulant national moyen de voitures particulières par norme Euro
Source : Parc prospectif roulant : MTEs-DGEC/CITEPA version janvier 2020 (scénario AME-2019)

3.1.6.5 Actions temporaires

Compte tenu de leur caractère non pérenne, ces actions ne font pas l'objet d'une évaluation quantitative. Néanmoins, les éléments sont présentés en annexe

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

Gains par action

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

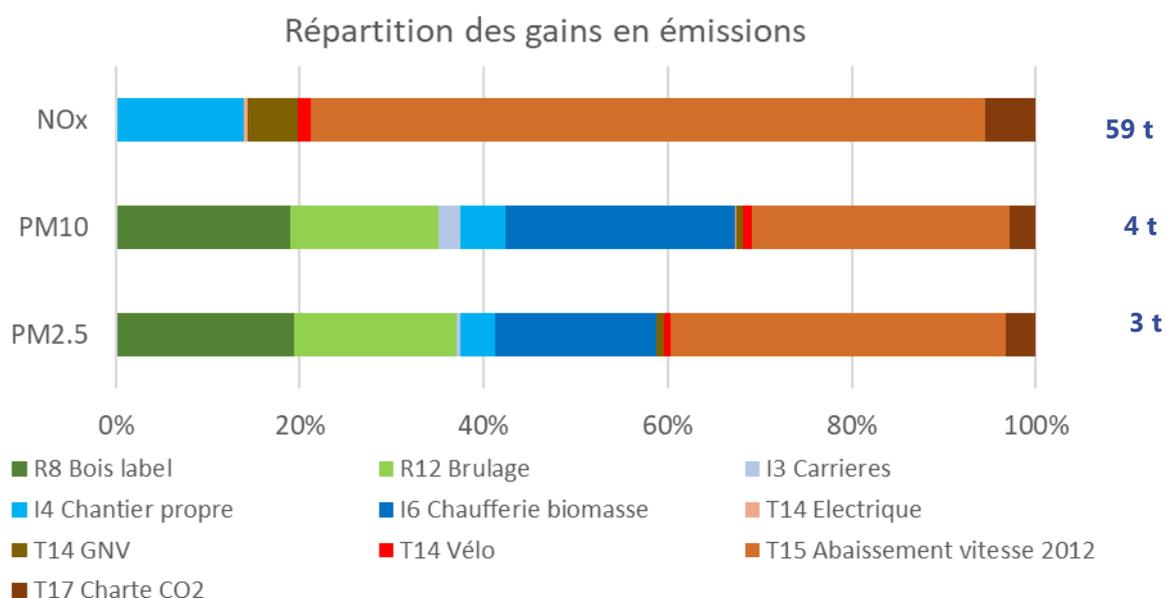


Figure 38: répartition des gains en émissions par action du PPA stéphanois

Concernant les émissions de NOx, les mesures les plus efficaces concernent les actions liées aux transports. Compte tenu des volumes de trafic concernés, la réduction de vitesse sur l'autoroute est l'action la plus efficace.

Concernant les particules fines, 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 qui sont peu marqués sont répartis assez équitablement sur 4 actions : réduction de vitesse, réduction des émissions des chaufferies biomasses, interdiction du brûlage des déchets verts et labellisation du bois de chauffage.

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

Secteur	N° Action	Intitulé	Gains NOx kg	Gains PM10 kg	Gains PM2.5 kg
Industrie	3	Généraliser les bonnes pratiques par la réglementation et par des accords volontaires pour le secteur des carrières	-	80	10
	4	Élaborer une charte « chantier propre »	8 004	171	119
	6	Limiter le développement des chaufferies collectives au bois sauf si chaufferies MTD	-	870	540
Habitat-Tertiaire	8	Promouvoir un combustible bois de qualité et les labels associés	90	660	600
	12	Généraliser l'interdiction du brûlage des déchets verts en zone PPA	60	560	550
Transports	14	Mise en place des politiques nationales et locales et mise en cohérence des actions de diminution des émissions polluantes induites par le trafic	4 262	63	49
	15	Réduire les émissions de PM10 et NO2 dues à la circulation routière au droit de l'axe autoroutier A47	42 900	970	1 130
	17	Encourager l'adhésion à la charte CO2 et l'étendre aux polluants atmosphériques PM10 et NOx	3 180	100	100

Gain global

L'objectif de cette partie est de pouvoir comparer l'évolution des émissions aux objectifs 2007-2015 du PPA de l'agglomération stéphanoise.

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

Le graphique ci-dessous présente à titre d'information les objectifs 2007-2015 sur le graphique 2013-2018 afin de rendre compte, malgré cette distorsion temporelle, des ambitions initiales du PPA au regard de l'évaluation réalisée.

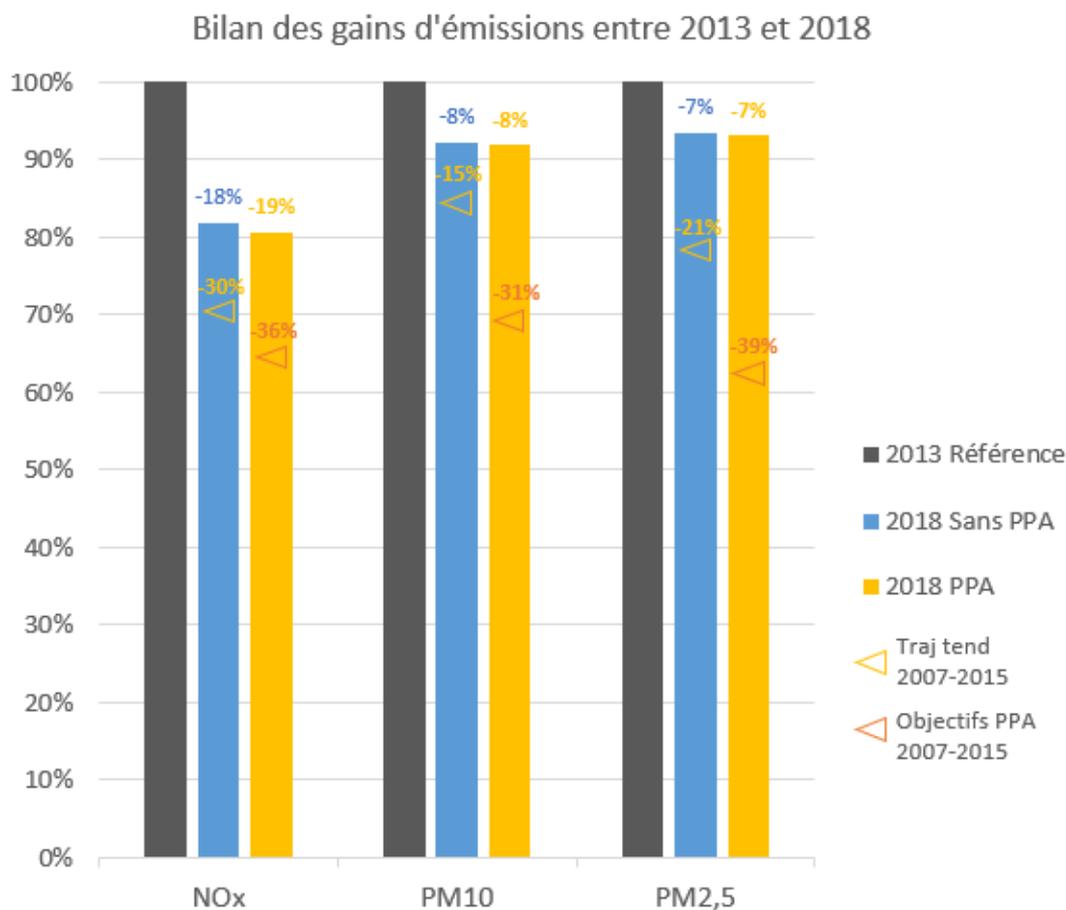


Figure 39: Bilan des émissions 2013-2018 au regard des ambitions initiales 2007-2015

Afin de permettre des comparaisons, il est proposé de calculer un gain annuel (ou objectif annuel) calculé comme suit :

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

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

Dans un premier temps, l'évolution :

- entre les scénarii 2007 et « 2015 tendanciel » modélisés lors de la révision du PPA en 2013, nommée « Sans PPA objectif » dans le graphe ci-dessous,
- entre les scénarii 2007 et « 2018 Sans PPA ou 2018 Tendanciel » évalués en 2020, nommée « Sans PPA réalisé » dans le graphe ci-dessous,

montre que les émissions n'ont pas autant diminué « naturellement » que ce qui avait été modélisé lors de l'élaboration du PPA2. Si les écarts sont relativement proches pour les NOx et les PM10, la réduction des émissions de PM2,5 est bien moins rapide de ce qui avait été envisagé (différence de près de 1 % par an).

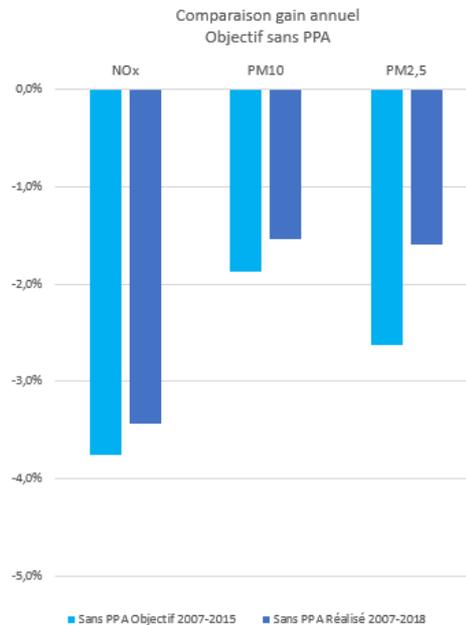


Figure 40 : comparaison des gains annuels en émissions en tendanciel (sans PPA)

Dans un second temps, l'évolution :

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

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

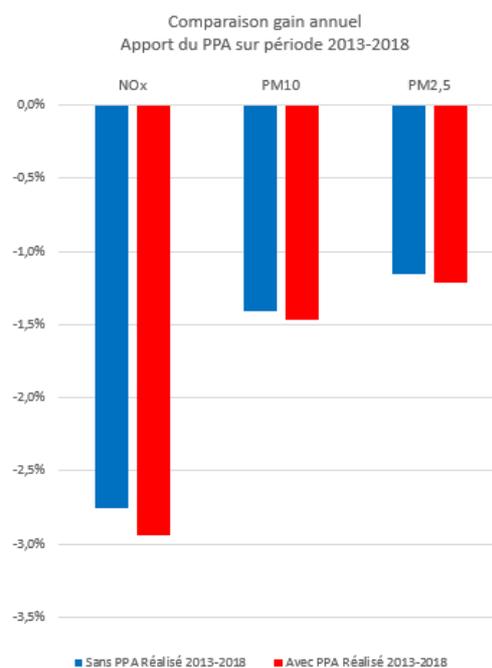


Figure 41 : comparaison des gains annuels en émissions sans PPA (tendanciel) et avec PPA

Evaluation du PPA de l'agglomération stéphanoise

Enfin, l'évolution :

- entre les scénarii 2007 et « 2015 Avec PPA » modélisés lors de la révision du PPA en 2013, nommé « Avec PPA Objectif » dans le graphe ci-dessous,
- entre les scénarii 2007 et « 2018 Avec PPA » évalués en 2020, nommés « avec PPA Réalisé » dans le graphe ci-dessous,

montre que les objectifs du PPA ne sont pas atteints.

Les raisons sont :

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

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

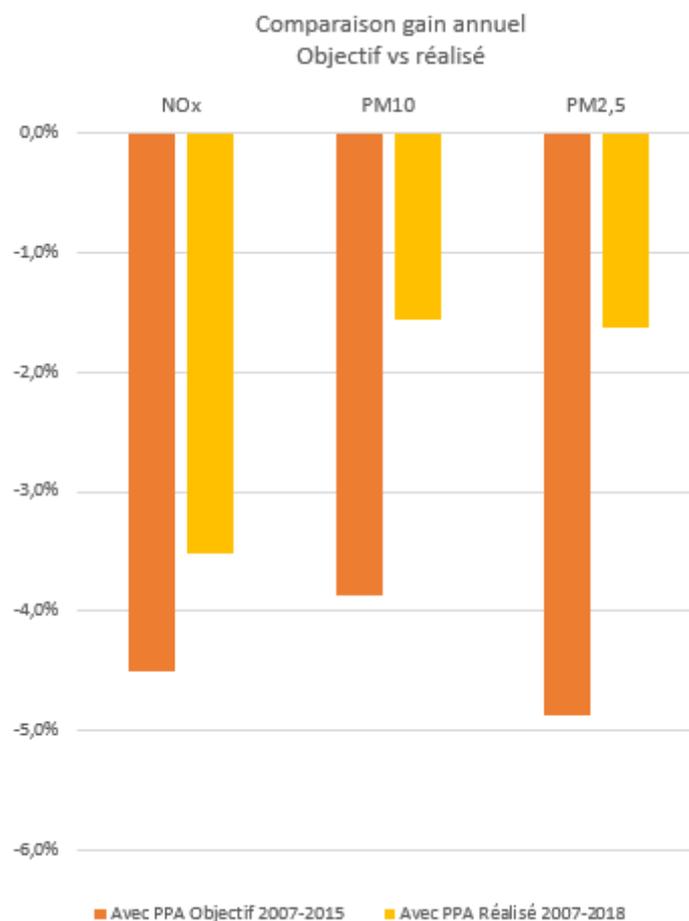


Figure 42 : comparaison des gains annuels en émissions

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

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

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

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

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

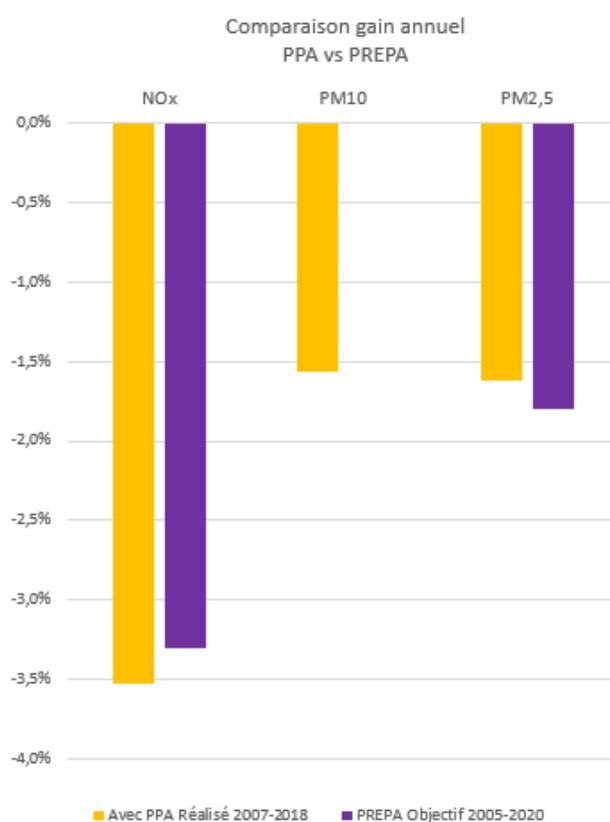


Figure 43 : comparaison des objectifs annuels PREPA avec les baisses annuelles d'émissions observées entre 2007 et 2018 avec les actions PPA

Ainsi, les objectifs du PREPA annualisés sont respectés pour les NOx, et le sont quasiment pour les PM2.5.

3.1.9 Perspectives

L'évaluation des émissions sur le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise 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.

Par exemple, l'action 10 qui visait à accélérer le renouvellement ou l'amélioration de la performance du parc de chauffage au bois le moins performant par la mise en place d'un fond d'aide au financement d'appareils performants n'a pas été mise en place pendant le PPA. C'est pourtant une action « phare » sur d'autres territoires de la région, car c'est une action efficace en matière d'amélioration de la qualité de l'air au niveau des particules.

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

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

De plus, au printemps 2019, Saint-Etienne 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.

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

- intégrer l'ensemble des petites chaufferies collectives recensées par FIBOIS et les ALEC,
- identifier la contribution des chaudières industrielles dans les émissions BDREP déclarées,
- favoriser le retour d'expérience de l'action « Chantiers Air Climat » du programme Ville Respirable de l'agglomération d'Annemasse afin de promouvoir une charte chantiers propres intégrant la qualité de l'air sur le territoire du PPA stéphanois et de l'étendre à tout type de contrat,
- renforcer les actions de sensibilisation et de contrôle de l'action d'interdiction du brûlage des déchets verts.

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

3.2.1 Méthodologie

La chaîne de modélisation utilisée pour évaluer les actions PPA est une chaîne intégrant plusieurs échelles spatiales. En effet, la méthode développée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes combine les résultats de modèles à l'échelle de la région et à fine échelle (10 mètres).

Cette méthode a évolué, depuis l'adoption du PPA en 2014, vers une approche permettant d'améliorer significativement l'association des deux échelles et sa comparaison avec les mesures disponibles dans le réseau de l'observatoire régional. Ces améliorations progressives ont été entreprises au cours des dernières années de réalisation des bilans annuels d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes à travers différents axes de travail comme :

- des améliorations du cadastre des émissions (recensement du parc local de chauffage au bois, spatialisation des émissions, mises à jour des facteurs d'émissions, ...),
- des tests de sensibilités de modélisation et de post-traitements de modélisation réalisés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes,
- des mises à jour régulières des modèles utilisés par les équipes de recherche comme l'Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (INERIS), le Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD), l'Ecole Centrale de Lyon (ECL), le National Center for Atmospheric Research (NCAR) et 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 ici⁵.

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

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

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

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

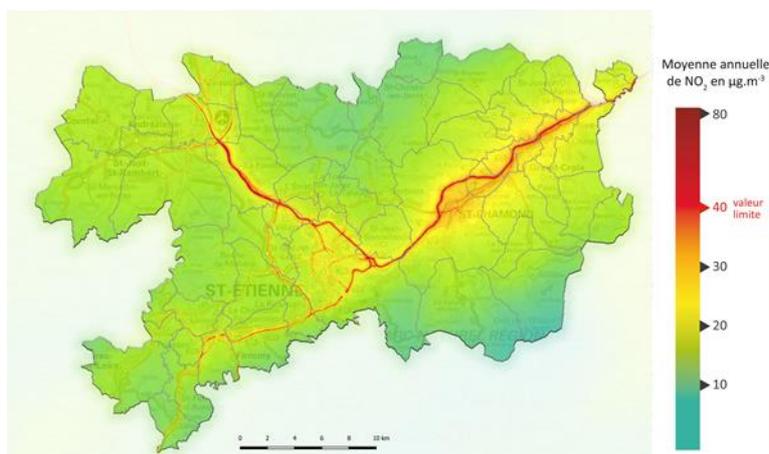
3.2.2 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour le dioxyde d'azote

3.2.2.1 Carte des concentrations en moyenne annuelle pour le NO₂

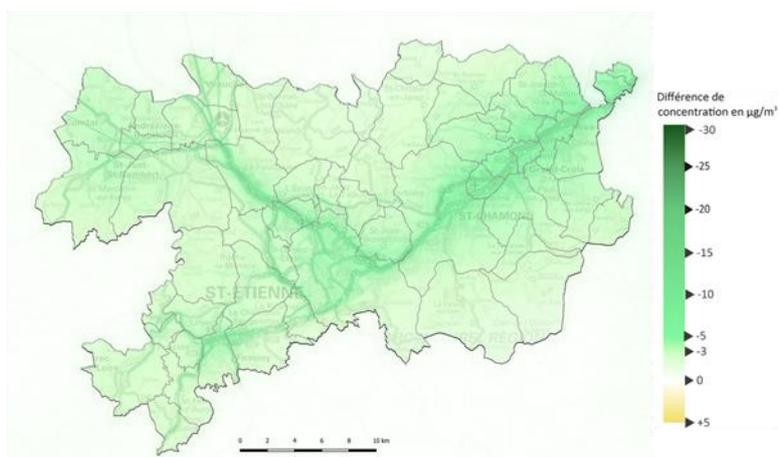
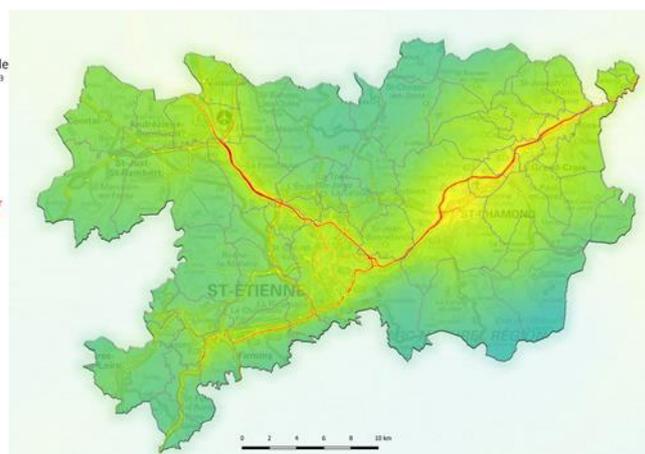
Les figures ci-dessous présentent les cartes de concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise et sur la commune de Saint-Etienne :

- 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).

2013 Référence



Scénario avec PPA

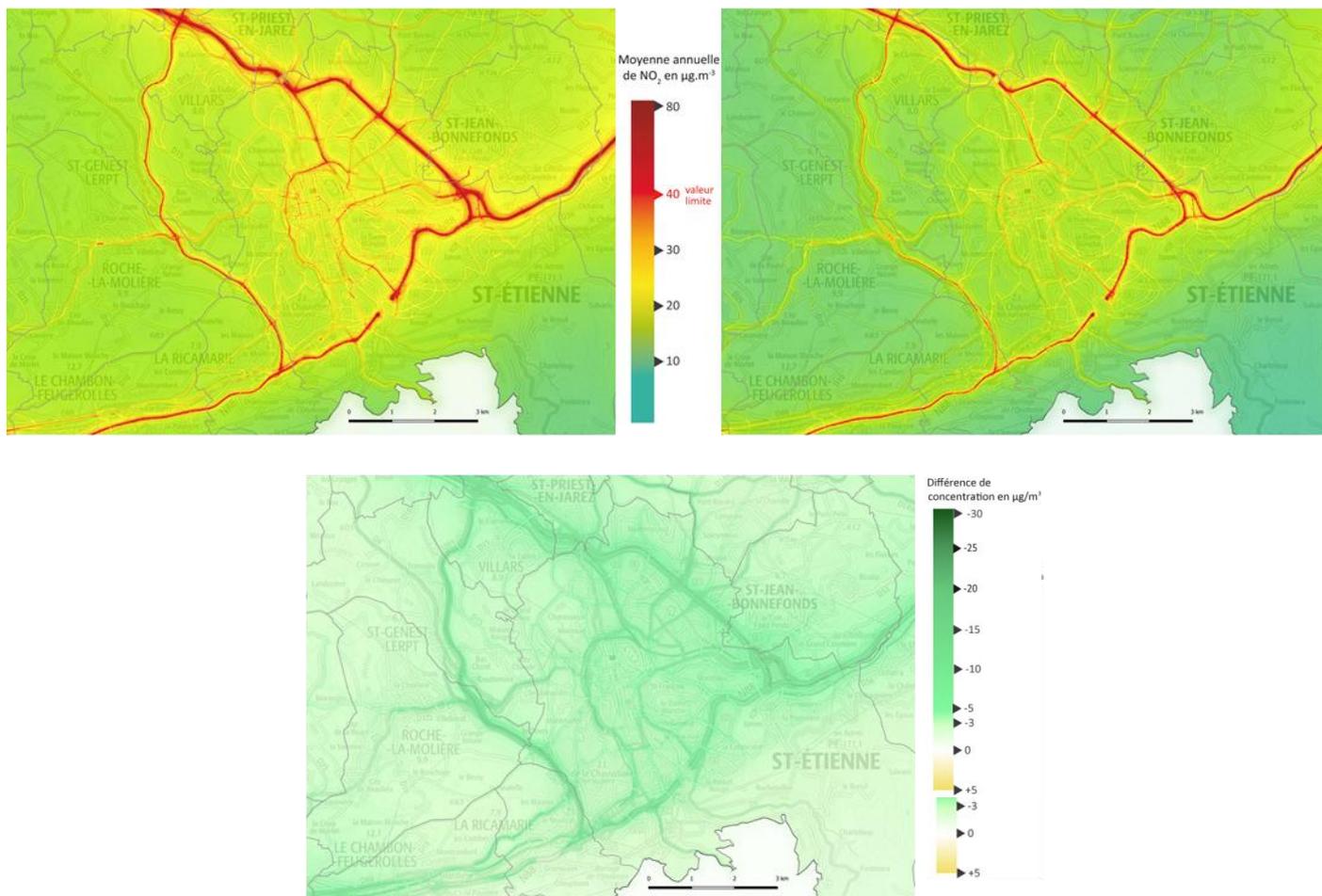


Variation entre scénario avec PPA et 2013 Référence

Figure 44 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO₂ sur le territoire du PPA stéphanois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

2013 Référence

Scénario avec PPA



Variation entre scénario avec PPA et 2013 Référence

Figure 45 : évolution de la concentration annuelle moyenne de NO_2 sur le centre de la commune de Saint-Etienne 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 moyenne annuelle de NO_2 sur l'ensemble du territoire (autour de $-2\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zone rurale, proche de $-4\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le centre de Saint-Etienne), et une baisse un peu plus importante sur la vallée du Gier ($-5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en situation de fond, en raison notamment de la baisse de la vitesse sur l'A47). La diminution est plus marquée dans les zones de proximité routière, cette diminution pouvant dépasser $-15\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme l'illustrent les cartes de variation.

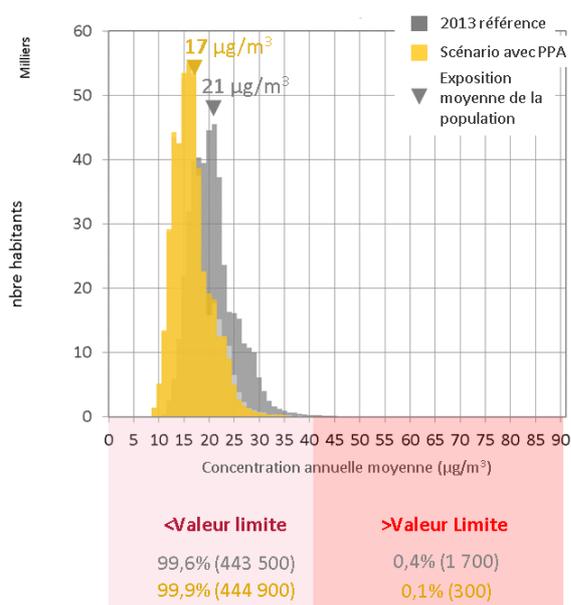
3.2.2.2 Indicateurs d'exposition de la population au NO_2

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

La Figure 46 précise :

- à gauche le profil d'exposition de la population du territoire du PPA stéphanois 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 stéphanois 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).

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



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

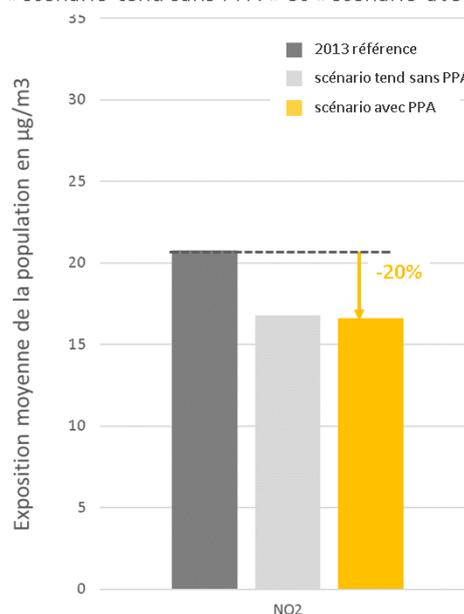


Figure 46 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA stéphanois au NO₂ - selon les scénarios « 2013 référence » et « scénario avec PPA » - à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA au NO₂ selon les 3 scénarios

Pour le dioxyde d'azote, la mise en place des actions du PPA couplée aux effets tendanciels permet de réduire l'exposition moyenne des habitants de la zone du PPA stéphanois de 4 µg/m³ (20%) en moyenne et ainsi de réduire d'environ 1400 habitants le nombre de personnes soumises à des concentrations de dioxyde d'azote supérieures à la valeur limite.

La Figure 47 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois aux valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés.

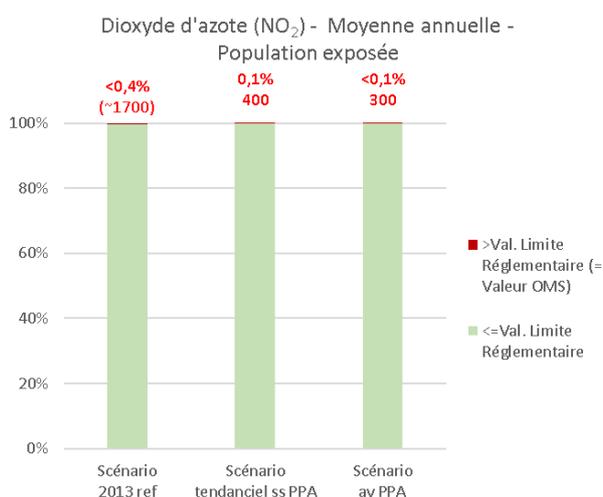


Figure 47 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois – comparaison à la valeur limite réglementaire pour le dioxyde d'azote selon les 3 scénarios modélisés

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 1 300 personnes. La mise en œuvre des actions du PPA accroit cette réduction de 100 habitants et permet de réduire à 300 habitants environ le nombre de personnes respirant un air non conforme à la valeur limite.

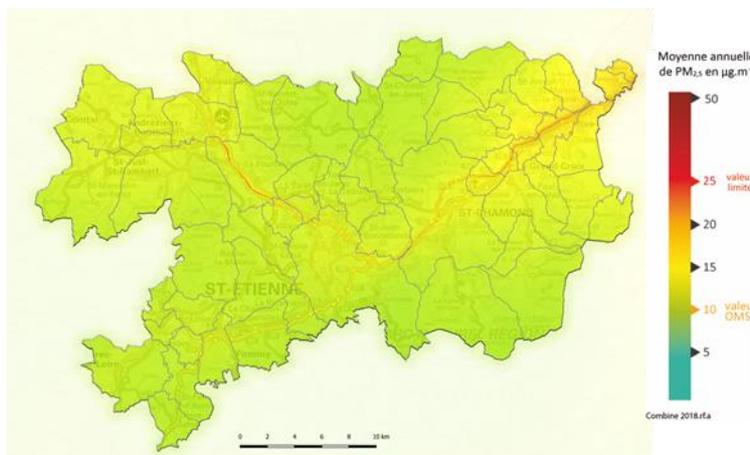
3.2.3 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM2.5

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

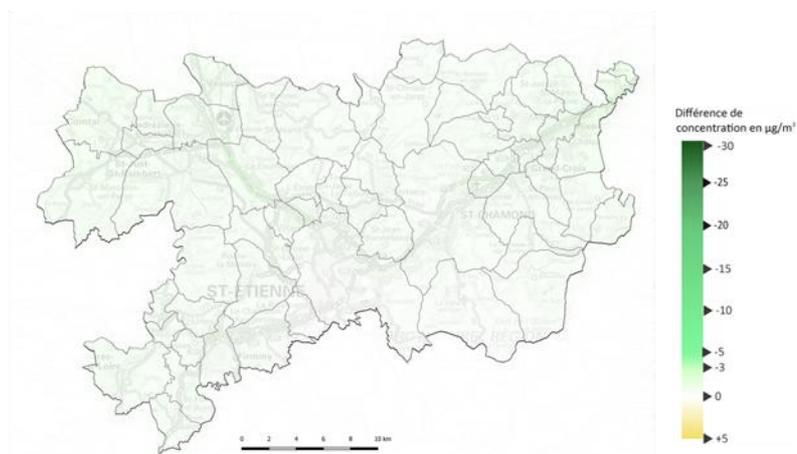
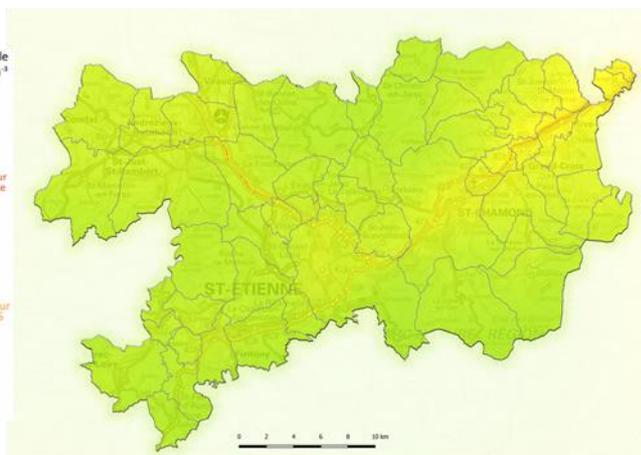
Les Figure 48 et Figure 49 présentent la carte de concentration annuelle moyenne de PM2.5 sur le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise et sur la commune de Saint-Etienne :

- 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).

2013 Référence



Scénario avec PPA

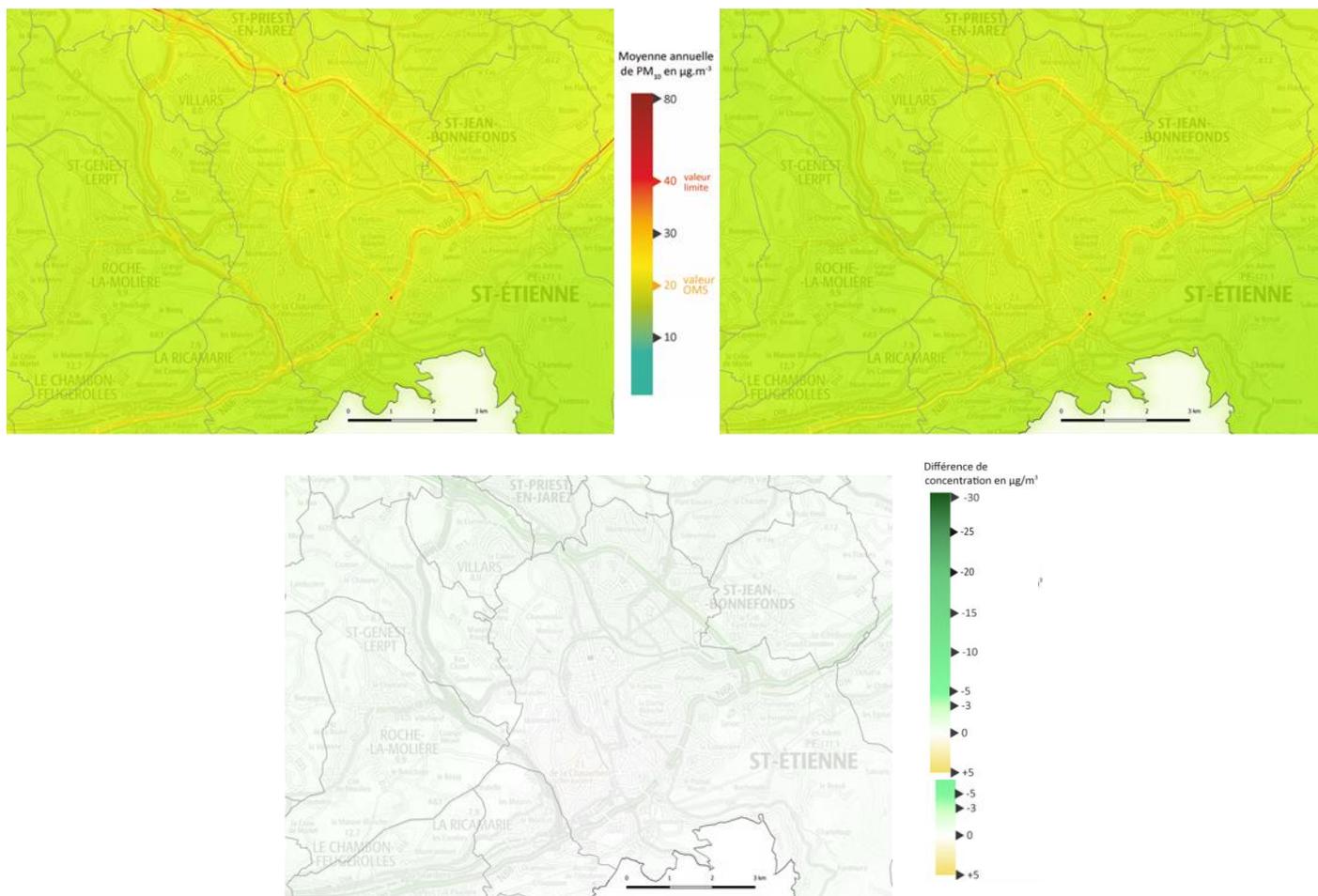


Variation entre scénario avec PPA et 2013 Référence

Figure 48 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 sur le territoire du PPA stéphanois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA »

2013 Référence

Scénario avec PPA



Variation entre scénario avec PPA et 2013 Référence

Figure 49 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 sur la commune de Saint-Etienne entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA »

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 Saint-Etienne (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 (Vallée du Gier autour de l'A47 et au Nord de Saint-Etienne autour de l'A72), et peut atteindre $-6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au centre des voiries.

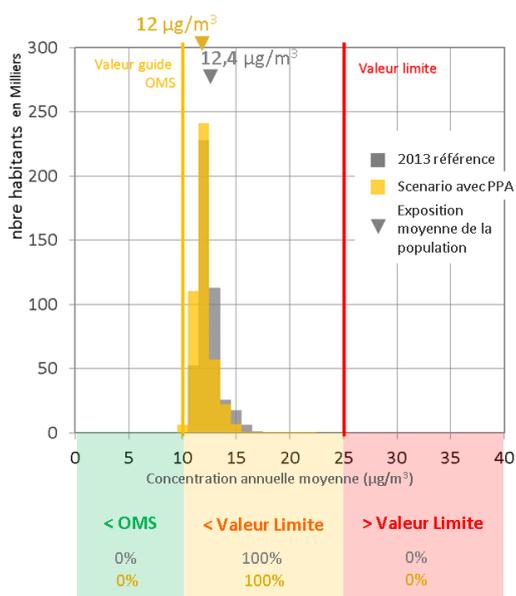
3.2.3.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM2.5

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

La Figure 50 présente :

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA stéphanois 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 stéphanois 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).

Distribution de l'exposition de la population aux particules PM2,5 en situation « 2013 référence » et « Scénario avec PPA »



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

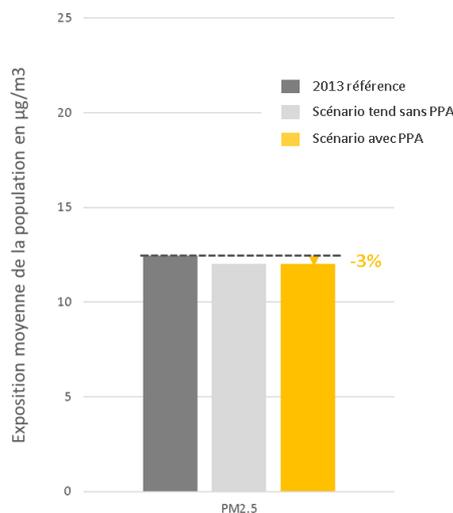


Figure 50 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA stéphanois - particules PM2.5 - selon les scénarios « 2013 référence » et « scénario avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA stéphanois aux PM2.5 selon les 3 scénarios

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 0,4 µg/m³ (3%) en moyenne, et ne permet pas de réduire le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

La Figure 51 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM2.5 selon les 3 scénarios modélisés.

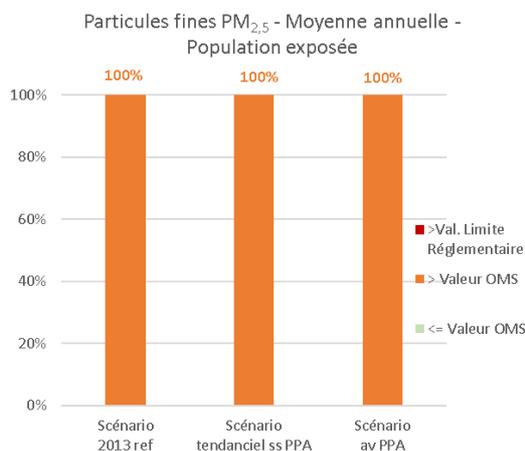


Figure 51 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois – comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM2.5 - selon les 3 scénarios modélisés

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 fixée à 25 µg/m³ en moyenne annuelle). Toutefois, 100% des habitants sont concernés par des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS pour les particules PM2.5 (10 µg/m³ en moyenne annuelle) en situation de référence.

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

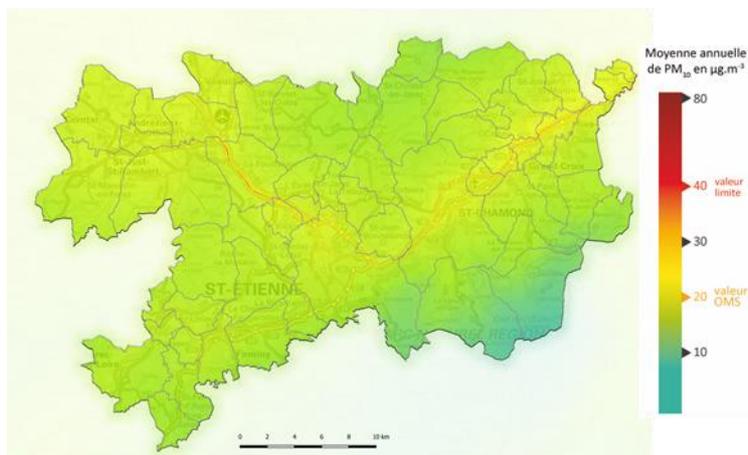
3.2.4 Impact des actions du PPA en moyenne sur l'année pour les particules PM10

3.2.4.1 Cartes de concentration moyenne annuelle pour les PM10

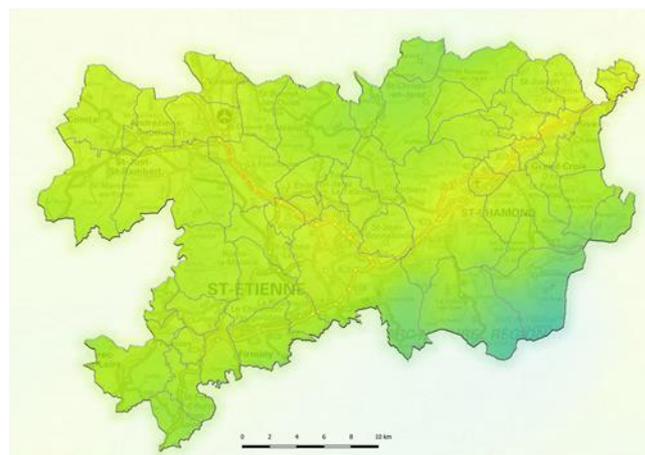
La Figure 52 présente la carte de la concentration annuelle moyenne de PM10 sur le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise :

- 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).

2013 Référence



Scénario avec PPA



Variation entre scénario avec PPA et 2013 Référence

Figure 52 : évolution de la concentration annuelle moyenne de particules fines PM10 sur le territoire du PPA stéphanois 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 en particulier dans la vallée du Gier autour de l'A47, et peut atteindre $-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au centre des voiries.

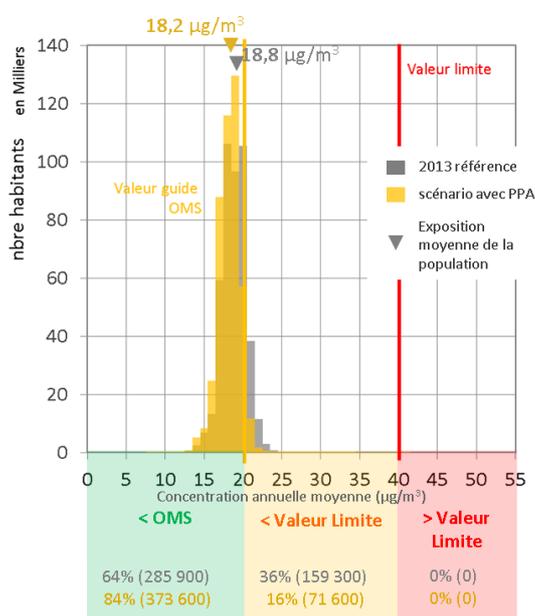
3.2.4.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM10

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

La Figure 53 présente

- à gauche : le profil d'exposition de la population du territoire du PPA stéphanois 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 stéphanois 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).

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



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

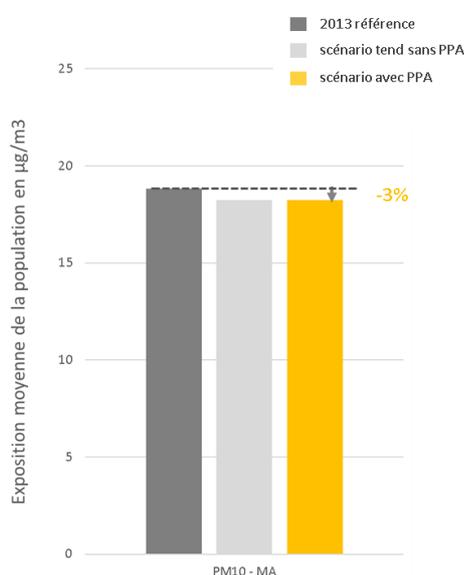


Figure 53 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA stéphanois - particules PM10 - selon les scénarios « 2013 référence » et « scénario avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA aux PM10 selon les 3 scénarios

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 $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (3%). Toutefois, elle permet de réduire d'environ 88 000 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS.

La Figure 54 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois aux valeurs réglementaires pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

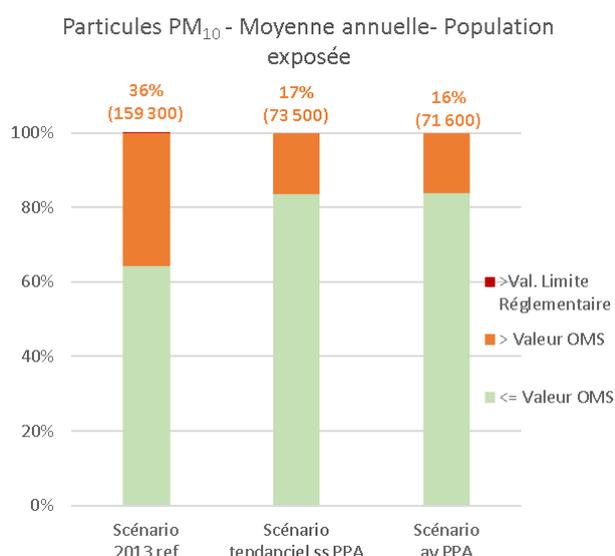


Figure 54 : histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois - comparaison à la valeur limite réglementaire et à la valeur OMS pour les PM10 - selon les 3 scénarios modélisés

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, 16% des habitants du territoire (71 600 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 85 800 personnes.

La mise en œuvre des actions du PPA réduit encore ce nombre d'environ 1900 habitants.

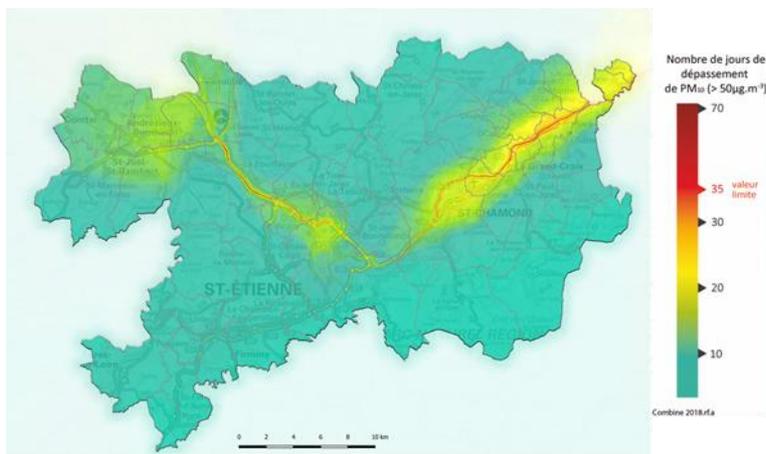
3.2.5 Impact des actions du PPA en nombre de jours de dépassement pour les particules PM10

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

Les Figure 55 et Figure 56 présentent la carte du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur le territoire du PPA de l'agglomération stéphanoise et sur la commune de Saint-Etienne :

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

2013 Référence



Scénario avec PPA

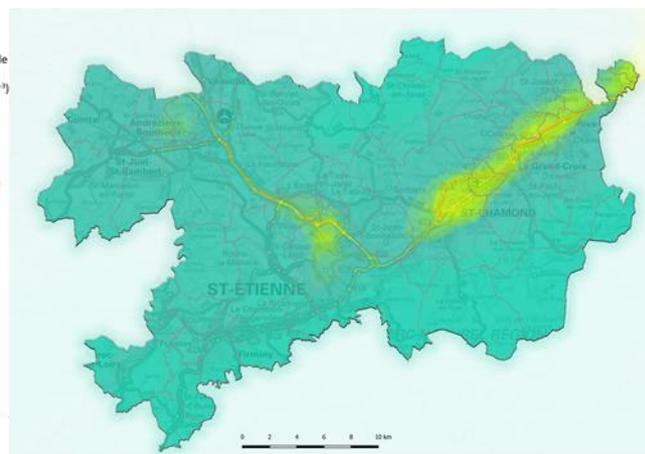
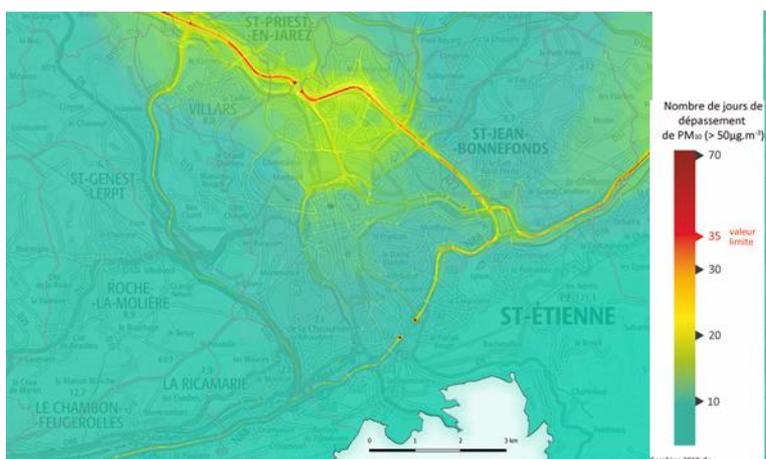


Figure 55 : évolution du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur le territoire du PPA stéphanois entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

2013 Référence



Scénario avec PPA

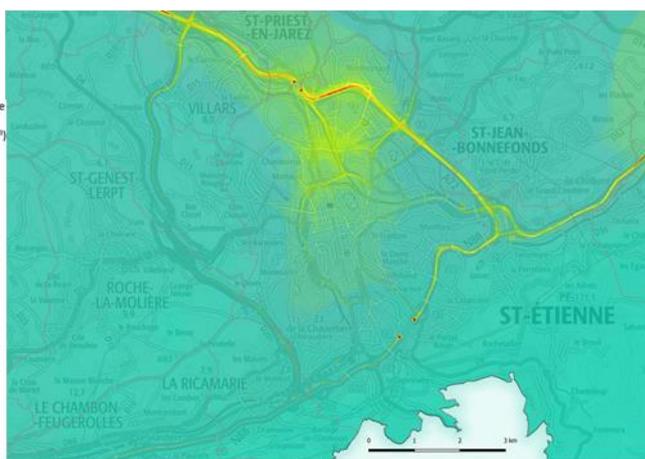


Figure 56 : évolution du nombre de jours pollués aux particules PM10 sur la commune de Saint-Etienne entre la situation « 2013 Référence » et « scénario avec PPA ».

Entre la situation 2013 et le scénario avec PPA, on observe une faible baisse du nombre de jours pollués⁶ aux particules PM10 en situation de fond sur la majorité du territoire. Cette baisse est plus significative (jusqu'à - 10 jours) sur la vallée du Gier, les communes au nord du PPA et le Nord de Saint-Etienne.

⁶ Jours dont la concentration moyenne journalière est supérieure à 50 µg/m³

3.2.5.2 Indicateurs d'exposition de la population aux PM10 – Nb de jours supérieurs à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

La Figure 57 présente l'histogramme d'exposition des habitants du territoire du PPA stéphanois à la valeur réglementaire relative au nombre de jours de dépassement pour les particules fines PM10 selon les 3 scénarios modélisés.

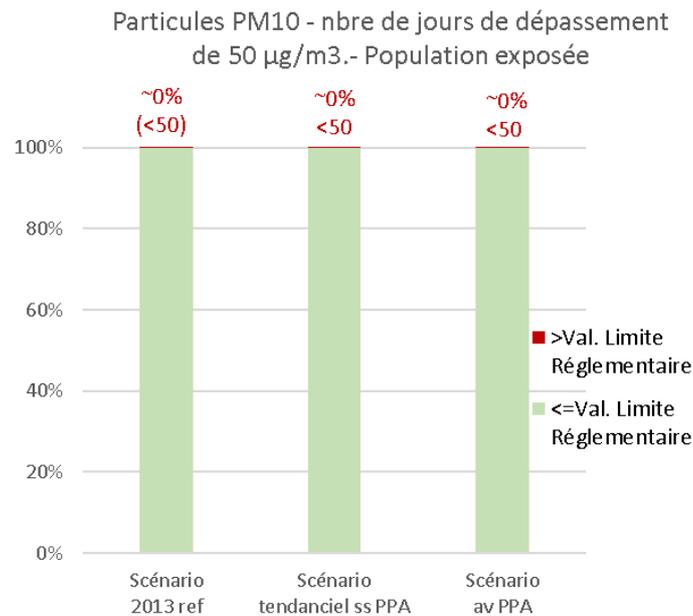
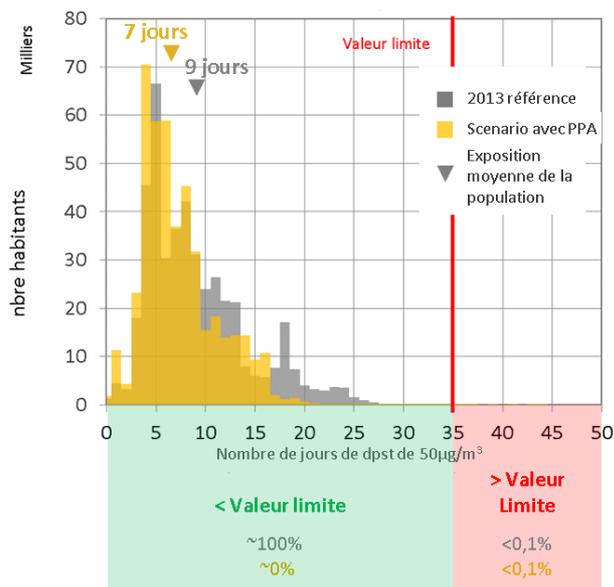


Figure 57 : histogramme d'exposition des habitants du territoire stéphanois à la valeur réglementaires relative au nombre de jours de dépassement pour les particules PM10 selon les 3 scénarios modélisés

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

La Figure 58 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).

Distribution de l'exposition de la population aux particules PM10 – nbre de jours de dépassement de 50 µg/m³ en situation « 2013 référence » et « 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 »

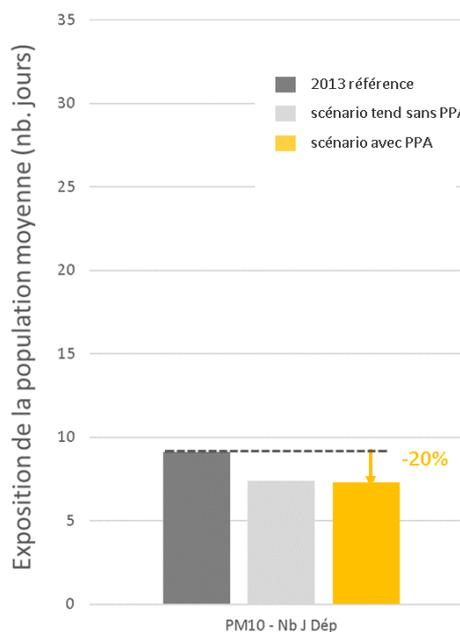


Figure 58 : à gauche : exposition de la population du territoire du PPA stéphanois - particules PM10 – nombre de jours pollués - selon les scénarios «2013 référence » et « scénario avec PPA » ; à droite : exposition moyenne de la population du territoire du PPA aux PM10 – nombre de jours pollués selon les 3 scénarios

L'effet du scénario avec PPA permet de réduire l'exposition moyenne au nombre de jours pollués aux particules PM10 de 2 jours (20 %) par rapport au scénario 2013 référence.

3.2.6 Synthèse des résultats

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

- modérément la concentration annuelle moyenne de NO₂ (baisse de 2 à 4 µg/m³ en situation de fond, atteignant 5µg/m³ sur la Vallée du Gier, pouvant dépasser 15 µg/m³ en proximité routière) et l'exposition moyenne des habitants de 4 µg/m³,
- faiblement la concentration annuelle moyenne de particules fines PM2.5 et PM10 (baisse inférieure à 1 µg/m³ en situation de fond, un peu plus marquée en proximité routière pouvant aller jusqu'à 4 µg/m³, notamment dans la vallée du Gier) et l'exposition moyenne d'environ 0.5 µg/m³,
- faiblement aussi le nombre jours pollués en particules PM10 (jusqu'à 2 jours de moins en situation de fond, comme au centre des voiries).

Concernant le dioxyde d'azote, 300 habitants restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (contre environ 1 700 concernés en situation de référence 2013).

Relativement aux 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, tous les habitants du PPA stéphanois restent exposés à des niveaux supérieurs à la valeur guide de l'OMS.

En ce qui concerne les particules PM10, quel que soit le scénario, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite réglementaire pour ce polluant. La mise en place des actions du PPA couplée aux effets du tendanciel permet de réduire d'environ 88 000 le nombre de personnes soumises à des concentrations supérieures à la valeur guide de l'OMS ce qui ramène à 84% la part des habitants respirant un air sain aux particules PM10 (64 % en situation de référence 2013).

4. Conclusions

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

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

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

Concernant les particules (PM10 et PM2.5), les valeurs réglementaires sont respectées. Néanmoins, une partie de la population du territoire du PPA, résidant en grande majorité dans la métropole stéphanoise, reste exposée à des niveaux supérieurs aux valeurs recommandées par l'OMS (21 500 habitants pour les PM2.5).

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

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

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

NOx		PM10		PM2.5	
Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA (2018 avec PPA - 2018 sans PPA)	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA (2018 avec PPA - 2018 sans PPA)	Tendanciel 2013-2018	Gain actions PPA (2018 avec PPA - 2018 sans PPA)
-18.1%	-1.2%	-7.8%	-0.3%	-6.5%	-0.4%

Figure 59: 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 (actions 14, 15 et 17) qui apportent plus de 85% des gains quantifiés,
- pour les PM2.5, les actions du secteur résidentiel et les actions du secteur des transports qui apportent environ 40% de gains pour chacun des secteurs (en l'absence de mise en œuvre de fond air bois qui constitue une action « phare » sur d'autres territoires de la région).

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

La comparaison :

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

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

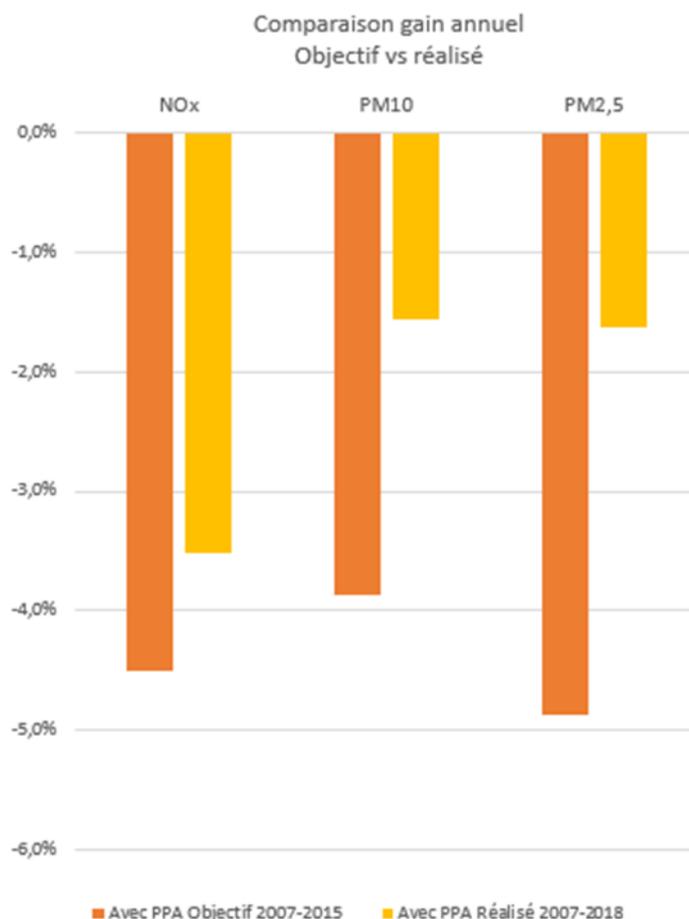


Figure 60: : comparaison des gains annuels en émissions

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

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

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

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

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

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

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

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.

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>

DGFIP :

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

FE : Facteur d'Emission.

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.

TMJA : Trafic Moyen Journalier Annuel.

VLE : Valeur Limite à l'Emission.

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

Bibliographie

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

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

Direction Générale de l'Energie 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'Etudes 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/omine>

EEA (European Environment Agency) – EMEP/EEA : Air pollutant emission inventory guidebook <http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

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

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

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

CITEPA, INERIS (2017) : Évaluation ex-ante des émissions, concentrations et impacts sanitaires du projet de PREPA (Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques) https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Evaluation_ex_ante_du_PREPA%5B1%5D.pdf

Annexes

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

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

Tableau 8 : Normes de la qualité de l'air

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

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

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

Objectif de qualité : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

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

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

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

Annexe 2 : système national de classification des stations de mesures

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

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

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

Méthodologie

La chaine 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 WRF⁷ et le modèle de chimie transport CHIMERE⁸. 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.

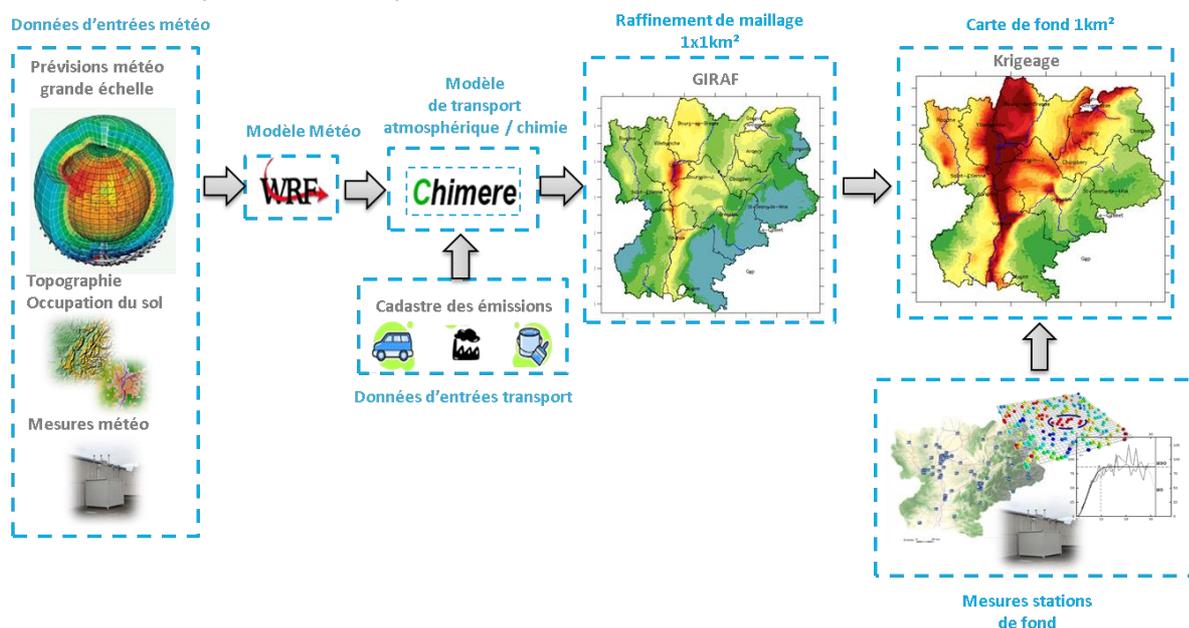


Schéma de mise en œuvre de la chaîne de modélisation régionale

⁷ WRF: National Center for Atmospheric Research <https://www.wrf-model.org/>

⁸ CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>
Evaluation du PPA de l'agglomération stéphanoise

La seconde cartographie à l'échelle de la rue est issue du modèle SIRANE⁹, 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.

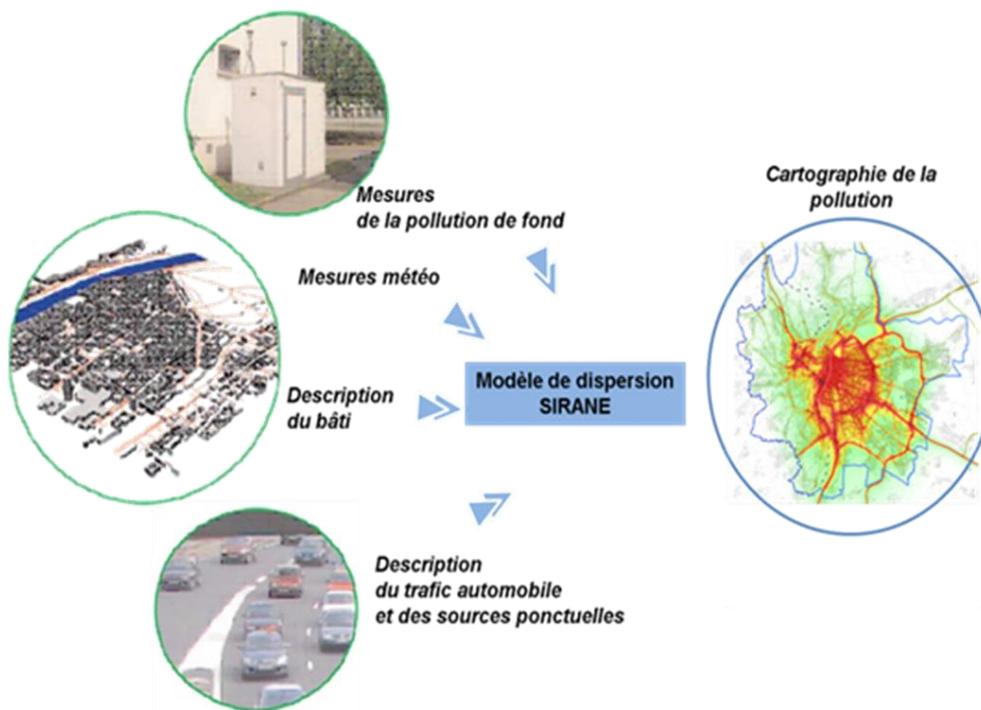


Schéma de mise en œuvre de la modélisation fine échelle (SIRANE)

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.

⁹ 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.

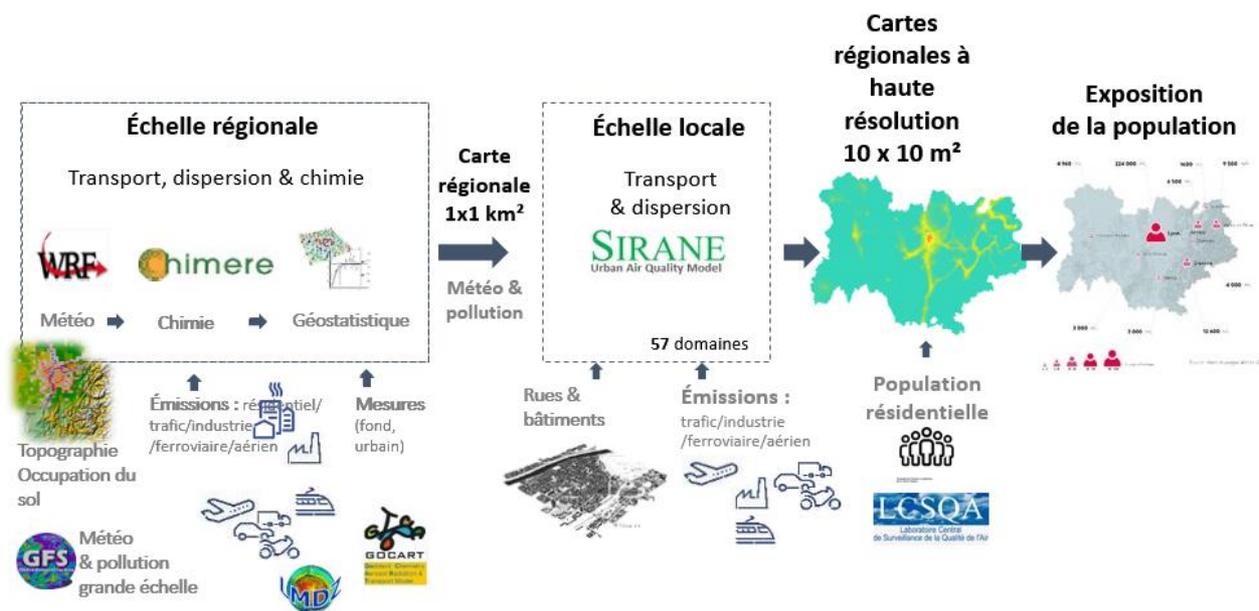


Schéma de principe de combinaison des modèles régionaux et fine échelle

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 G²AME¹⁰ ou encore le projet Croix Rouse¹¹.

¹⁰ <http://www.air-rhonealpes.fr/videotheque/video/2616>

¹¹ <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 ?

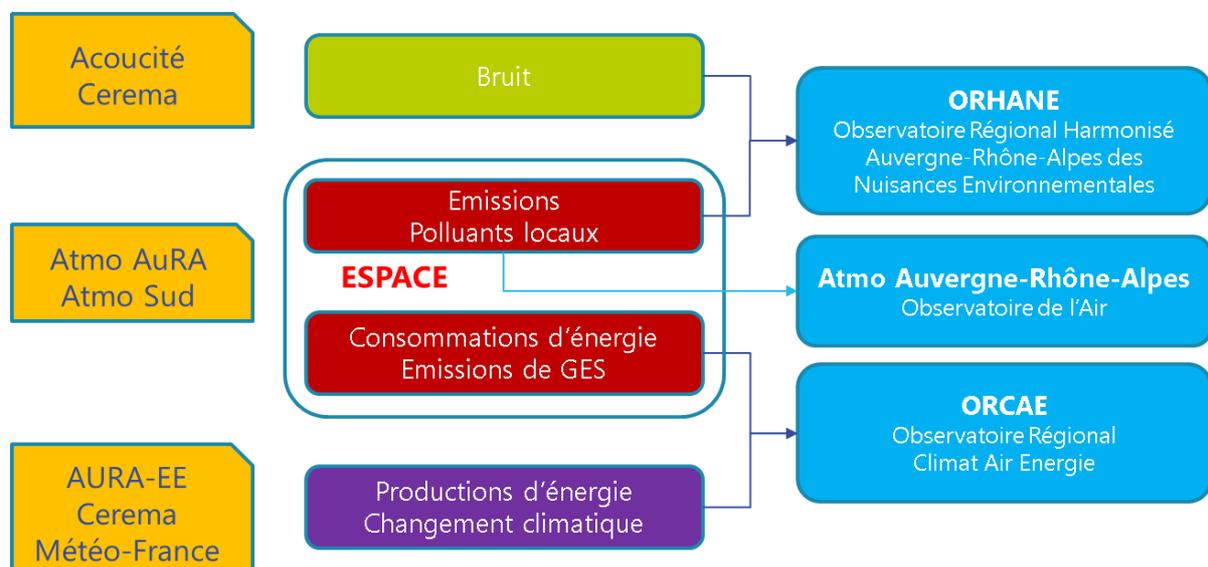
Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de quinze ans un inventaire régional des émissions qui répond à différents besoins :

- 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

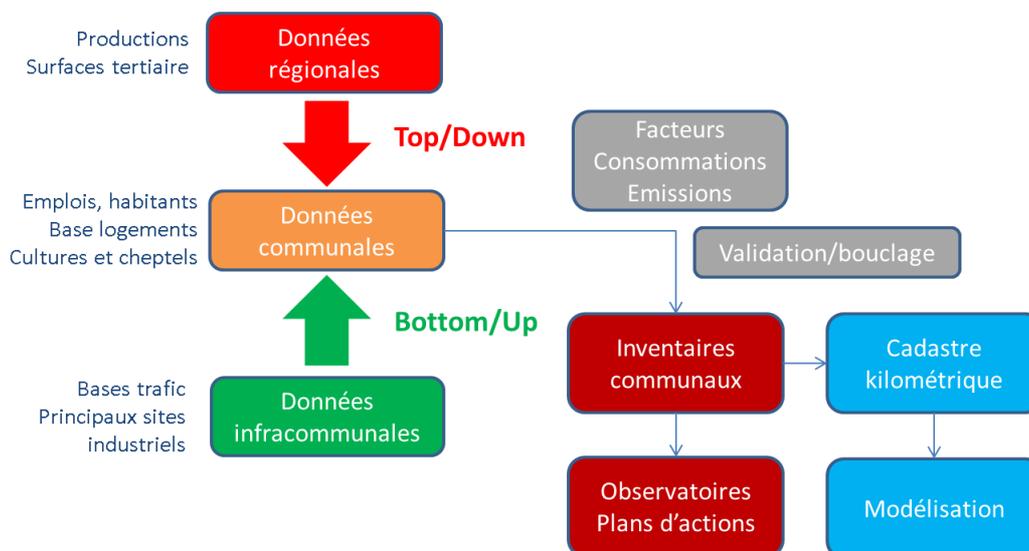
Exigences d'un inventaire

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 : Analyse des données issues du crédit d'impôts

Bien qu'indépendant d'une politique locale en matière de réduction des émissions polluantes, la DREAL a pu récupérer des données auprès de la DGFIP (Direction Générale des Finances Publiques) concernant le nombre de bénéficiaires du crédit d'impôts au titre de la case 7AR de la déclaration d'impôts sur les revenus concernant les équipements de chauffage ou de production d'eau chaude fonctionnant au bois ou autres biomasses. Ces données ont pu être récupérées sur les années 2014 et 2017. Ainsi en moyenne, nous évaluons à 680 le nombre de bénéficiaires de ce crédit d'impôts par an, soit pour la période PPA 3400 bénéficiaires.

Afin de tenir compte du fait que tous les appareils achetés ne sont pas des appareils performants, nous retenons le taux d'acquisition de 82% correspondant à la part de marché des appareils neufs performants (sources : statistique observ'ér).

Par ailleurs, si les chiffres de la DGFIP permettent de renseigner le nombre d'appareils renouvelés, ils ne donnent pas d'indication sur la nature des appareils remplacés. Compte tenu du retour d'expérience d'Atmo Auvergne Rhône Alpes sur l'évaluation des Fonds Air Bois (FAB) qui permettent d'accéder à des données plus précises, les taux d'abattement calculés pour la zone PPA de Saint-Etienne ont été repris des calculs réalisés pour la Prime Air Bois de Grenoble-Alpes Métropole.

Polluant	Facteur d'émission unitaire en kg Après renouvellement	Facteur d'émission unitaire en kg Avant renouvellement	Bilan par appareil remplacé en kg/an	Impact en matière d'émission sur la zone PPA entre 2014 et 2018 (en tonnes) à climat normalisé
NOx	4,2	3,7	+0,3	+ 0,8
PM10	4,0	32,6	-16	- 45,3
PM2.5	5,5	32,1	-15	- 42,0

Ainsi, le crédit d'impôts a un effet significatif sur la baisse des émissions en particules fines sur le territoire. La réduction des émissions correspond à un gain de l'ordre de 2% des émissions de particules fines liées au chauffage au bois sur le territoire.

Remarque : le renouvellement des systèmes de chauffage au bois peu performants par des systèmes au bois performants, entraîne généralement une hausse des émissions de NOx, car les températures de combustion des appareils au bois performants sont plus élevées, ce qui produit plus d'oxydes d'azote.

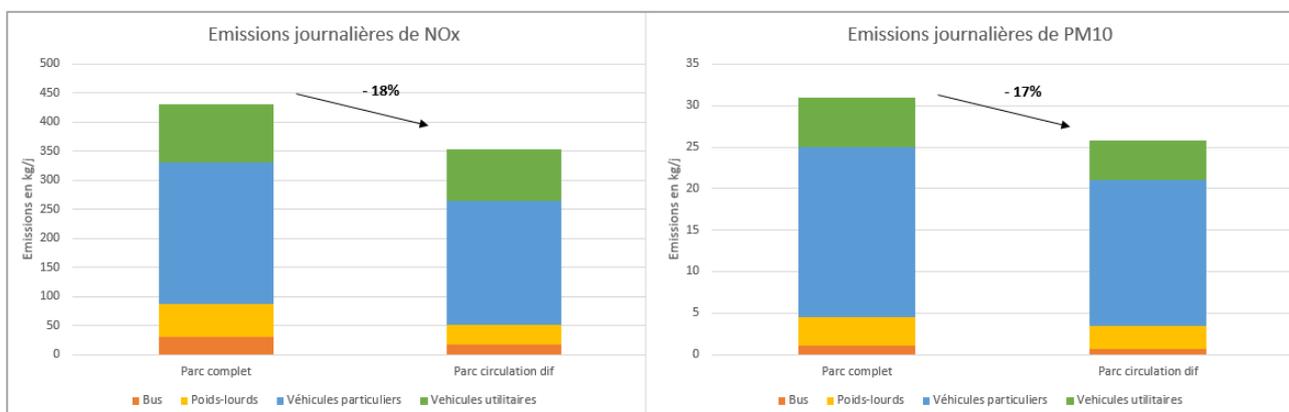
Annexe 6 : Analyse de la mise en place de la circulation différenciée

Un test des gains d'émissions à attendre de la circulation différenciée est présenté ci-dessous sur la base des restrictions mises en place lors de de l'épisode de pollution de fin janvier 2020.

Concernant le transport, des mesures complémentaires (N2) ont été mises en place pour le samedi 25 janvier, à partir de 5 heures du matin, par la préfecture de la Loire. La circulation différenciée concernait l'intérieur du triangle de l'agglomération stéphanoise soit la zone Saint-Étienne, Villars et Saint Genest Lerpt. Les axes A72, RN488, RN88 et RD 201 étaient exclus de ce périmètre.

Seuls les véhicules affichant un certificat qualité de l'air (vignette Crit'Air) "zéro émission moteur," ou de classe 1, 2, 3 ont été autorisés à circuler.

Le bilan montre une baisse des émissions à l'intérieur du triangle autoroutier de l'ordre de 15% à 20%.



Annexe 7 : tableau chiffré associé aux graphiques sur les émissions de polluants atmosphériques

Polluants		NOX			
scenario		2007	2013 Réf	2018 Sans PPA	2018 PPA
Emissions en tonnes	Agriculture	100,1	60,9	44,9	44,9
	Industrie	1125,4	868,2	797,4	789,4
	Résidentiel	468,7	508,8	481,2	481,1
	Tertiaire	410,3	281,1	261,5	261,5
	Transports	4159,7	3037,2	2310,1	2259,7
Polluants		PM10			
scenario		2007	2013 Réf	2018 Sans PPA	2018 PPA
Emissions en tonnes	Agriculture	46,5	40,9	39,5	39,5
	Industrie	250,7	159,2	110,0	108,8
	Résidentiel	584,2	648,4	652,8	651,6
	Tertiaire	22,4	21,7	31,9	31,8
	Transports	296,1	211,3	162,8	161,5
Polluants		PM2,5			
scenario		2007	2013 Réf	2018 Sans PPA	2018 PPA
Emissions en tonnes	Agriculture	20,6	16,1	14,6	14,6
	Industrie	191,8	96,6	72,9	72,2
	Résidentiel	572,4	635,1	639,4	638,2
	Tertiaire	19,7	19,0	28,6	28,5
	Transports	248,1	161,9	112,5	111,1

Emissions par polluant, scénario et macro-secteurs d'activités (en tonnes) – PPA Saint-Etienne.