

# Plan Oxygène

Lyon Métropole

## Impact d'une Zone de Faibles Emissions

---

Mai 2018

# Conditions de diffusion

Dans le cadre de la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de l'Auvergne (ATMO Auvergne) et de Rhône-Alpes (AIR Rhône-Alpes) ont fusionné le 1<sup>er</sup> juillet 2016 pour former Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'Etat français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux.

A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur les sites [www.air-rhonealpes.fr](http://www.air-rhonealpes.fr) et <http://www.atmoauvergne.asso.fr/>

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2018) Plan Oxygène - Lyon Métropole - Impact d'une Zone de Faibles Emissions.

Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure.

Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : [contact@atmo-aura.fr](mailto:contact@atmo-aura.fr)
- par téléphone : 09 72 26 48 90



# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>1- Les enjeux</b>	<b>4</b>
1-1 Enjeu de santé publique	
1-2 Enjeu réglementaire	
1-3 Enjeux économiques	
<b>2- Les éléments de diagnostic</b>	<b>5</b>
2-1 Une amélioration globale mais trop lente	
2-2 Une amélioration pas toujours suffisante au regard des objectifs du PPA	
2-3 Les particules en suspension	
2-4 Le dioxyde d'azote	
2-5 Zoom sur les émissions	
2-6 Conclusion	
<b>3- La Zone de Faibles Emissions (ZFE) : un outil du plan Oxygène</b>	<b>10</b>
3-1 Le choix des véhicules	
3-2 La définition du périmètre	
3-3 Le niveau d'ambition de la ZFE	
<b>4- Evaluation des émissions</b>	<b>12</b>
4-1 Méthodologie de calcul des émissions liées au trafic routier	
4-2 Résultats	
4-3 Conclusion	
<b>5- Evaluation des concentrations et de l'exposition de la population</b>	<b>14</b>
5-1 Méthodologie	
5-1-1 Réalisation des cartes de concentrations	
5-1-2 Calcul de l'exposition des populations	
5-2 Résultats	
5-2-1 Analyse du scénario tendanciel en 2021	
5-2-2 Analyse du scénario étudié ZFE en 2021	
<b>Conclusion</b>	<b>24</b>

# Introduction

La qualité de l'air, malgré une diminution significative des niveaux de pollution depuis 10 ans, reste une préoccupation importante sur le territoire lyonnais.

La Métropole de Lyon s'est engagée, en 2016, dans la mise en œuvre d'un plan spécifique à la qualité de l'air : le Plan Oxygène.

Ce plan intègre différentes actions, dont la création d'une Zone de Faibles Emissions (ZFE) afin de réduire les émissions du transport routier et l'exposition des populations en bordure des axes routiers importants.

ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a accompagné la Métropole de Lyon dans l'étude de préfiguration de cette ZFE.

## 1- Les enjeux

### 1-1 Enjeu de santé publique

La pollution de l'air extérieur est aujourd'hui classée comme cancérigène certain pour l'homme par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Les effets locaux de la pollution atmosphérique ont été démontrés à court et à long terme.

Le dernier rapport de l'Agence Européenne de l'Environnement (AEE) publié fin 2017, souligne que la plupart des personnes qui vivent dans des villes européennes sont exposées à de l'air de qualité médiocre.

Les données montrent que la qualité de l'air en Europe s'améliore peu à peu grâce aux politiques passées et présentes, ainsi qu'aux développements technologiques. Toutefois, les fortes concentrations de pollution atmosphérique continuent d'avoir d'importantes répercussions sur la santé des européens.

### 1-2 Enjeu réglementaire

La France fait l'objet d'un précontentieux avec l'Europe pour non-respect des valeurs réglementaires et insuffisance des plans d'amélioration de la qualité de l'air pour les particules PM10 (depuis avril 2015) et est en phase de contentieux pour le dioxyde d'azote (depuis mai 2018). Ces démarches visent en particulier le territoire lyonnais.

Le 30 janvier 2018, la Commission Européenne a convoqué à Bruxelles les ministres de l'Environnement de 9 pays, dont la France, pour un « sommet » sur la qualité de l'air. La Commission attendait de ces 9 Etats-membres des « engagements crédibles et satisfaisants », faute de quoi elle saisirait la Cour de Justice de l'Union Européenne dont l'issue pourrait être une condamnation et une amende. Les Etats concernés avaient deux mois pour présenter un programme d'actions rapides et efficaces.

Le 17 mai 2018, la Commission européenne a annoncé avoir saisi la Cour de Justice de l'Union Européenne pour non-respect des normes européennes en matière de qualité de l'air dans 6 États membres dont la France, plus précisément assignée pour non-respect des valeurs fixées pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), principalement dans les grandes agglomérations, le territoire lyonnais étant concerné.

### 1-3 Enjeux économiques

En plus du coût sanitaire connu, le coût économique et financier de l'inaction est à présent clairement identifié (évalué à plus de 100 milliards d'euros par an selon rapport de la Commission d'enquête du Sénat de 2015).

**La qualité de l'air est également un vecteur d'innovation** et de valorisation en faisant de la métropole une « métropole laboratoire » innovante et exemplaire. Il est important d'impulser des mesures efficaces et choisies plutôt qu'elles ne soient imposées, de valoriser les efforts passés et les actions à venir de la collectivité.

La pollution de l'air est la 1<sup>ère</sup> préoccupation environnementale des français. 83 % des Rhônealpins sont inquiets de la qualité de l'air qu'ils respirent (sondage réalisé par l'institut IPSOS pour Air Rhône-Alpes). Répondre à l'attente de l'opinion publique sur les enjeux de la pollution et **renforcer l'attractivité de la métropole** par une communication positive permet une image valorisée de ville dynamique attachée à son environnement.

## 2- Les éléments de diagnostic

La métropole lyonnaise, 2<sup>ème</sup> unité urbaine française, est une zone sensible en matière de qualité de l'air, notamment pour les particules et le dioxyde d'azote. Elle accueille en effet une forte population et d'importantes activités humaines, des axes routiers au trafic chargé et un tissu industriel important, concentrant ainsi des émissions polluantes de diverses origines.

Face aux enjeux de qualité de l'air, différentes actions ont été engagées, notamment dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération lyonnaise. La Métropole de Lyon mène également depuis plusieurs années une politique volontariste d'amélioration de la qualité de l'air, notamment dans le cadre de son agenda 21 et de son plan climat.

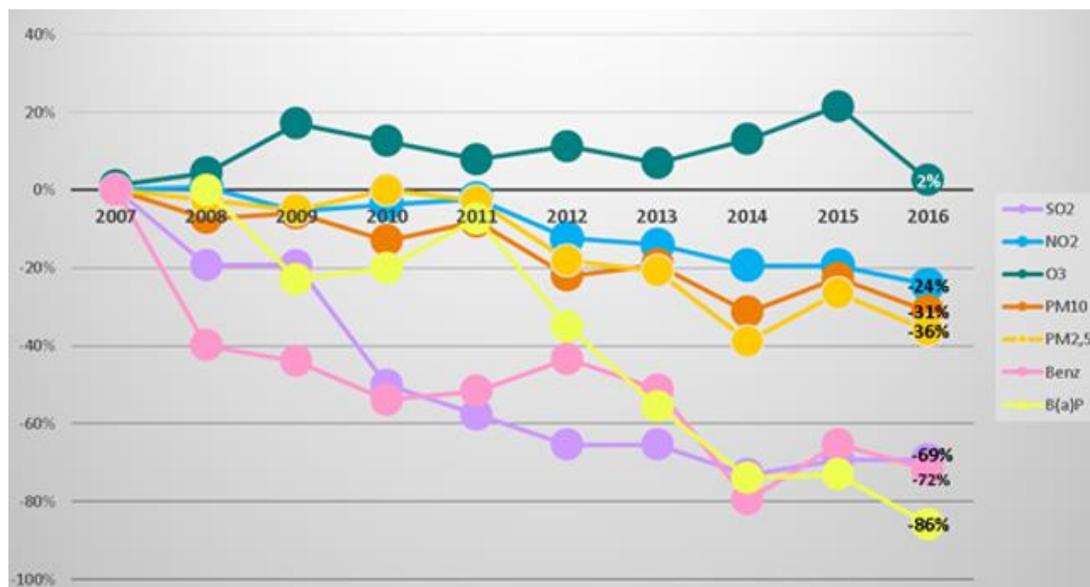
### 2-1 Une amélioration globale mais trop lente

La qualité de l'air s'améliore globalement sur la dernière décennie. Mais certains polluants restent en situation critique au regard de la réglementation.

Particules et dioxyde d'azote notamment connaissent une diminution sensible sur le territoire lyonnais, mais encore largement insuffisante pour que tous les objectifs réglementaires soient respectés.

Les concentrations d'ozone ne diminuent pas sur les dernières années et présentent également un enjeu sanitaire. Il n'y a cependant pas d'action directe pour résorber cette pollution. Néanmoins, toutes les politiques visant la diminution des NOx et des COV concourent à la baisse de ce polluant.

Dans la suite du rapport seuls les NOx et les PM10 seront étudiés.

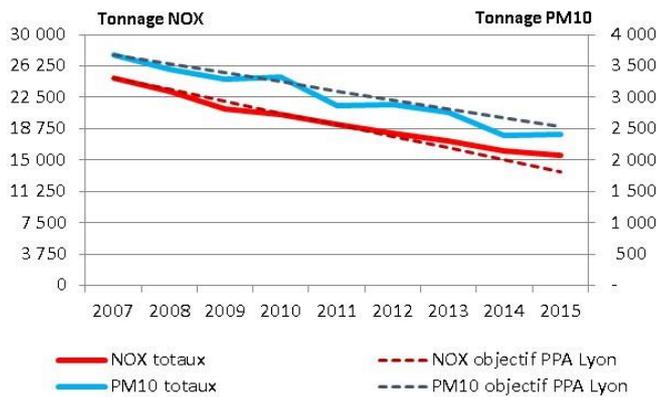


*Evolution des moyennes annuelles depuis 10 ans sur la Métropole de Lyon (écart des concentrations en % par rapport à 2007)*

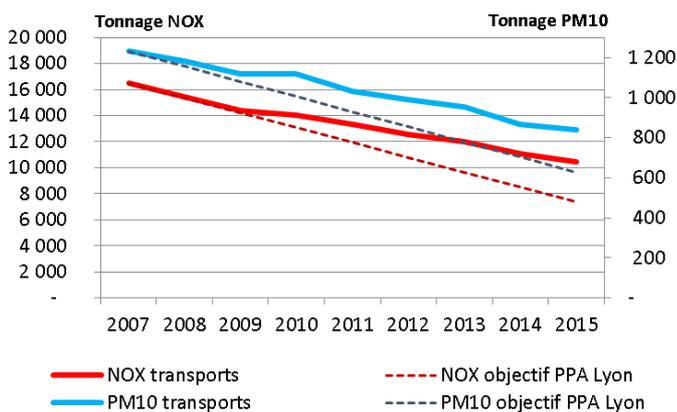
### 2-2 Une amélioration pas toujours suffisante au regard des objectifs du PPA

L'agglomération lyonnaise fait l'objet d'un Plan de Protection de l'Atmosphère qui a pour objectif de faire diminuer les niveaux de particules en suspension et de dioxyde d'azote en deçà des seuils réglementaires et de réduire l'exposition de la population, via des actions pérennes sur l'ensemble des secteurs d'activités à enjeux.

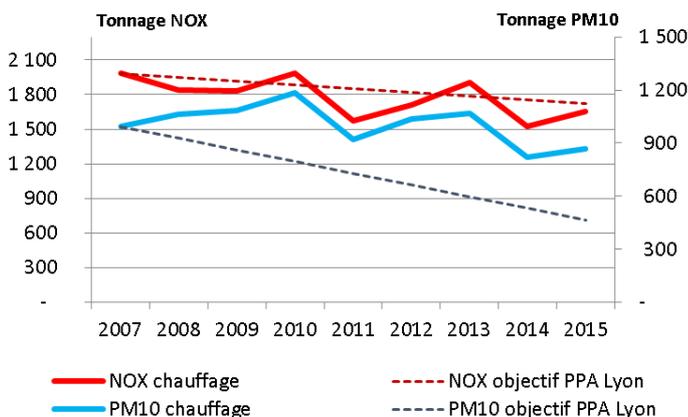
Au regard des objectifs fixés par le PPA, les baisses d'émissions bien que significatives, notamment sur l'industrie, demeurent insuffisantes pour les secteurs du chauffage (en particulier pour les PM10) et surtout des transports (en particulier pour les NOx).



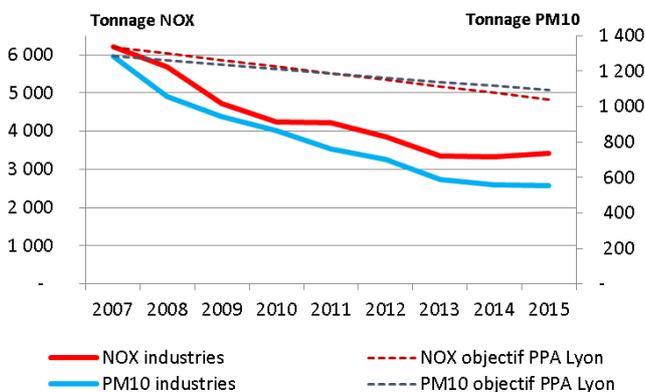
Evolution des rejets de polluants toutes sources confondues par rapport aux objectifs du PPA



Evolution des rejets de polluants liés au secteur des transports par rapport aux objectifs du PPA



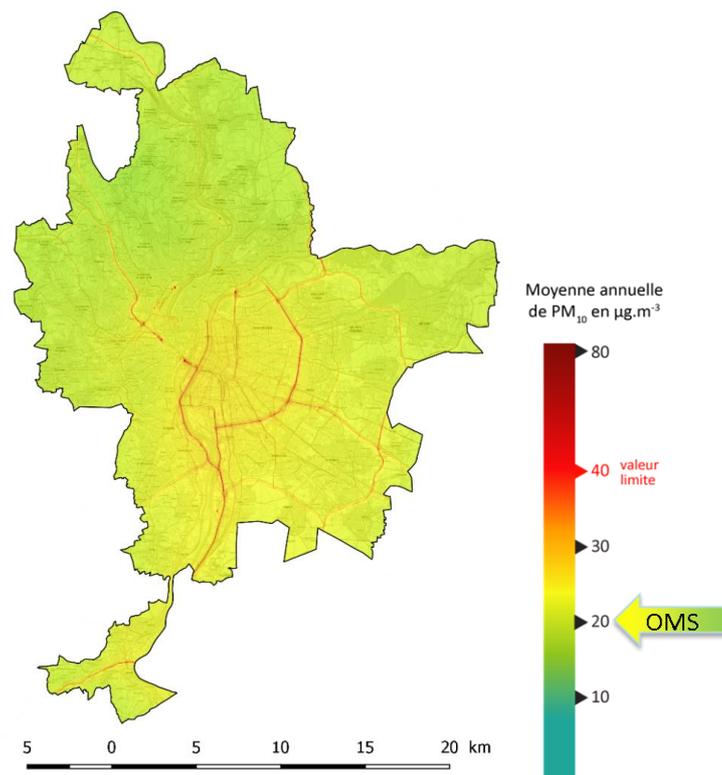
Evolution des rejets de polluants liés au secteur du chauffage par rapport aux objectifs du PPA



Evolution des rejets de polluants liés au secteur industriel par rapport aux objectifs du PPA

Evolution des émissions entre 2007 et 2015 sur la Métropole de Lyon – comparaison aux objectifs du PPA par secteurs  
 Source : inventaire des émissions Atmo AuRA V2017

## 2-3 Les particules en suspension



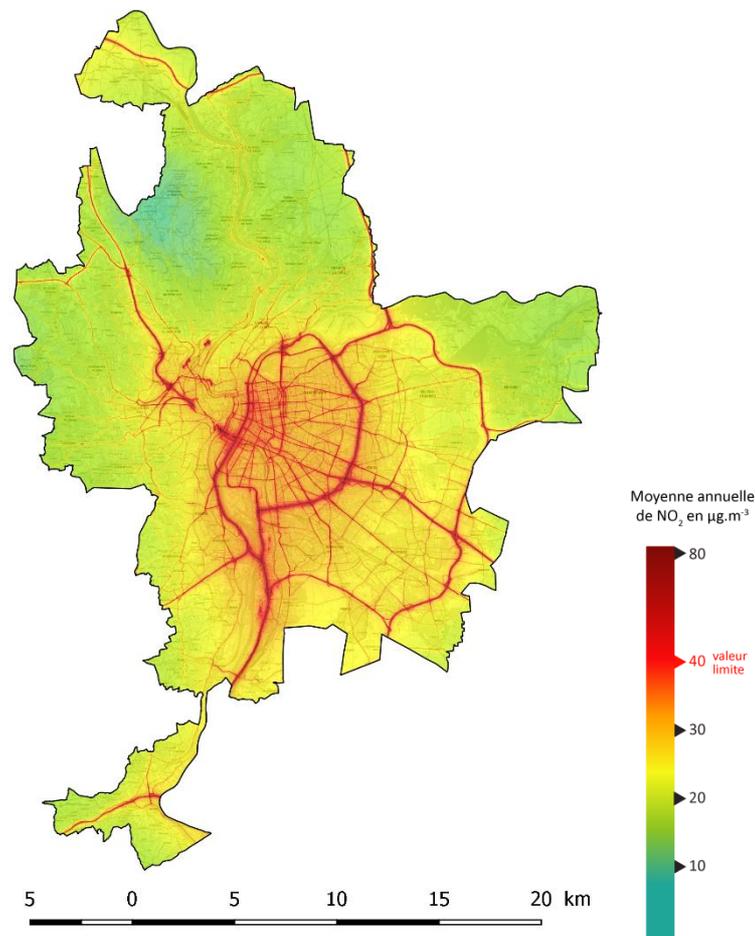
**Moyenne annuelle de particules PM10 en 2016 sur la Métropole de Lyon**  
**Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes 2016.ia.a**

Pour les particules PM10, même si les abords des principaux axes routiers ont des valeurs supérieures au reste du territoire et sont donc plus sensibles à cette pollution, **aucun dépassement réglementaire** de la valeur limite annuelle n'a été constaté ces dernières années. Des pics de pollution en PM10 sont encore régulièrement présents, mais moins de 35 jours par an sur la plupart du territoire ces dernières années.

Cependant, sur la quasi-totalité de la Métropole de Lyon, **les niveaux de PM10 sont supérieurs à la valeur recommandée par l'OMS**, fixée à 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. **Presque 1,2 millions d'habitants** sont exposés à des niveaux supérieurs à ce seuil, soit près de 90% de la population de la Métropole.

Les seuils sanitaires de l'OMS sont de plus en plus la référence à atteindre, l'Autorité environnementale du Conseil Général de l'Environnement et du Développement Durable (CGEDD) ayant mis en avant la nécessité de conduire des actions qui visent le respect de ces seuils.

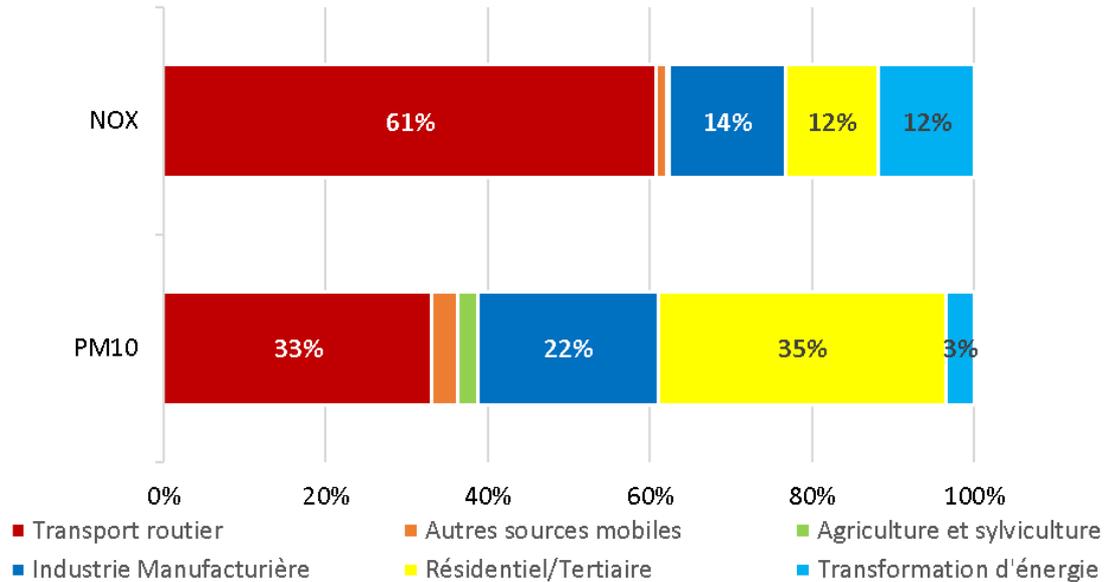
## 2-4 Le dioxyde d'azote



*Moyenne annuelle du dioxyde d'azote en 2016 sur la Métropole de Lyon  
Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes 2016.ia.a*

**Le dioxyde d'azote**, fortement lié aux émissions routières (plus de 60% des émissions de la Métropole de Lyon), est particulièrement **problématique en proximité des axes de circulation et en particulier des grandes voiries**. Dans la Métropole de Lyon, **48 000 habitants**, qui se situent principalement en bordure des principaux axes routiers, sont exposés au dépassement réglementaire de la valeur limite annuelle pour ce polluant en 2016.

## 2-5 Zoom sur les émissions



*Répartition sectorielle des émissions 2015 sur la Métropole de Lyon*

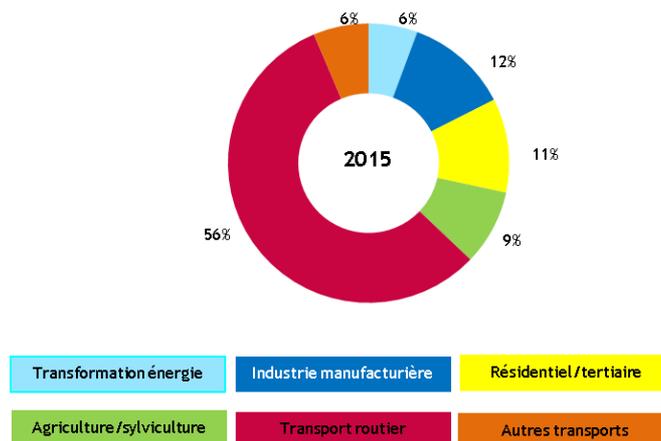
*Source : inventaire des émissions Atmo AuRA V2017 et travaux ZFE pour les émissions routières*

La pollution aux particules fines est due essentiellement aux effets conjugués du chauffage au bois individuel non performant, des transports routiers et de l'industrie.

Pour les oxydes d'azote, sur le territoire lyonnais, les émissions proviennent à plus de 60% du trafic routier qui est, en particulier, responsable de la "surexposition" des populations résidant en bordure des axes routiers.

### La répartition des émissions montre que le transport routier constitue un levier d'action important sur le territoire.

Cette répartition est assez proche du niveau national. Par exemple, pour les NOx, la dernière répartition sectorielle du CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique) de 2015 donne une **contribution du transport routier à 56%, contre 60% pour la métropole lyonnaise**, ce qui paraît logique (densité urbaine, trafic de transit plus importants à l'échelle de la Métropole).



*Répartition sectorielle des émissions 2015 sur la France métropolitaine*

*Source : CITEPA SECTEN V2017 année 2015*

## 2-6 Conclusion

La qualité de l'air, malgré une diminution significative des niveaux de pollution depuis 10 ans, reste une préoccupation importante sur le territoire lyonnais.

Les principaux polluants « à enjeu » sur le territoire lyonnais sur lesquels des actions peuvent être entreprises sont les particules fines et le dioxyde d'azote.

Pour améliorer la situation, deux types d'actions sont possibles :

- l'atténuation des émissions : les transports routiers et le chauffage individuel au bois non performant constituent les sources de pollution de l'air sur lesquelles la marge de progrès est la plus importante sur le territoire,
- l'adaptation : la mise en œuvre de mesures dans le domaine de l'urbanisme est aussi une voie de réduction de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique.

La Métropole de Lyon s'est engagée, en 2016, dans un plan volontaire spécifique à la qualité de l'air : le Plan Oxygène.

### 3- La Zone de Faibles Emissions : un outil du plan Oxygène

Le Plan Oxygène propose un plan d'actions variées. Une Zone de Faibles Emissions (aussi appelée « Zone de Circulation Restreinte » : ZCR) est prévue selon les conditions du décret du 28 juin 2016. Une étude préalable a été réalisée par le cabinet Jonction et ATMO Auvergne-Rhône-Alpes afin d'identifier le scénario le plus adapté au territoire lyonnais.

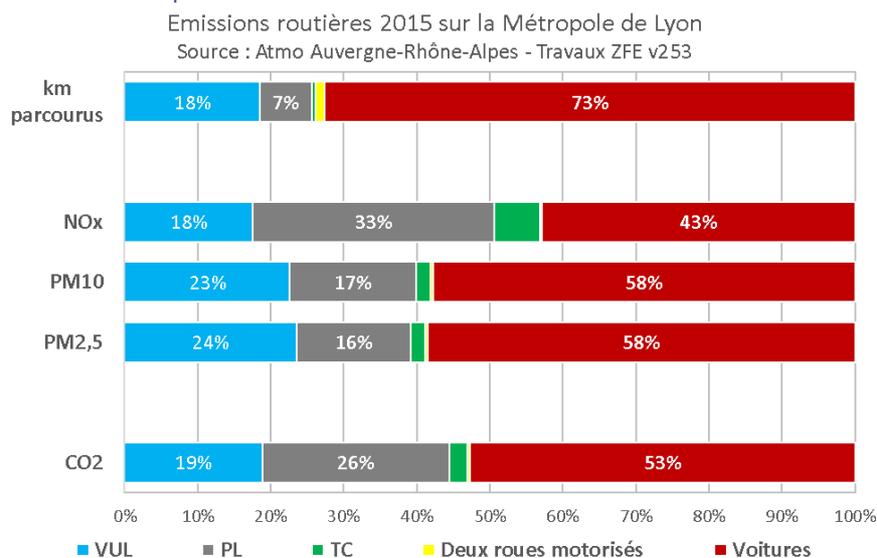
La ZFE se concentre sur la baisse des émissions du transport routier via la restriction d'accès aux véhicules les plus polluants déterminés selon la classification environnementale définie par l'État (arrêté du 21 juin 2016 établissant la nomenclature des véhicules classés en fonction de leur niveau d'émission de polluants atmosphériques en application de l'article R. 318-2 du code de la route ) sur un périmètre défini.

La ZFE permet de réduire surtout la pollution en proximité des voiries routières, avec toutefois une amélioration légère sur la pollution de fond.

Par le choix du type de véhicules interdits à la circulation, du niveau de restriction et du périmètre, la métropole bénéficie d'un levier d'action intéressant pour améliorer la qualité de l'air.

#### 3-1 Le choix des véhicules

Sur la métropole lyonnaise, pour agir sur les concentrations de dioxyde d'azote, il a été décidé de cibler le **transport de marchandises (Poids Lourds et Véhicules Utilitaires Légers)** qui représentent une part sensible des émissions des transports routiers. Les VUL/PL, hors transports en communs, réalisent « seulement » 25 % des distances parcourues, mais ils produisent 51% des émissions routières de NO<sub>x</sub> et 40 % des émissions routières de PM10. Les VUL/PL constituent donc une cible pertinente.

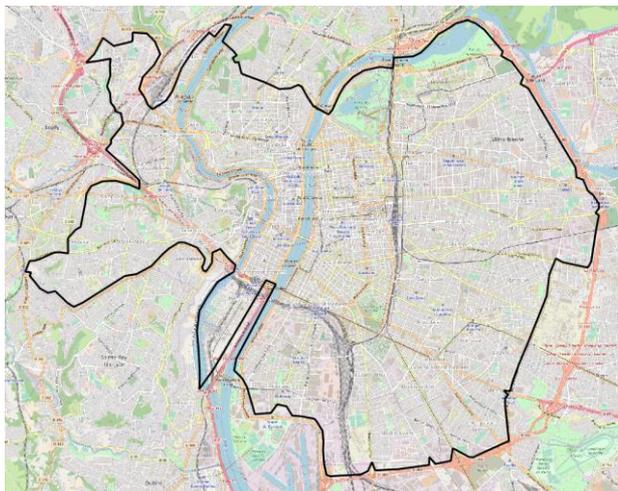


Répartition par typologie de véhicules des émissions routières en 2015 de la Métropole de Lyon en fonction des kilomètres parcourus. Source : Atmo AuRA

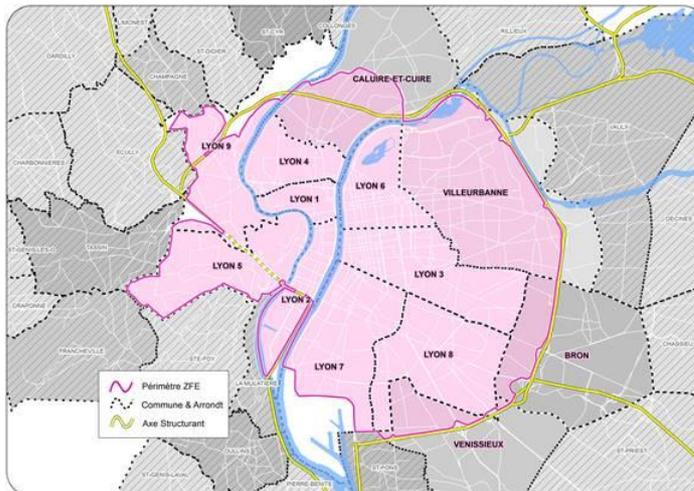
## 3-2 La définition du périmètre

Suite aux discussions avec la Métropole de Lyon, le périmètre qui a fait l'objet de l'évaluation réalisée par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes inclut les territoires de Lyon, Villeurbanne et Vénissieux à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey.

Dans le cadre de la phase de concertation, le périmètre a évolué. Le périmètre qui a finalement été retenu pour le projet de ZFE par la Métropole de Lyon inclut, comme prévu initialement, les territoires de Lyon, Villeurbanne et Vénissieux à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey, auquel a été ajouté le territoire de Bron à l'intérieur du boulevard périphérique, ainsi que le sud de Caluire-et Cuire.



*Périmètre évalué par ATMO Auvergne-Rhône-Alpes*



*Périmètre retenu par la Métropole de Lyon*

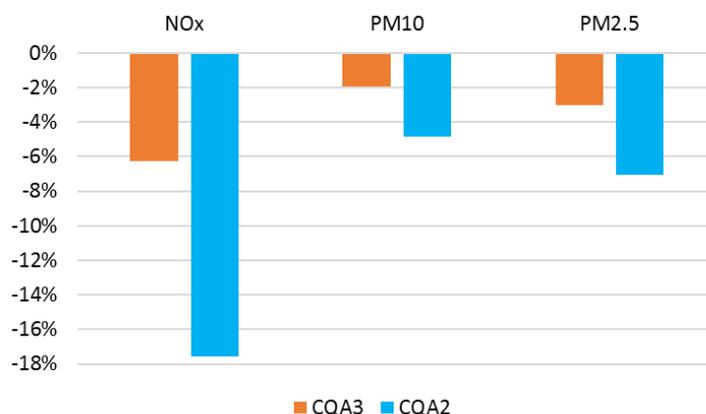
Comme le périmètre a une surface plus grande (une partie de Bron et de Caluire-et-Cuire) que le périmètre étudié, le gain en émissions et, par conséquent, la réduction des niveaux de concentration et du nombre de personnes exposées seront un peu plus importants, sans pour autant modifier drastiquement les projections réalisées. Cette évolution favorable du périmètre conduira à une amélioration des résultats en termes de qualité de l'air et d'exposition de la population.

## 3-3 Le niveau d'ambition de la ZFE

Deux niveaux de restriction sur la base des vignettes Crit'air ou CQA (voir annexe 1) ont été envisagés pour la ZFE de la métropole lyonnaise, car ils conditionnent les gains en émissions associés :

- **scénario CQA2** qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'air ou CQA est supérieure ou égale à 3 (autorisation pour les VUL/PL avec des vignettes 0-1-2),
- **scénario CQA3** qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'air ou CQA est supérieure ou égale à 4 (autorisation pour les VUL/PL pour les vignettes 0-1-2-3).

Sur la base du périmètre de ZFE présenté dans le paragraphe précédent (périmètre évalué : Lyon, Villeurbanne et Vénissieux à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey), les gains en émissions en 2021\* sur ce périmètre par rapport au scénario tendanciel sont **2,5 à 4 fois plus importants** entre le scénario CQA3 et le scénario CQA2 : en effet, le scénario CQA3 substitue moins de 10% du trafic VUL+PL.



*Impact du niveau d'ambition à périmètre constant (Lyon/Villeurbanne)  
Diminutions d'émissions par rapport au scénario tendanciel 2021\**

**Ne restreindre la circulation qu'aux VUL et PL plus polluants que CQA3 n'est pas suffisamment efficace pour que l'action soit notable sur la baisse des concentrations de NO<sub>2</sub>.**

## 4- Evaluation des émissions

### 4-1 Méthodologie de calcul des émissions liées au trafic routier

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes réalise annuellement le calcul des émissions de polluants atmosphériques, de gaz à effet de serre (GES) et des consommations énergétiques, sur l'ensemble du territoire régional pour tous les secteurs d'activités sur la base du référentiel national PCIT/OMINEA (du CITEPA). Les données produites contribuent au diagnostic, à la définition d'objectifs de plan d'actions et au suivi des politiques air énergie climat du territoire.

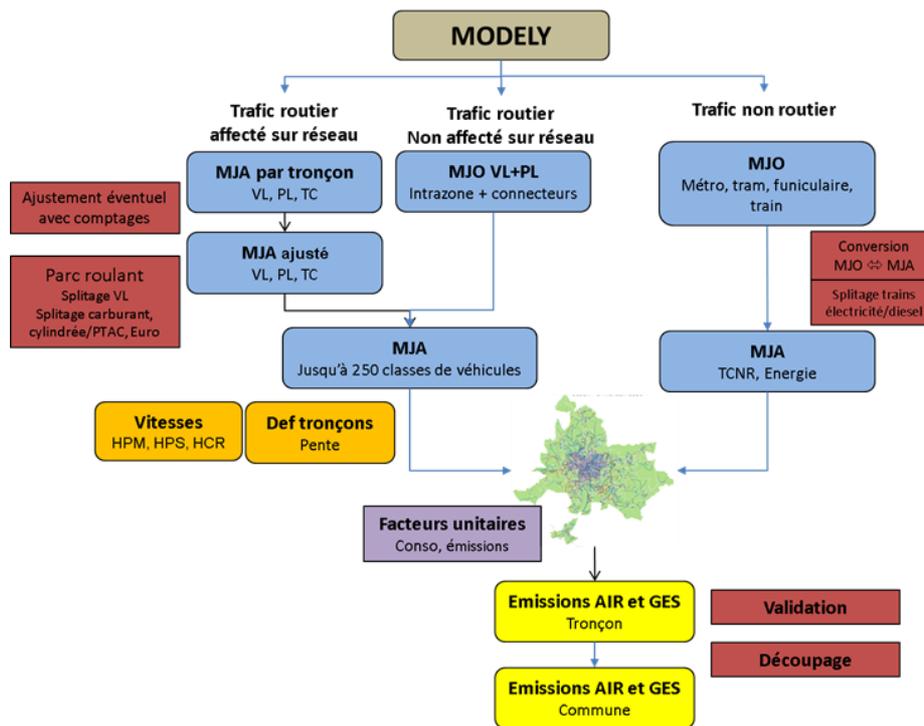
Dans le cadre de l'étude de préfiguration de la ZFE, les outils de calculs ont été mobilisés pour évaluer les scénarios prospectifs en termes d'émissions de polluants (oxydes d'azote, particules).

Dans un premier temps, les volumes de trafic sur le réseau de la métropole ont été quantifiés et spatialisés. Ensuite les caractéristiques du parc de véhicules (proportion de chaque classe de véhicules, vitesse des véhicules) et des tronçons routiers (longueur, pente, vitesse des véhicules en fonction des heures, ...) ont été détaillées, ce qui a finalement permis de quantifier de manière plus fine les émissions dues au transport au sein de la métropole.

La principale source de données repose sur le modèle trafic multimodal MODEL.Y.

\* : voir l'annexe 2.

Le calcul des émissions liées au trafic routier requiert de nombreuses données, comme le montre le logigramme suivant.

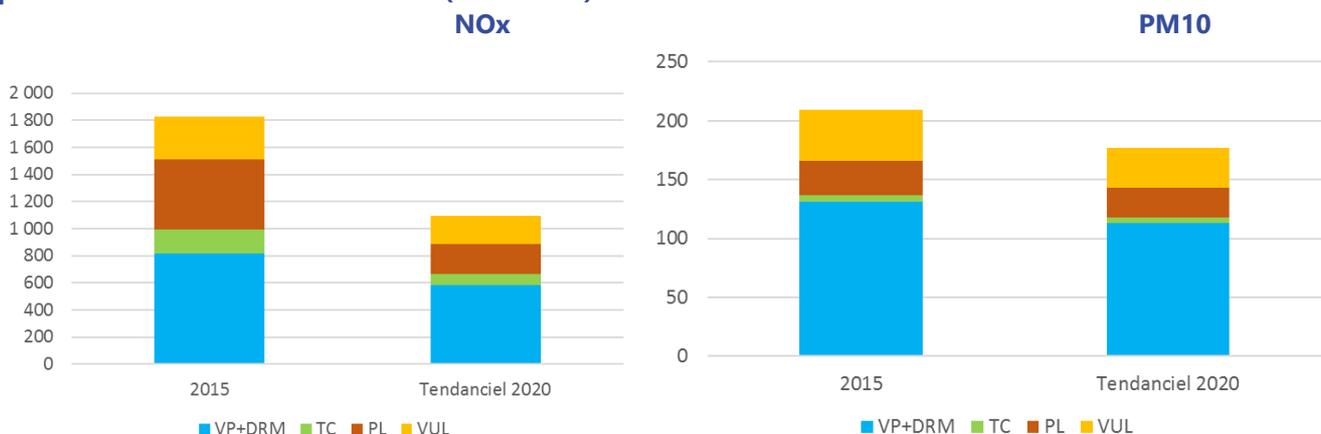


Logigramme général de calcul des émissions des transports

## 4-2 Résultats

Un important travail a été réalisé au niveau des émissions pour aider la Métropole de Lyon à décider du périmètre de restriction, du niveau d'ambition de la ZFE, des populations exposées épargnées, des coûts et contraintes pour les usagers, etc...

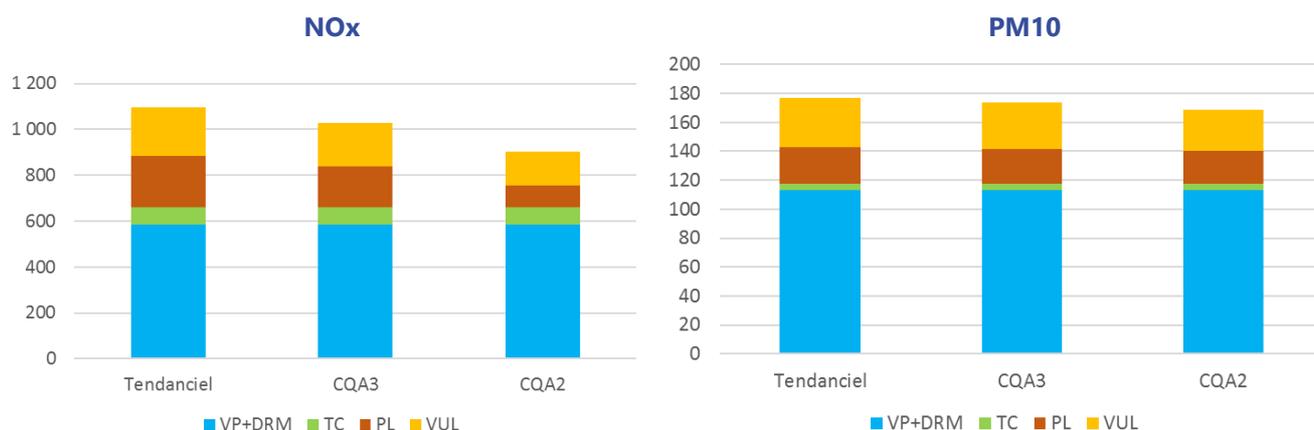
**A l'horizon 2021\*, l'évolution tendancielle du parc automobile**, avec le renouvellement technologique des différents parcs de véhicules, permet d'améliorer nettement la qualité de l'air, par rapport à la situation actuelle, comme le montre le graphe ci-dessous. **Les baisses d'émissions se situent autour de 40% pour les NOx et 15% pour les PM10 entre 2015 et 2021\* (tendanciel).**



**<sup>1</sup>Evolution des tonnages d'émissions de NOx (gauche) et PM10 (droite) sur le périmètre Lyon-Villeurbanne en situation 2015 et tendancielle 2021\***

\* : voir l'annexe 2.

La mise en place de la ZFE permet d'amplifier cette diminution grâce à une accélération du renouvellement du parc de véhicules de marchandises. **Ainsi une ZFE CQA2 permet un gain supplémentaire de 18% sur les NOx et 5% sur les PM10 par rapport au scénario tendanciel.**



**Evolution des tonnages d'émissions de NOx (gauche) et PM10 (droite) sur le périmètre Lyon-Villeurbanne pour les scénarios CQA3 et CQA2 par rapport au scénario tendanciel 2021\***

Cette analyse montre que le niveau de restriction CQA3 ne permet pas un gain significatif des émissions par rapport au scénario tendanciel et que seule une ZFE ambitieuse avec un niveau de restriction CQA2 permettra de réduire significativement les émissions, et donc les populations exposées aux dépassements de valeurs réglementaires.

## 4-3 Conclusion

Le scénario étudié pour le projet de ZFE Lyon est donc basé sur une restriction CQA2 qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'air ou CQA est supérieure ou égale à 3 (autorisation pour les VUL/PL avec des vignettes 0-1-2), sur le périmètre Lyon-Villeurbanne-Vénissieux intra-périphérique en 2021\*.

# 5- Evaluation des concentrations et de l'exposition de la population

## 5-1 Méthodologie

### 5-1-1 Réalisation des cartes de concentrations

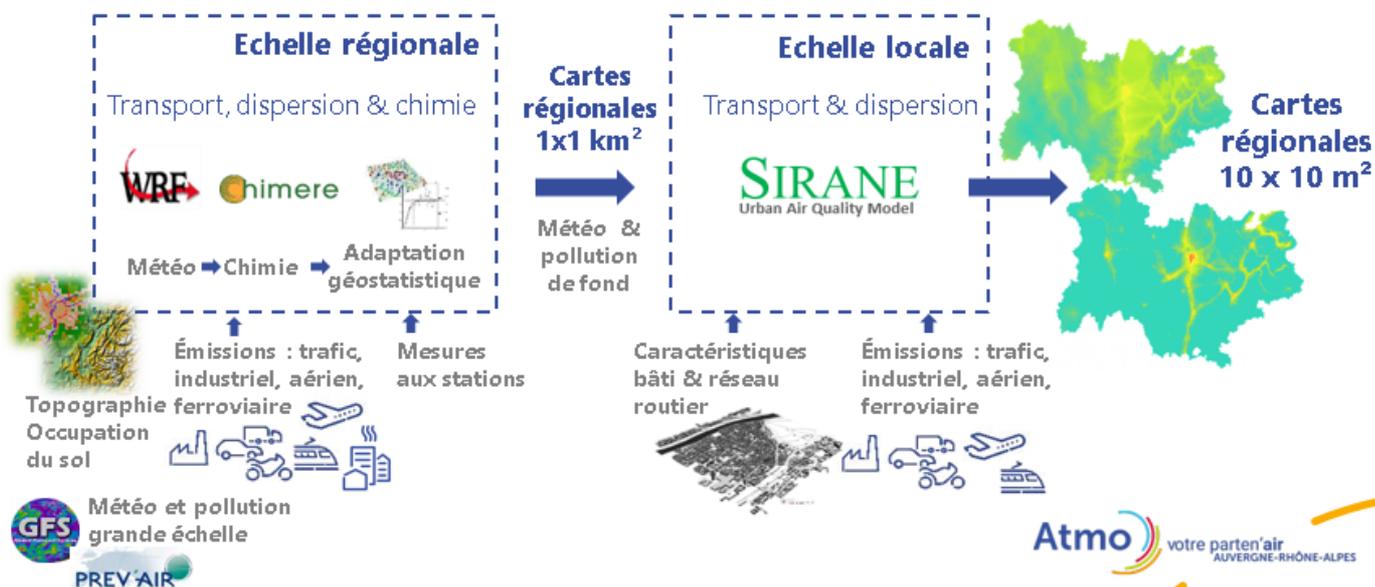
Le service modélisation d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a mis en place une chaîne de modélisation aboutissant à une cartographie de polluants atmosphériques à haute résolution. Cette chaîne est couramment utilisée lors des cartographies annuelles de qualité de l'air et bénéficie d'une validation et de retours d'expérience depuis plusieurs années. Son principe général (voir figure page suivante) réside dans la combinaison des résultats de modèles à l'échelle de la région et à l'échelle locale.

\* : voir l'annexe 2.

La première étape est un calcul utilisant des modèles régionaux et géostatistiques. Il s'agit d'une spatialisation des polluants à l'échelle régionale dite « de fond », c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre. Cette approche utilise tout d'abord le modèle météorologique WRF [1] (pour calculer les conditions météorologiques), puis le modèle de chimie transport CHIMERE [2] (pour modéliser le transport atmosphérique des polluants). Une étape d'adaptation géostatistique (appelée krigeage) est ensuite effectuée afin de « redresser » la carte de concentration avec les concentrations mesurées à l'emplacement des stations du réseau d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

La seconde étape est réalisée à l'échelle locale et utilise le modèle SIRANE [3], développé par l'Ecole Centrale de Lyon. A ce stade, la dispersion de polluants dû aux émissions dues au transport et ainsi que celles des plus grandes sources ponctuelles industrielles sont modélisés.

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



**Chaîne de modélisation régionale**

Cet outil de modélisation a été appliqué aux différents scénarii du projet (tendanciel 2020 et ZFE Lyon 2020). A chaque scénario correspond un nouveau cadastre des émissions, une mise à jour du réseau routier et une météorologie fixe qui constituent un nouveau jeu de données d'entrées. Chaque nouveau scénario est comparé à l'état de référence et constitue ainsi une réelle aide à la décision en termes de qualité de l'air.

### 5.1.2 Calcul de l'exposition des populations

Le calcul de l'exposition est réalisé en croisant les cartes de concentrations de polluants à une résolution de 10mètres avec la répartition spatiale des populations résidentes. L'affectation des populations résidentes à chaque bâtiment a été réalisée par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) avec la population INSEE 2014. Le détail de la méthodologie est précisé ici [4].

[1] WRF : National Center for Atmospheric Research <http://www.wrf-model.org/>

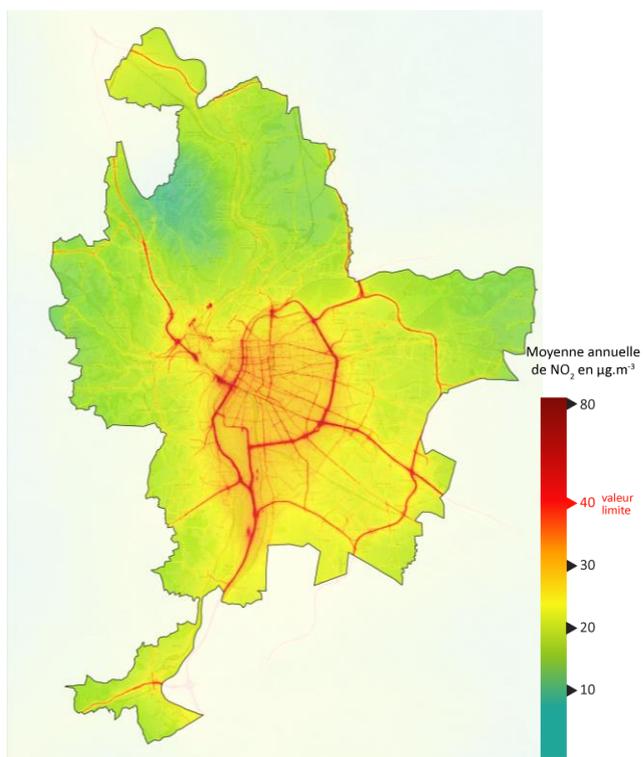
[2] CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>

[3] Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P, Didier D, Rios I. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; PART II, validation of the model on a real case study. Atmos Environ. 2012 Mar; 49(0): 320.37.

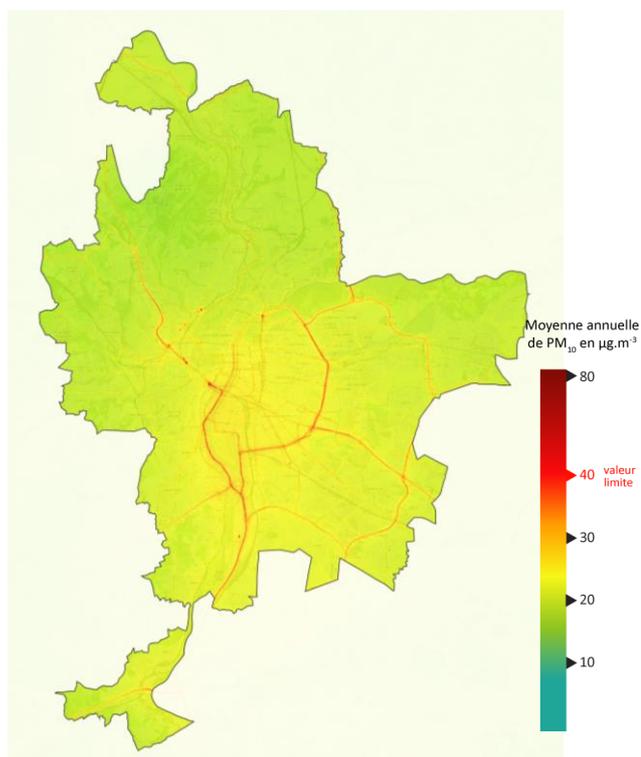
[4] [https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-152374-01704a\\_utilisation\\_donnees\\_population\\_majic\\_vf.pdf](https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-152374-01704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf)

## 5.2 Résultats

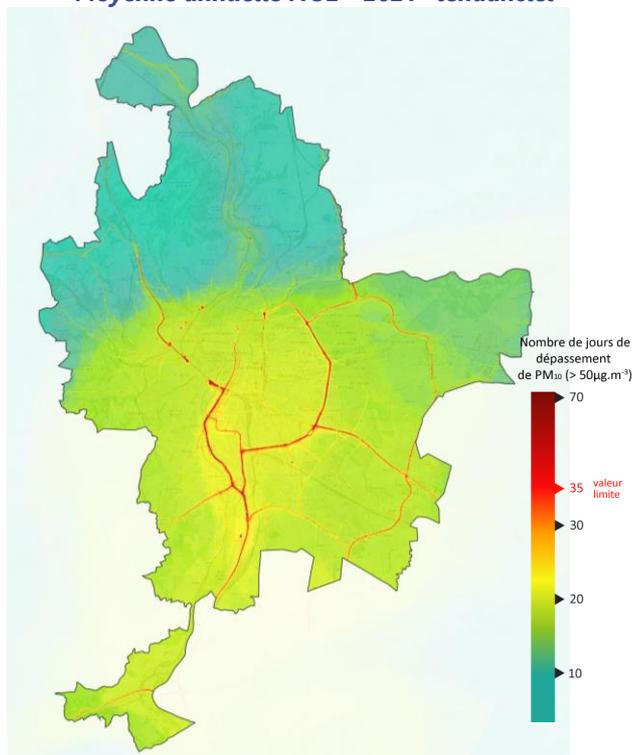
### 5-2-1 Analyse du scénario tendanciel en 2021\*



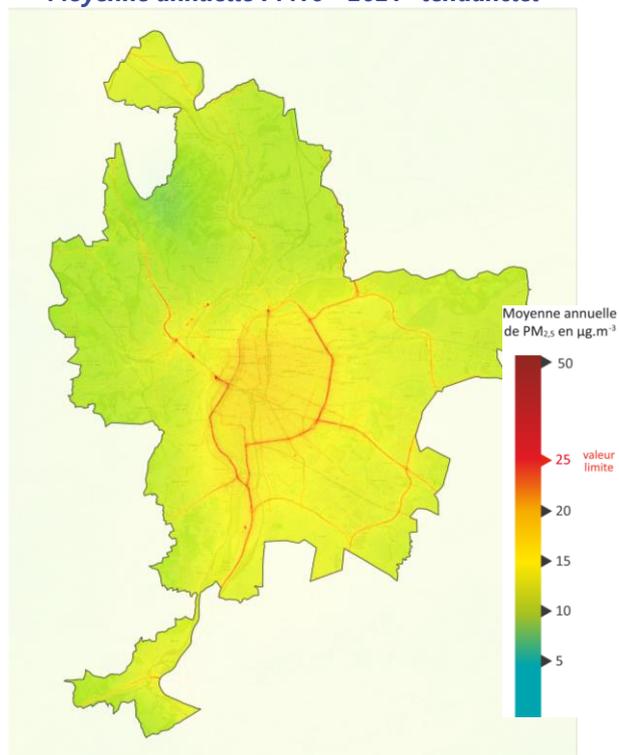
**Moyenne annuelle NO2 - 2021\* tendanciel**



**Moyenne annuelle PM10 - 2021\* tendanciel**

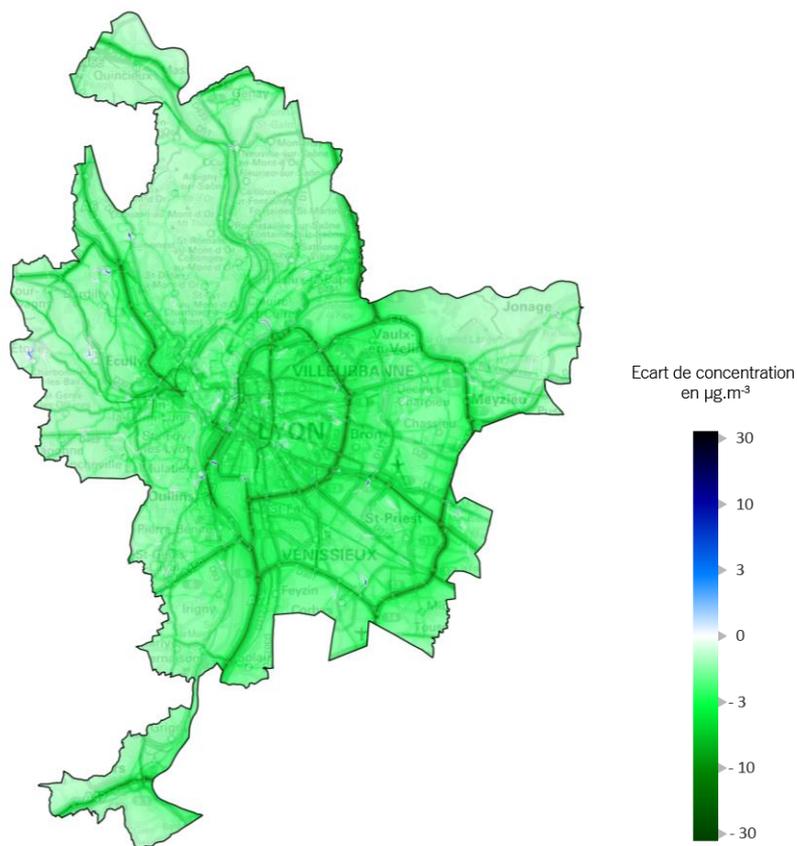


**Nbre de jours pollués (>50µg/m3) PM10 – 2021\* tendanciel**



**Moyenne annuelle PM2.5 – 2021\* tendanciel**

\* : voir l'annexe 2.

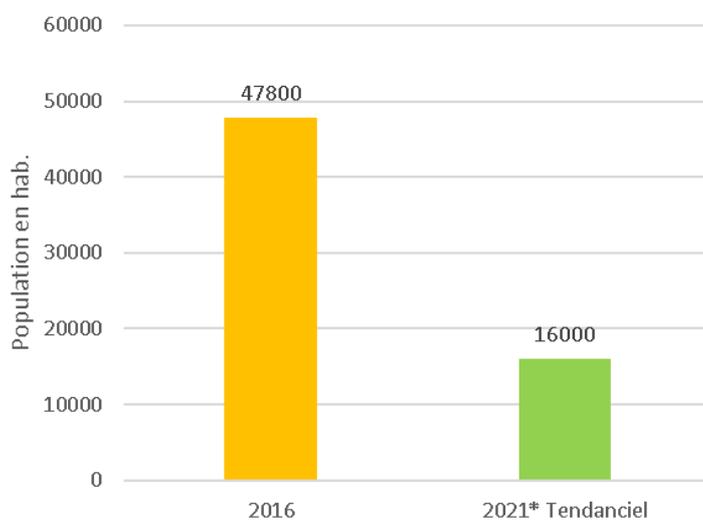


**Impact du scénario tendanciel 2021\* par rapport à l'état de référence 2016 sur les concentrations de NO<sub>2</sub>**

L'évolution tendancielle du parc automobile, avec le renouvellement technologique des différents parcs de véhicules, permet d'améliorer nettement la qualité de l'air en 2021\*, par rapport à la situation actuelle.

Les cartes ci-dessus présentent les concentrations estimées pour le dioxyde d'azote et les particules PM10 et PM2.5 en comparaison aux seuils réglementaires, ainsi qu'une carte de différence de concentrations du NO<sub>2</sub> entre le scénario tendanciel 2021\* et le scénario de référence 2016.

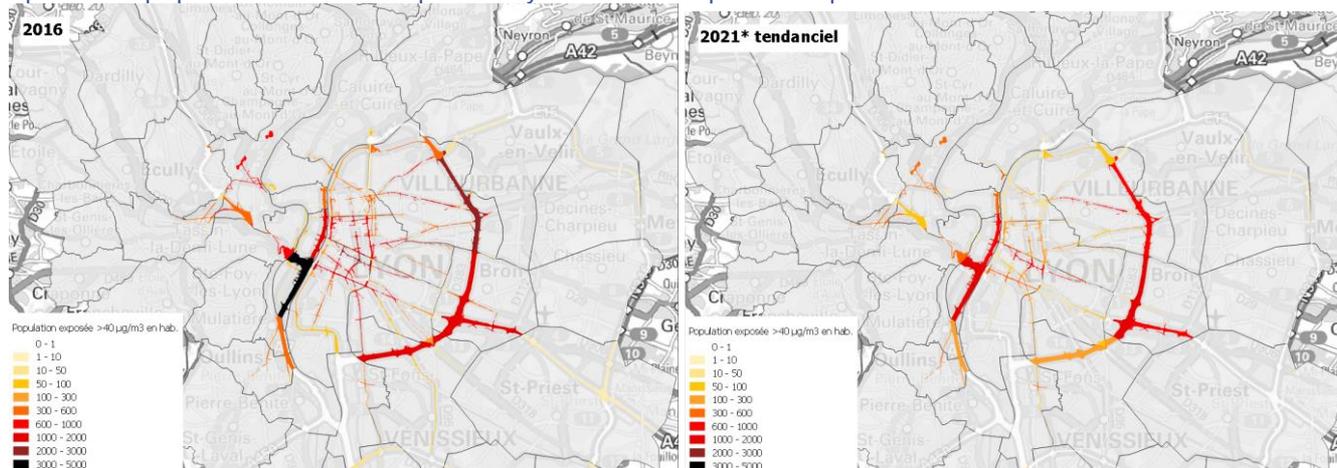
Dans le cadre de l'étude de la ZFE de Lyon, l'analyse fine des variations des niveaux de dioxyde d'azote nous semble plus pertinente que celles des autres polluants dans la mesure où le dioxyde d'azote est un traceur de la pollution automobile. **Dans la suite des analyses, le dioxyde d'azote sera donc privilégié.**



**Exposition des habitants de la Métropole de Lyon à des niveaux en NO<sub>2</sub> supérieurs à la valeur limite**

\* : voir l'annexe 2.

A l'horizon 2021\*, il resterait de l'ordre de 16 000 personnes encore exposées à des concentrations supérieures à la valeur limite pour le dioxyde d'azote. Le renouvellement du parc automobile d'ici 2021\* permet de réduire de 2/3 la part de la population de la Métropole de Lyon concernée par ces dépassements.



**Localisation des populations exposées à des dépassements du seuil de NO<sub>2</sub>**

Les cartes ci-dessus présentent les zones en dépassement de la valeur réglementaire pour le dioxyde d'azote et le nombre estimé de personnes résidentes exposées à l'intérieur de ces zones.

A l'horizon 2020, la majeure partie des habitants encore exposés au NO<sub>2</sub> se situera sur les communes de Lyon, Villeurbanne et Bron, notamment le long du boulevard périphérique, de l'accès A43, de l'A7 et des quais du Rhône.

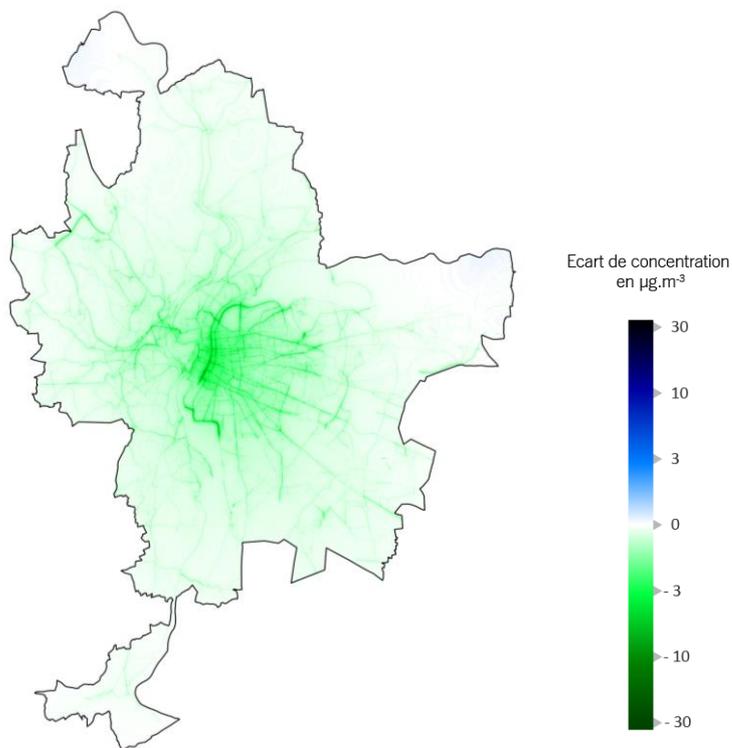
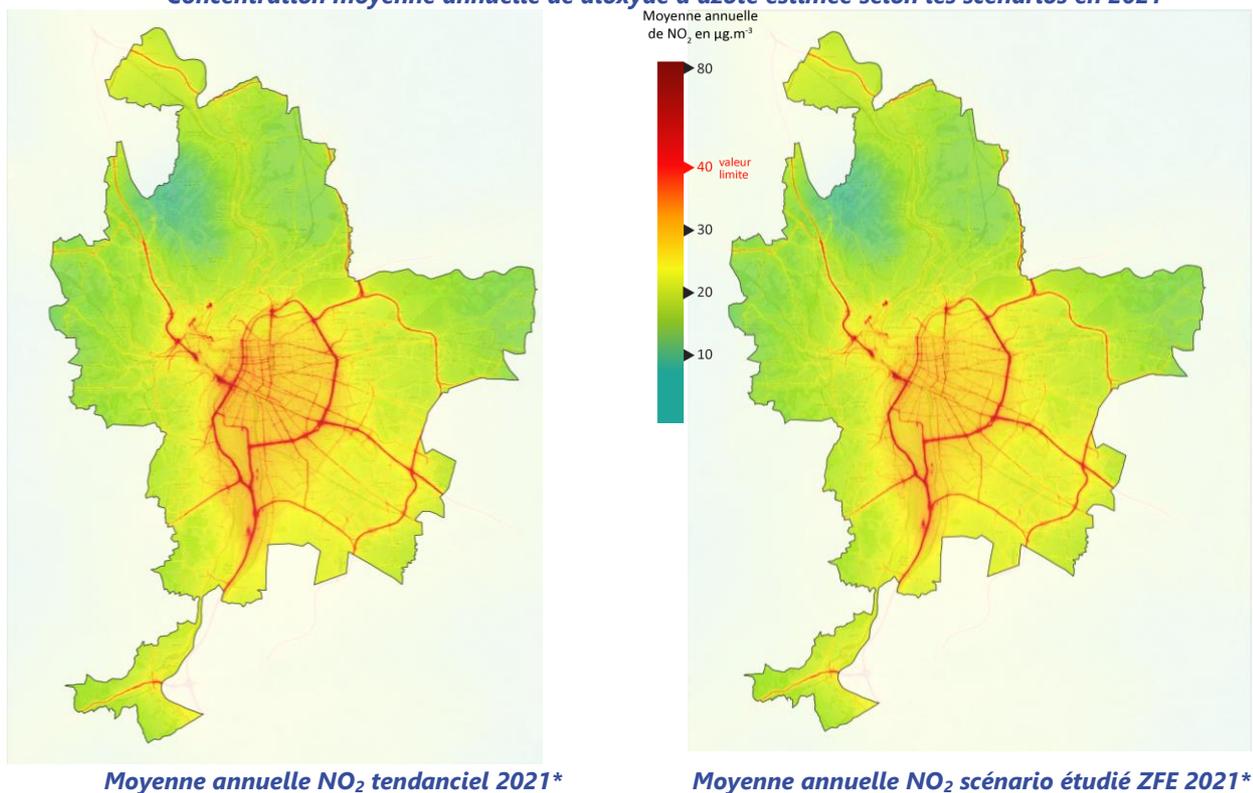
### 5-2-2 Analyse du scénario étudié ZFE en 2021\*

Sur la base d'une restriction CQA2 des PL et VUL, le scénario 2021\* CQA2 Lyon-Villeurbanne-Vénissieux intra-périphérique a été modélisé. Il a été comparé au scénario tendanciel 2021\*.

\* : voir l'annexe 2.

**Impact du scénario ZFE sur les concentrations de NO<sub>2</sub> (moyenne annuelle) :**

**Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote estimée selon les scénarios en 2021\***

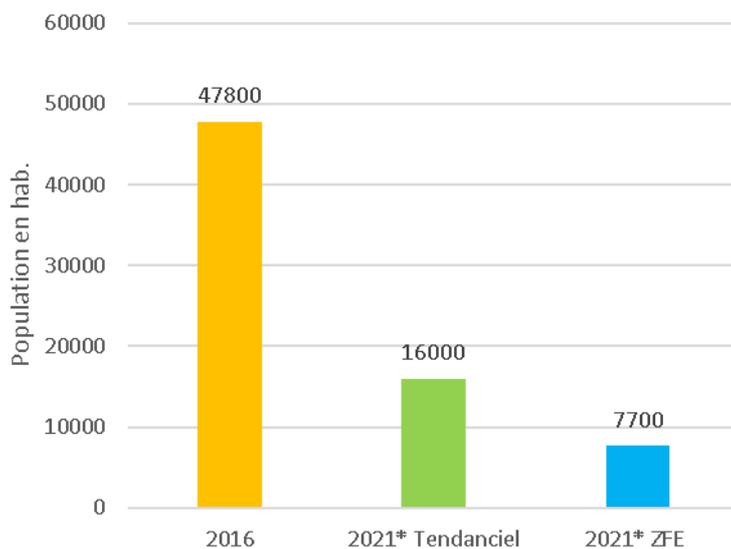


**Impact du scénario étudié ZFE 2021\* par rapport au scénario tendanciel 2021\* sur les concentrations de NO<sub>2</sub>**

\* : voir l'annexe 2.

Les diminutions de concentrations de NO<sub>2</sub> se situent majoritairement sur le périmètre de la ZFE, mais également à l'extérieur grâce au renouvellement, lié à la ZFE, du parc automobile circulant sur l'ensemble de la métropole lyonnaise.

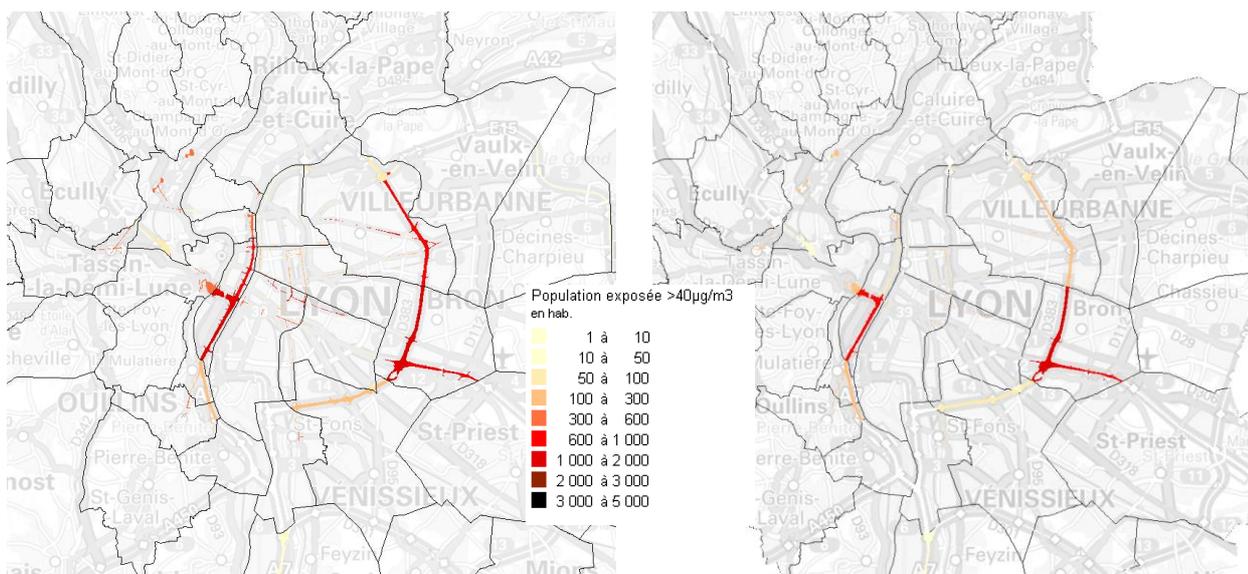
**La ZFE permet une accélération du renouvellement du parc automobile bénéfique à la qualité de l'air.**



**Exposition des habitants de la Métropole de Lyon à des niveaux en NO<sub>2</sub> supérieurs à la valeur limite**

A l'horizon 2021\*, la mise en place de la ZFE CQA2 sur Lyon, Villeurbanne et Vénissieux intra-périphérique permet **de réduire de 52% l'exposition de la population vis-à-vis de la valeur limite du NO<sub>2</sub> par rapport au tendanciel 2021\***, principalement sur les communes de Lyon, Villeurbanne et Bron.

Moins de 8 000 habitants seraient encore concernés par des concentrations supérieures à la valeur limite pour le dioxyde d'azote, alors qu'ils étaient encore 16 000 concernés en 2021\* sans la mise en place d'une ZFE (tendanciel 2021\*).



**Tendanciel 2021\***

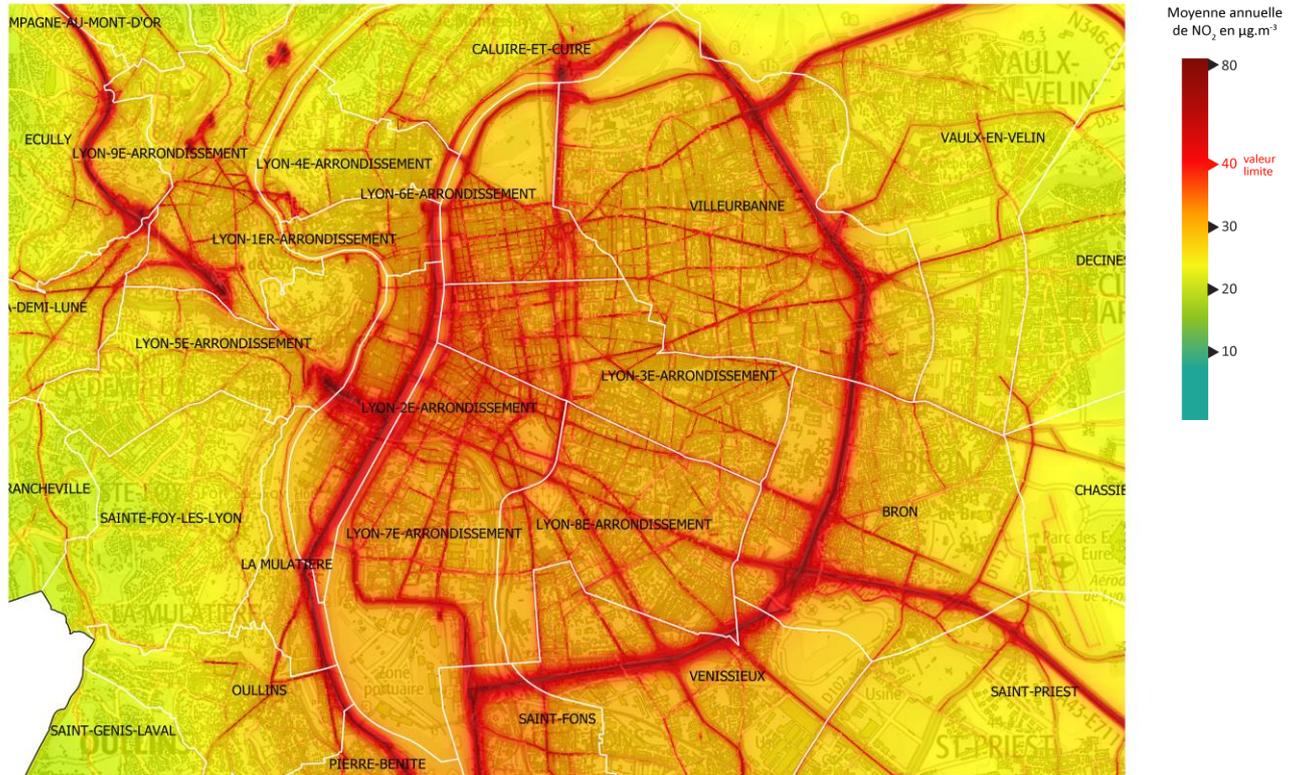
**Scénario étudié ZFE**

**Localisation des populations exposées à des dépassements du seuil de NO<sub>2</sub>**

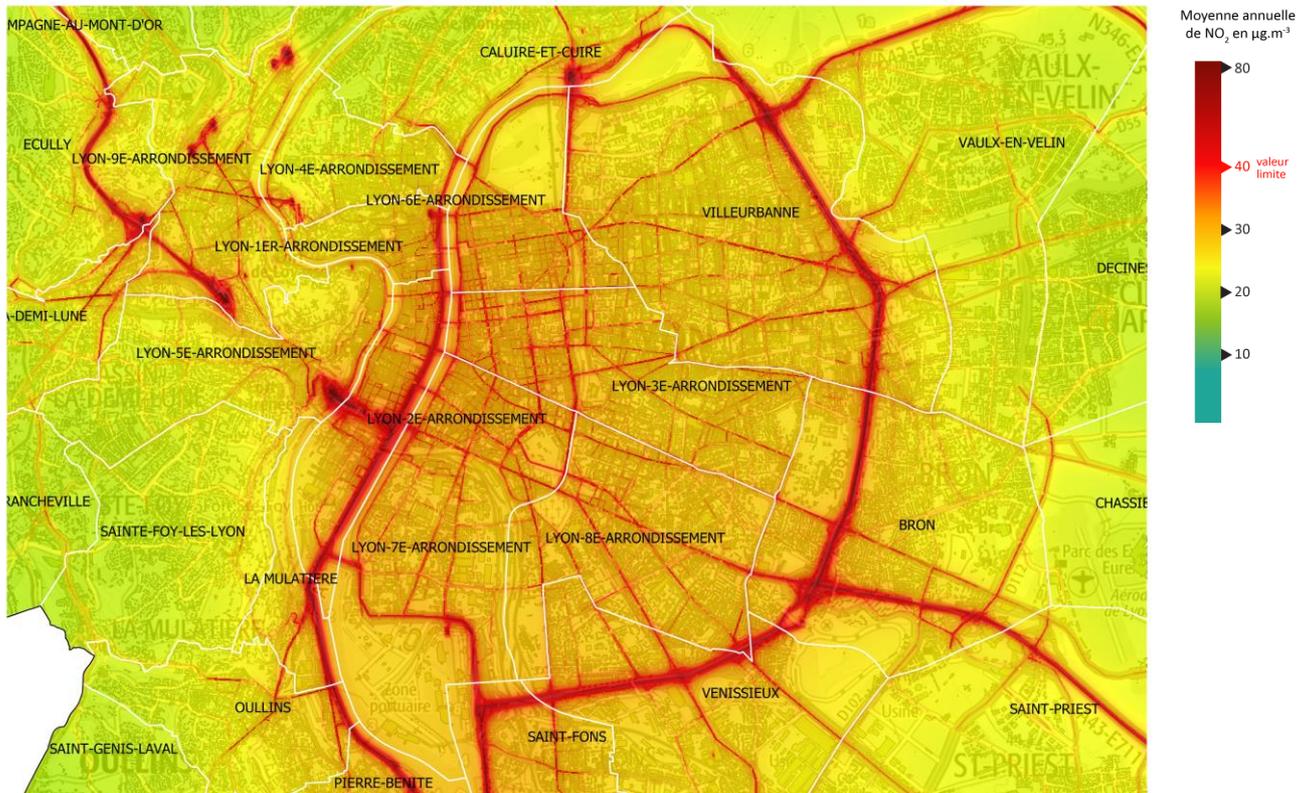
\* : voir l'annexe 2.

Les personnes restant exposées se situent majoritairement le long du boulevard périphérique, de l'accès A43, de l'A7 sur les communes de Lyon, Bron et Villeurbanne, avec une diminution importante à souligner le long de l'A7 à Lyon 2<sup>ème</sup> et le long du périphérique à Villeurbanne.

**Comparaison des niveaux de NO<sub>2</sub> sur le périmètre de la ZFE selon les scénarios :**

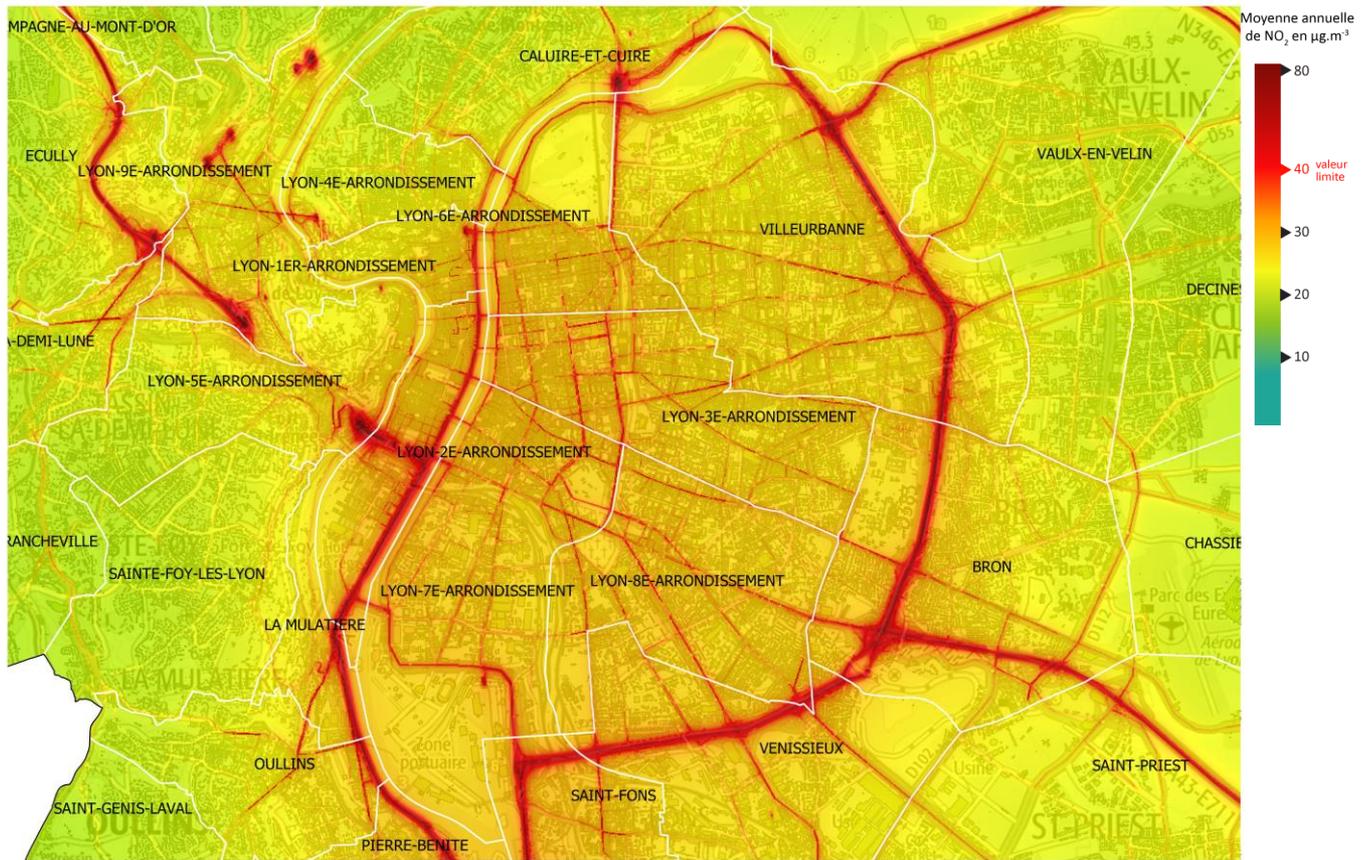


**Moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> selon le scénario de référence 2016**



**Moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> selon le scénario tendanciel 2021\***

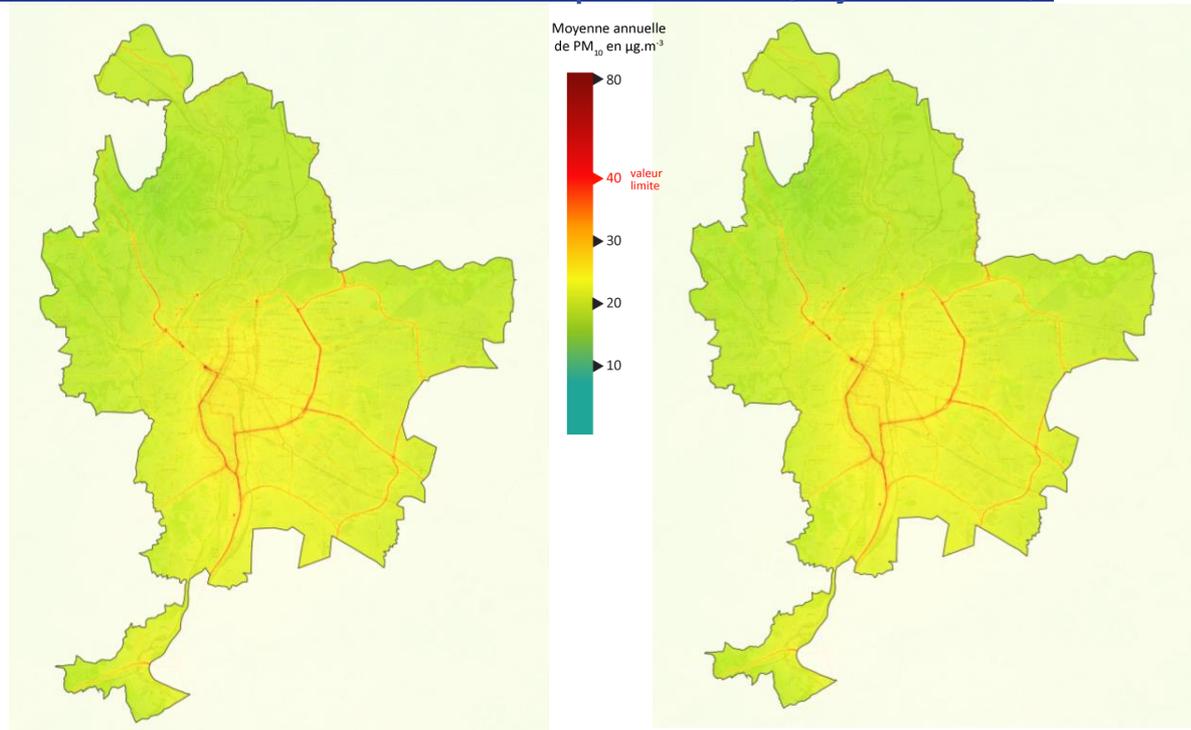
\* : voir l'annexe 2.



**Moyenne annuelle de NO<sub>2</sub> selon le scénario étudié ZFE 2021\***

Sur les cartes, on voit que l'impact autour des axes routiers importants est nettement réduit.

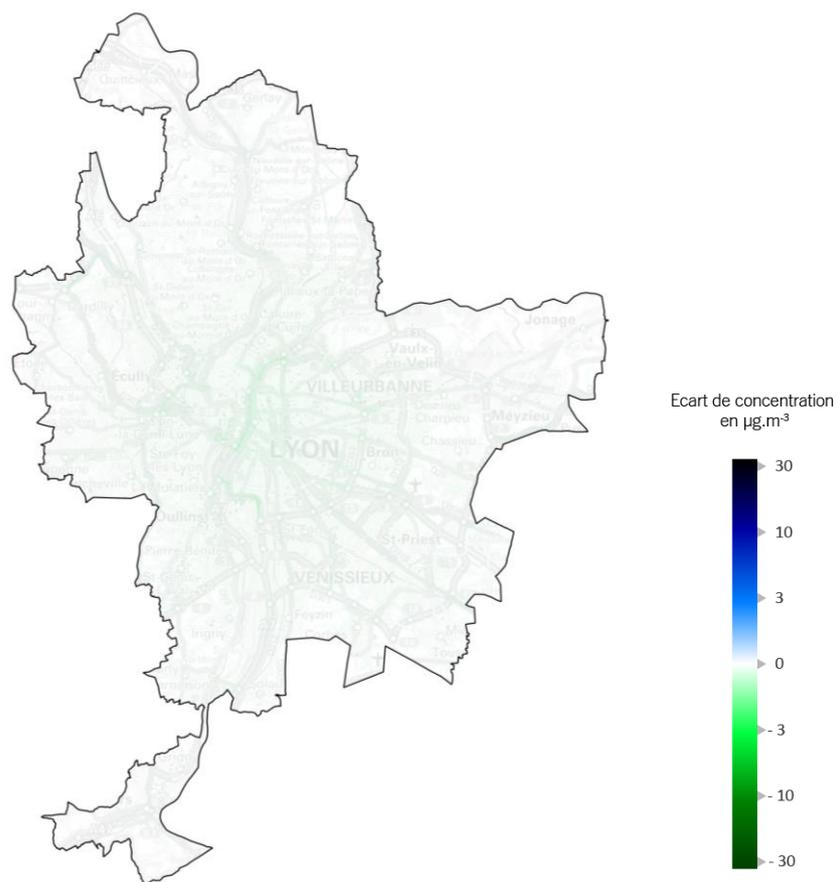
**Impact du scénario ZFE sur les concentrations de particules PM10 (moyenne annuelle) :**



**Moyenne annuelle PM10 tendanciel 2021\***

**Moyenne annuelle PM10 scénario étudié ZFE 2021\***

\* : voir l'annexe 2.



***Impact du scénario étudié ZFE 2021\* par rapport au scénario tendanciel 2021\* sur les concentrations de PM10***

La mise en place de la ZFE n'a que très peu d'impact sur les concentrations de particules (PM10 comme PM2.5), car la contribution du transport routier n'est pas majoritaire dans la pollution aux particules sur le territoire lyonnais. La carte de différence montre une baisse limitée à moins de 1,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

# Conclusion

Si l'on observe une tendance à la baisse des niveaux de la majorité des polluants depuis une dizaine d'années sur la Métropole de Lyon, cette baisse reste insuffisante pour les particules et le dioxyde d'azote au regard des multiples enjeux du territoire, notamment avec la saisie par la Commission Européenne de la Cour de Justice de l'Union Européenne pour non-respect des valeurs réglementaires.

**La création d'une ZFE, associée aux effets de renouvellement tendanciel du parc de véhicules, permet d'agir fortement sur les émissions d'oxydes d'azote et dans une moindre mesure sur les émissions de particules sur le périmètre étudié :**

- . environ - 50 % des émissions de NO<sub>x</sub> entre 2015 et le scénario ZFE 2021\* ,
- . environ - 20 % des émissions de PM<sub>10</sub> entre 2015 et le scénario ZFE 2021\* .

**Elle contribue à réduire fortement les populations exposées à des niveaux en NO<sub>2</sub> supérieurs à la valeur limite.**

Le renouvellement tendanciel du parc automobile entre 2016 et 2021 permet de réduire de 2/3 la part de la population de la Métropole de Lyon concernée par ces dépassements.

La mise en place de la ZFE courant 2021 basée sur une restriction CQA2 qui interdit l'accès des VUL/PL dont la vignette Crit'air est supérieure ou égale à 3 sur le périmètre de Lyon, Villeurbanne, Bron, Vénissieux intra-périphérique et sud de Caluire-et-Cuire permet encore de réduire de plus de 50% l'exposition de la population, principalement sur les communes de Lyon, Villeurbanne et Bron.

Concernant les particules fines, la mise en place de la ZFE n'a que très peu d'impact sur leurs concentrations (baisse de moins de 1,5 µg/m<sup>3</sup>). La réduction de l'exposition aux particules demande d'agir sur différents secteurs d'activité en complément des actions du domaine des transports (chauffage au bois non performant notamment).

# Annexe 1

## A quoi correspondent les vignettes Crit'air ?

 <b>VEHICULES UTILITAIRES LEGRS</b> % : Parc prospectif AME 2016 CITEPA		
		
Tous les véhicules <b>« zéro émission moteur » :</b> <b>100 % électrique et</b> <b>hydrogène</b>	<b>Essence et autres</b> <b>EURO 5 et 6</b> A partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2011	<b>Essence et autres</b> <b>EURO 4</b> Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus ----- <b>Diesel</b> <b>EURO 5 et 6</b> A partir du 1 <sup>er</sup> janvier 2011
<b>2 %</b> des véhicules utilitaires légers <b>4.8%</b>		<b>13 %</b> des véhicules utilitaires légers <b>26,5%</b>
		
<b>Essence et autres</b> <b>EURO 2 et 3</b> Entre le 1 <sup>er</sup> octobre 1997 et le 31 décembre 2005 inclus ----- <b>Diesel</b> <b>EURO 4</b> Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2006 et le 31 décembre 2010 inclus	<b>Diesel</b> <b>EURO 3</b> Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2001 et le 31 décembre 2005 inclus	<b>Diesel</b> <b>EURO 2</b> Entre le 1 <sup>er</sup> janvier 1997 et le 31 décembre 2000 inclus
<b>35 %</b> des véhicules utilitaires légers <b>31.7%</b>	<b>22 %</b> des véhicules utilitaires légers <b>18.9%</b>	<b>12 %</b> des véhicules utilitaires légers <b>9,6%</b>
<b>8.6%</b> Non classés : <b>17%</b> des véhicules utilitaires légers		



## POIDS LOURDS, BUS ET CARS

% : Parc prospectif AME 2016 CITEPA

		
<p>Tous les véhicules « zéro émission moteur » : <b>100 % électrique et hydrogène</b></p>	<p><b>Essence et autres EURO 6</b> A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2014</p>	<p><b>Essence et autres EURO 5</b> Du 1<sup>er</sup> octobre 2009 au 31 décembre 2013</p> <p>-----</p> <p><b>Diesel EURO 6</b> A partir du 1<sup>er</sup> janvier 2014</p>
<p>3 % des bus et cars</p>		<p>1 % des bus et cars <b>PL = 21.6%</b></p>
		
<p><b>Essence et autres EURO 3 et4</b> Du 1<sup>er</sup> octobre 2001 au 30 septembre 2009</p> <p>-----</p> <p><b>Diesel</b></p> <p><b>EURO 5</b> Du 1<sup>er</sup> octobre 2009 au 31 décembre 2013</p>	<p><b>Diesel EURO 4</b> Du 1<sup>er</sup> octobre 2006 au 30 septembre 2009</p>	<p><b>Diesel EURO 3</b> Du 1<sup>er</sup> octobre 2001 au 30 septembre 2006</p>
<p>28 % des poids lourds <b>27.9%</b> 26 % des bus et cars</p>	<p>23 % des poids lourds <b>20%</b> 21 % des bus et cars</p>	<p>30 % des poids lourds <b>23.6%</b> 23 % des bus et cars</p>
<p>Non classés : <b>18% 6.9%</b> des poids lourds ; <b>26%</b> des bus et cars</p>		

## Annexe 2

**La mise en œuvre de la ZFE démarre au 1<sup>er</sup> janvier 2020 et évolue avec des restrictions complémentaires au 1<sup>er</sup> janvier 2021.**

**Les résultats présentés dans ce document correspondent à la mise en œuvre de 2021.**

Quand ATMO Auvergne-Rhône-Alpes a démarré les travaux prospectifs, l'hypothèse était une mise en œuvre la plus restrictive au 1<sup>er</sup> janvier 2020.

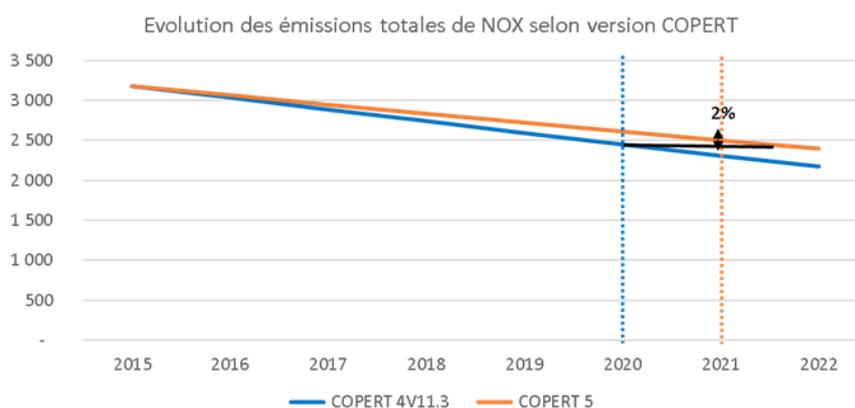
Ainsi, les premiers résultats calculés correspondaient au prospectif 2020. Entre temps, la mise en application des restrictions de circulation a évolué et la méthodologie de calcul des émissions également (les facteurs d'émissions ont changé).

**De ce fait, les résultats obtenus en prospectif 2020 avec la méthodologie utilisée au moment des travaux correspondent à ceux du prospectif 2021 avec une méthodologie qui a évolué.**

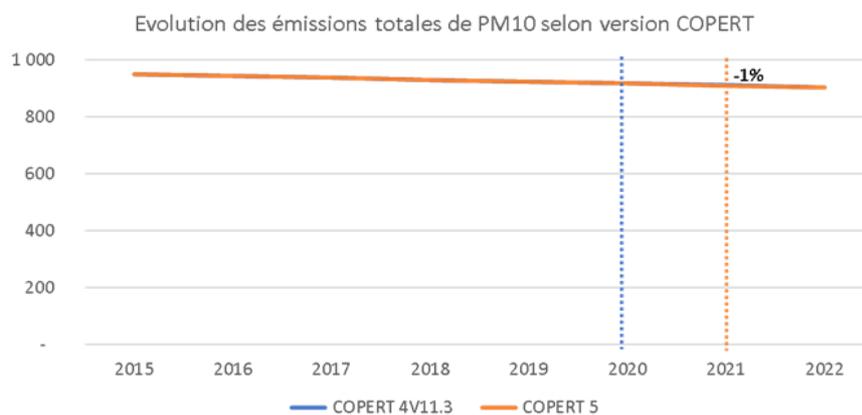
En première approche, les émissions tendancielles continuant de baisser en 2021, le gain supplémentaire apporté par la ZFE devraient être moindre qu'en 2020. Toutefois, de nouveaux facteurs d'émissions ont été publiés durant l'année 2017 (version 5 de COPERT). Dans un premier temps, le choix avait été fait de ne pas les retenir pour cette étude afin de rester sur la même version pour le diagnostic et l'ensemble des scénarii modélisés afin de garantir la cohérence des résultats. Mais en raison du changement concernant la perspective du projet (2021), les nouveaux facteurs d'émissions ont été utilisés.

La mise à jour COPERT 5 porte essentiellement sur la révision à la hausse des facteurs d'émissions NOx des Véhicules Particuliers Euro 6, ainsi que des Véhicules Utilitaires Légers Euro 5 et 6, grâce notamment à un échantillon beaucoup plus robuste de mesures sur ces véhicules, résultant notamment de la commission Royal. Une des principales conséquences est une diminution moins rapide des émissions de NOx en situation tendancielle. A noter que cette nouvelle version n'impacte pas les émissions des Poids Lourds qui restent globalement inchangées.

Le travail de comparaison des émissions de polluants calculées en 2020 avec COPERT 4 avec les émissions en 2021 calculées avec COPERT 5 a été effectué et est présenté dans les deux graphes suivants :



**Evolution tendancielle des émissions de NOx**



**Evolution tendancielle des émissions de PM10**

En comparant les émissions 2020 obtenues avec COPERT 4V11.3 et les émissions 2021 obtenues avec COPERT 5, on observe une différence minimale pour les émissions de NOx de l'ordre de 2% et une différence encore plus fine pour les PM10 de l'ordre de -1%.

En particulier, pour les NOx, le graphe montre, un décalage d'1 an entre les émissions 2020 calculées avec COPERT 4V11.3 et les émissions obtenues avec COPERT 5. Les émissions de NOx seraient donc équivalentes avec cette nouvelle version à ce qui avait été calculé précédemment pour une mise en œuvre décalée d'1 an.

Au vu de l'ensemble des hypothèses qui sont prises pour évaluer la qualité de l'air à l'horizon du démarrage de la ZFE et de l'incertitude qu'il en résulte, **il est pertinent d'utiliser les cartographies issues de la modélisation (2020), avec COPERT 4, pour illustrer l'impact de la mise en place de la mesure en 2021, en utilisant les dernières mises à jour des outils d'évaluation.**