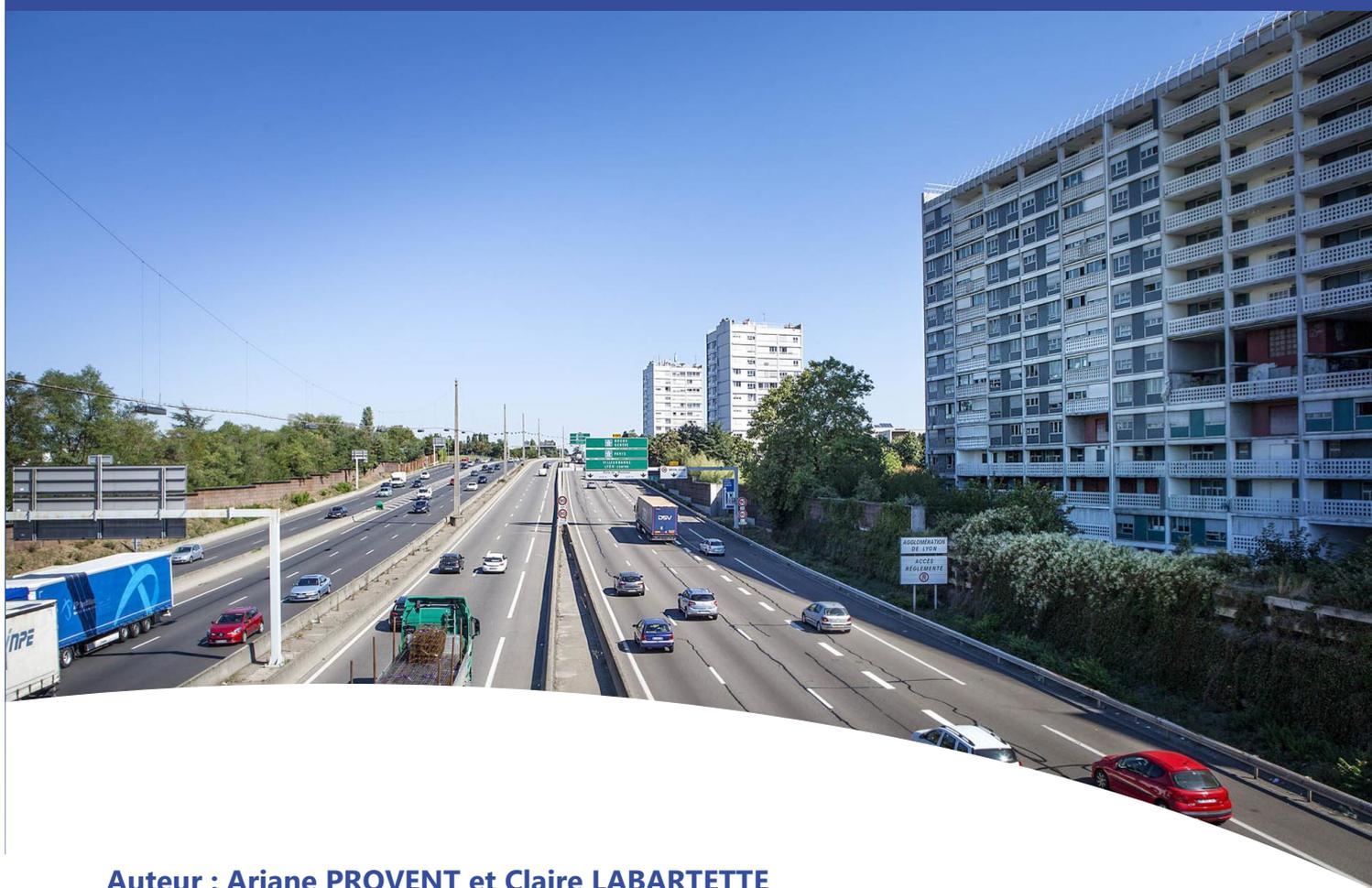


# Zone à Faibles émissions – mobilité de la Métropole de Lyon

## Extension aux véhicules particuliers Crit'air 5 et non classés

2021



**Auteur : Ariane PROVENT et Claire LABARTETTE**

Diffusion : Août 2023

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



# 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 1er 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 le site [www.atmo-auvergnerhonealpes.fr](http://www.atmo-auvergnerhonealpes.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 **(2023) Zones à Faibles Emissions – mobilité de la Métropole de Lyon – Extensions aux véhicules particuliers Crit'air 5 et non classés.**

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



# Financement

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière particulière de la Métropole de Lyon.

Toutefois, elle n'aurait pas pu être exploitée sans les données générales de l'observatoire, financé par l'ensemble des membres d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

# Résumé

Lors de la mise en place de la Zone à Faibles Emissions-mobilité (ZFE-m) sur le territoire de la Métropole lyonnaise en 2020, les habitants de celle-ci étaient exposés à des concentrations élevées de certains polluants.

Trois polluants sont principalement préoccupants sur la Métropole.

**Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)** est un polluant majoritairement lié au trafic routier. Les zones de proximité routière sont donc particulièrement affectées. La France a été renvoyée en mai 2018 devant la Cour de justice de l'UE pour non-respect de la valeur limite concernant le NO<sub>2</sub>.

**Les particules en suspension (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>)** sont émises par des secteurs variés. C'est cependant majoritairement le chauffage au bois non performant qui est responsable d'une grande part des émissions sur notre territoire. Si les valeurs réglementaires européennes sont respectées sur la Métropole (depuis 2012), la quasi-totalité de la population est exposée à un dépassement des seuils préconisés par l'organisation mondiale de la santé (OMS).

**L'ozone (O<sub>3</sub>)** est un polluant secondaire qui affecte plus les territoires d'altitude, périurbains et ruraux que les territoires urbains. Des actions visant à réduire les émissions des précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote NO<sub>x</sub> émis par le trafic routier notamment) doivent être conduites à grande échelle pour réduire les niveaux d'exposition à l'ozone.

Afin d'**améliorer cette situation et réduire l'exposition des populations** de son territoire à la pollution atmosphérique, la Métropole agit sur les réductions d'émissions de polluants atmosphériques et de GES via plusieurs outils (PCAET, SDE etc).

**La mise en place de la Zone à Faibles émissions- mobilité (ZFE-m) ciblant les véhicules utilitaires légers (VUL), les poids lourds (PL) et les véhicules particuliers (VP),** est une des actions phares, car elle permet de **réduire les émissions d'oxydes d'azote NO<sub>x</sub>, de particules fines (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, ...) et de gaz à effet de serre.**

Elle consiste en l'instauration d'une réglementation favorable aux véhicules de transport de marchandises et les véhicules particuliers les moins polluants.

**Des gains émissions modestes pour l'extension de la ZFE-m aux véhicules particuliers (VP) et deux roues (DR).**

Le présent dossier d'étude préalable à la mise en place de la ZFE-m estime les réductions d'émissions de polluants à effets sanitaires et de gaz à effets de serre. Cette étude vise à évaluer, l'impact de l'évolution de la ZFE-m avec l'interdiction de circuler et de stationner aux véhicules particuliers Crit'air 5 et non classés sur la qualité de l'air local.

Typologie de véhicules		
2020	+ Non classé  	
2021		
2023		+ Non classé 
Périmètre	Lyon, Caluire-et-Cuire, Villeurbanne et Bron à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey et M7	

Figure 1 : Calendrier des restrictions de la ZFE-M- avec son évolution aux véhicules particuliers Crit'Air 5 et non classés

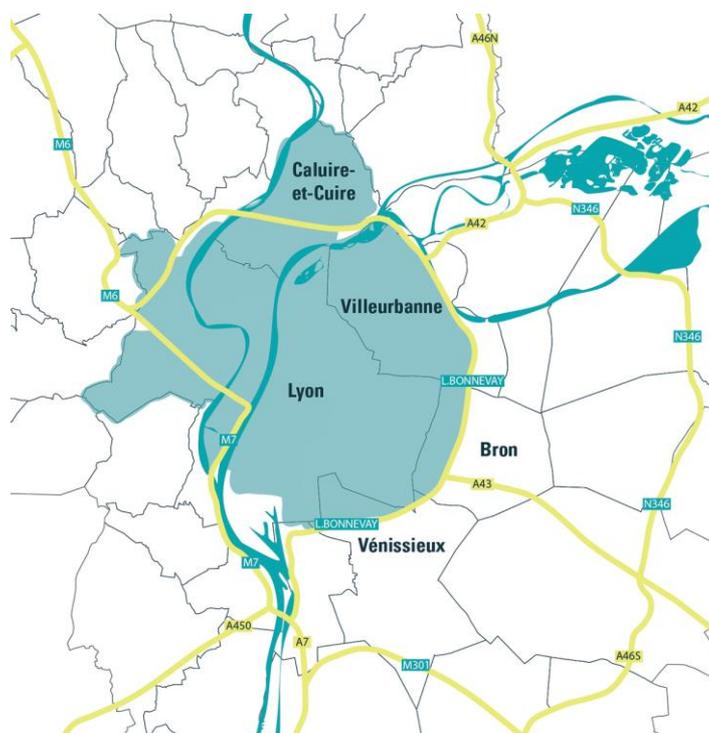


Figure 2 : Plan des communes touchées par la ZFE-M-m ainsi que l'axe M7 (Source: ZFE-m.grandlyon.com)

Ce premier pas d'interdiction aux véhicules particuliers vient compléter la ZFE-m actuelle interdisant l'accès et le stationnement des VUL/PL Crit'air NC, 5, 4 et 3 déjà en place.

Les principales conclusions de cette étude sont :

- Les gains en émissions pour les oxydes d'azote NOx restent faibles au sein du périmètre ZFE-M avec moins de 5% d'émissions en moins par rapport au tendanciel. Les gains les plus importants sont observés en 2023.
- Les émissions de particules fines dues aux VP et DR baissent légèrement. Quant aux émissions émises par les VUL/PL, celles-ci tendent à augmenter très faiblement. Dans ce cas précis, les VUL/PL sont peu touchés par la ZFE-m et les gains en émissions

sont estimés respectivement d'environ 3.5% pour les PM10 et d'environ 5% pour les PM2.5 en 2023.

- Les gains en concentrations en NO<sub>2</sub> les plus forts sont observés au niveau des axes à fort trafic mais dépassant peu 1 µg/m<sup>3</sup>.
- Le trafic routier étant responsable que d'environ 20% des émissions de particules fines, la ZFE-m n'a que très peu d'impact sur les concentrations de ces polluants ~1µg/m<sup>3</sup> sur les voies à fort trafic.

*Pour les émissions de particules fines PM2.5 et PM10 dont le secteur routier n'est responsable que d'environ 20% des émissions pour ces deux polluants sur la Métropole de Lyon. La mise en place de la ZFE-m aux VP et DR fait légèrement diminuer les émissions respectivement d'environ 3.5% et 5% sur le périmètre ZFE-m et d'environ 2% et 3% sur le périmètre de la métropole de Lyon en 2023.*



# Sommaire

<b>1. Etat des lieux sur la qualité de l'air de la Métropole de Lyon.....</b>	<b>11</b>
1.1 Répartition sectorielle des émissions de polluant.....	11
1.2 Evolution des émissions de polluants.....	12
1.3 Concentrations en polluants atmosphériques et valeurs réglementaires.....	13
<b>2. Méthodologie d'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air et l'exposition de la population d'une ZFE-m.....</b>	<b>17</b>
2.1 Rappels des scénarios modélisés dans l'étude.....	17
2.2 Méthodologie d'évaluation de l'impact sur les émissions et données utilisées.....	18
2.2.1 Méthodologie générale.....	18
2.2.2 Connaissance des trafics.....	20
2.3 Méthodologie de modélisation des concentrations et de calcul de l'exposition des populations.....	25
2.3.1 Modélisation et évaluation de l'impact sur les concentrations.....	25
2.3.2 Evaluation de l'exposition des populations.....	25
<b>3. Les bénéfices environnementaux et sanitaires de la ZFE-m.....</b>	<b>26</b>
3.1 Impact sur les émissions de polluants atmosphériques.....	26
3.1.1 Impact sur les émissions d'oxydes d'azote NOx.....	26
3.1.2 Impact sur les émissions de particules fines PM10 et PM2,5.....	26
3.1.3 Impact sur les émissions de composés organiques volatils non méthanique COVNM.....	28
3.2 Impact sur les concentrations et l'exposition des populations.....	28
3.2.1 Impact sur les concentrations et l'exposition au dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> .....	28
3.2.2 Impact sur les concentrations et l'expositions aux particules fines PM10.....	31
3.2.3 Impact sur les concentrations et l'exposition aux particules fines PM2,5.....	34
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>38</b>



# Illustrations

Figure 1 : contribution des différents secteurs d'activités aux émissions en 2018 à l'échelle de la métropole de Lyon (Source : bilan 2020 de la qualité de l'air - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes).....	11
Figure 2 : évolution des émissions de polluants atmosphériques entre 2005 et 2018 à l'échelle de la Métropole de Lyon au regard des objectifs du PREPA (Source : bilan 2020 de la qualité de l'air - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes).....	12
Figure 3 : carte d'exposition de la population au NO <sub>2</sub> à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021.....	14
Figure 4 : carte d'exposition de la population aux particules PM <sub>2,5</sub> à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021.....	15
Figure 5 : carte d'exposition de la population aux particules PM <sub>10</sub> à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021.....	16
Figure 6: Caractéristiques de la ZFE-m étudiée.....	17
Figure 7 : contour du périmètre d'application de la ZFE-m.....	18
Figure 8 : organisation générale de l'outil MOCAT.....	19
Figure 9 : parcs statiques utilisés pour décrire les VP aux horizons 2023, 2025 et 2027.....	21
Figure 10 : parcs statiques utilisés pour décrire les VUL aux horizons 2023, 2025 et 2027.....	21
Figure 11 : parcs statiques utilisés pour décrire les PL aux horizons 2023, 2025 et 2027.....	22
Figure 12 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les VP.....	22
Figure 13 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les VUL.....	23
Figure 14 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les PL.....	23
Figure 15 : répartition des kilomètres parcourus selon la catégorie de véhicules pour le tendanciel 2023.....	24
Figure 16 : évolution des émissions de NO <sub>x</sub> (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon.....	26
Figure 17 : évolution des émissions de PM <sub>10</sub> (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon.....	27
Figure 18 : évolution des émissions de PM <sub>2,5</sub> (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon.....	27
Figure 19 : évolution des émissions de COVNM (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon.....	28
Figure 20 : moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon.....	29
Figure 21 : moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur le périmètre ZFE-m.....	30
Figure 22 : différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> entre le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m.....	30

<b>Figure 23 : expositions moyennes au NO<sub>2</sub> (IPP) pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m.....</b>	<b>31</b>
<b>Figure 24 : moyennes annuelles des concentrations en particules PM10 en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon .....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 25 : moyennes annuelles des concentrations en particules PM10 en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m.....</b>	<b>32</b>
<b>Figure 26 : différence des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en µg/m<sup>3</sup> entre le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m.....</b>	<b>33</b>
<b>Figure 27 : expositions moyennes au PM10 (IPP) pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m.....</b>	<b>34</b>
<b>Figure 28 : moyennes annuelles des concentrations de particules PM2,5 en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon .....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 29 : moyennes annuelles des concentrations de particules PM2,5 en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m.....</b>	<b>35</b>
<b>Figure 30 : différence des concentrations moyennes annuelles en particules PM2,5 en µg/m<sup>3</sup> entre le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m.....</b>	<b>36</b>
<b>Figure 31 : expositions moyennes au PM2,5 (IPP) pour le tendancier 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m.....</b>	<b>37</b>

# Glossaire

GES : Gaz à Effets de Serre

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

PM10 : Particules fines de taille  $>10 \mu\text{m}$

PM2.5 : Particules fines de taille  $>5 \mu\text{m}$

NOx : Oxydes d'azote

NO<sub>2</sub> : Dioxydes d'azote

SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre

NH<sub>3</sub> : Ammoniac

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

ZFE-m : Zone à Faibles émissions Mobilité

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

OMINEA : Rapport sur la méthodologie de calcul des émissions

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

SDES : Service des données et études statistiques

SDE : Schéma Directeur des Energies

PCAET : Plan Climat-Air-Energie Territorial

PREPA : Plan national de Réduction des Polluants Atmosphériques

DR : Deux roues

VUL : Véhicules utilitaires Légers

PL : Poids Lourds

VP : Véhicules Particuliers

CQA : Crit'Air

NC : Non Classée

# 1. Etat des lieux sur la qualité de l'air de la Métropole de Lyon

## 1.1 Répartition sectorielle des émissions de polluant

A l'échelle de la Métropole de Lyon, le transport routier est responsable de 55% des émissions de NOx en 2018 (Figure 1). Les motorisations diesel sont par ailleurs largement contributrices, avec 96% des émissions de NOx des Véhicules Utilitaires Légers (VUL), Poids Lourds (PL) et Véhicules Particuliers (VP) provenant de véhicules diesel.

Dans une moindre mesure, plus de 22% des émissions annuelles de particules fines PM10 sont liées à la circulation automobile (Figure 1). À la différence des NOx qui sont émis via l'échappement des véhicules, les particules fines proviennent également de l'usure des plaquettes de frein et de l'abrasion des pneus sur le goudron.

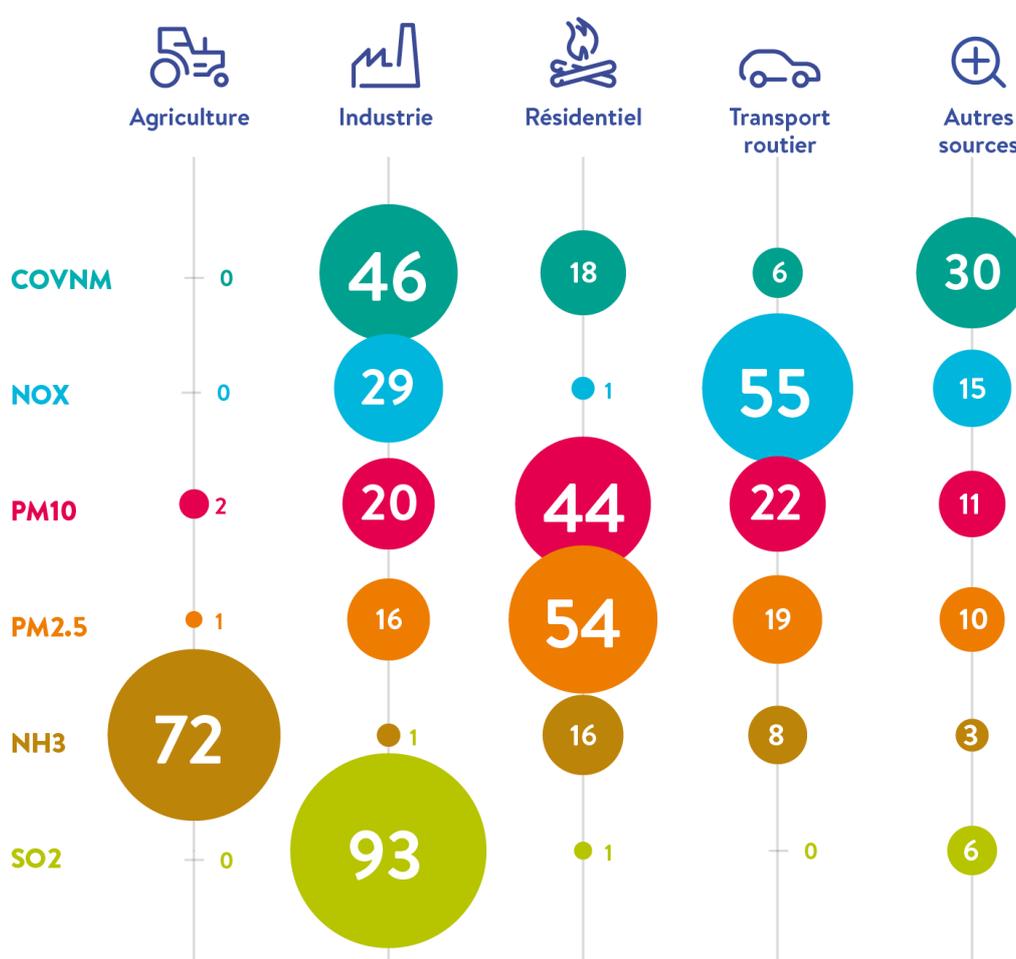


Figure 1 : contribution des différents secteurs d'activités aux émissions en 2018 à l'échelle de la métropole de Lyon  
(Source : bilan 2020 de la qualité de l'air - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

## 1.2 Evolution des émissions de polluants

Depuis 2005, les émissions présentent une tendance à la baisse pour l'ensemble des polluants atmosphériques. Cette baisse est plus ou moins notable selon le polluant considéré au regard des objectifs du Plan National de Réduction des Polluants Atmosphériques (PREPA) à l'horizon 2030 (Figure 2).

Si les objectifs de réduction des émissions fixés par le PREPA à l'horizon 2030 sont ainsi atteints sur le territoire de la Métropole de Lyon pour certains polluants (NH<sub>3</sub>), ou en passe de l'être (COVNM, SO<sub>2</sub>), les efforts sont à poursuivre pour d'autres, notamment les NOx.

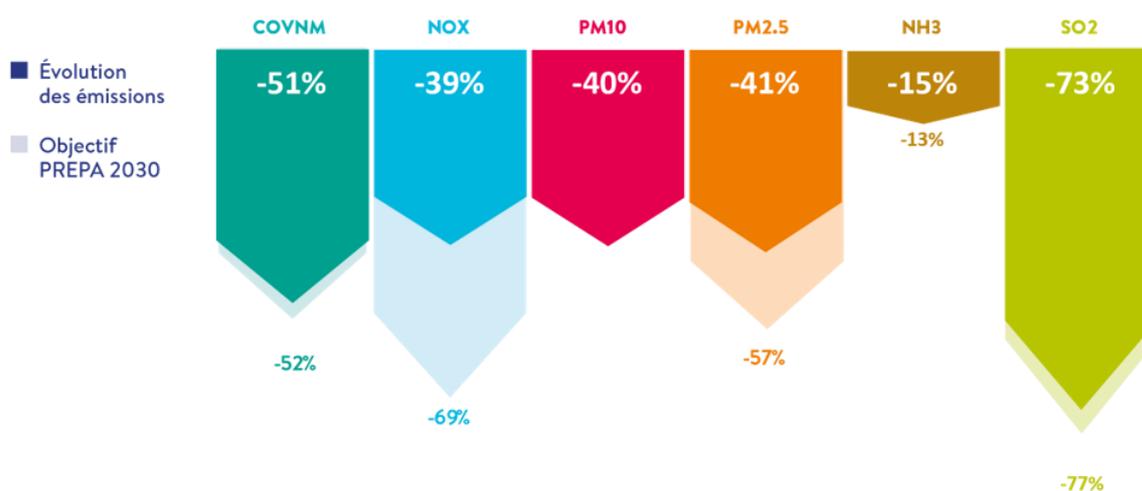


Figure 2 : évolution des émissions de polluants atmosphériques entre 2005 et 2018 à l'échelle de la Métropole de Lyon au regard des objectifs du PREPA (Source : bilan 2020 de la qualité de l'air - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

La baisse des émissions de NOx est essentiellement liée aux secteurs de l'industrie et du transport routier.

La diminution des émissions industrielles, principalement entre 2005 et 2010, est en grande partie imputable à une efficacité grandissante des technologies de dépollution (afin de répondre à la réglementation).

La diminution des émissions du transport routier quant à elle (liée, pour l'essentiel, au renouvellement du parc automobile) est en partie contrebalancée par l'augmentation des distances parcourues.

La baisse des émissions de PM10 et les PM2,5 observée sur plusieurs années est imputable au secteur résidentiel (renouvellement progressif des appareils individuels de chauffage au bois), au transport routier (renouvellement du parc automobile, avec la généralisation des filtres à particules à l'ensemble des véhicules neufs à partir de 2011) et à l'industrie (amélioration des procédés de dépollution, fermeture de certains sites ou réduction d'activité).

A cette tendance à la baisse sur le long terme viennent s'ajouter des fluctuations annuelles en lien direct avec les variations de la rigueur climatique, qui conditionnent les besoins en chauffage et les consommations de combustible associées, en particulier le bois de chauffage.

## 1.3 Concentrations en polluants atmosphériques et valeurs réglementaires

D'une manière globale, la qualité de l'air présente une tendance à l'amélioration sur l'ensemble du territoire, confirmée en 2019.

2019 a par exemple présenté, pour la 3<sup>ème</sup> année consécutive, un respect des valeurs réglementaires applicables pour les particules sur l'ensemble de la région.

Toutefois, malgré cette amélioration globale, certaines valeurs limites et cibles réglementaires restent dépassées, de même que les seuils préconisés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour certains polluants (Tableau 1).

Bilan 2019 - Composés soumis à Valeurs Limites										
Composé réglementé	PM10		PM2,5	NO <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub>		C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	ML (Pb)	CO
Valeur réglementaire	VL jour	VL année	VL année	VL heure	VL année 40 µg/m <sup>3</sup> <i>en moy. annuelle</i>	VL heure	VL jour	VL année	VL année	VL année
FOND										
PROX AUTO					2 sites sur 4 Lyon Périphérique (62 µg/m <sup>3</sup> ) A7 Sud Lyonnais (53 µg/m <sup>3</sup> )					
PROX IND										

Bilan 2019 - Composés soumis à Valeurs Cibles						
Composé réglementé	O <sub>3</sub>		BaP	ML (As)	ML (Cd)	ML (Ni)
Valeur réglementaire	VC jour / santé 25 jours dpt du max jour 120 µg/m <sup>3</sup> moy 8h	VC végétation 18000 µg/m <sup>3</sup> x h (AOT40)	VC année	VC année	VC année	VC année
FOND	5 sites sur 7 Haut-Beaujolais (39 jours) Ternay (35 jours) St-Exupéry (34 jours) Vaulx-en-Velin ( 26 jours) Villefranche Centre (26 jours)	3 sites sur 3 Ternay (22788 µg/m <sup>3</sup> xh) Haut-Beaujolais (20924 µg/m <sup>3</sup> xh) St-Exupéry (19806 µg/m <sup>3</sup> xh)				
PROX AUTO						
PROX IND						

Tableau 1 : dépassements réglementaires aux stations en 2019

### Focus sur le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Le dioxyde d'azote constitue un polluant à enjeu en matière de qualité de l'air, notamment sur le territoire de la Métropole de Lyon.

Comme présenté ci-avant, des dépassements de la valeur limite applicable en moyenne annuelle pour ce polluant (40 µg/m<sup>3</sup>) sont en effet toujours constatés sur certaines stations fixes du réseau de mesure. D'autre part, malgré une baisse depuis 2017, les outils de modélisation d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes évaluent à 15 200 le nombre d'habitants de la Métropole de Lyon exposés à un dépassement de cette valeur réglementaire (et guide OMS 2005) en 2019 (Tableau 2).

	Métropole de Lyon	Rhône	Nouveau Rhône
2018	13 400 habitants	13 700 habitants	300 habitants
2019	15 200 habitants	15 500 habitants	300 habitants

Tableau 2 : nombre de personnes exposées à des dépassements de la valeur limite en NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) en 2019 (Source : bilan de la qualité de l'air en 2019 – Nouveau Rhône/Métropole de Lyon - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

Ce composé étant majoritairement émis par le secteur routier, les secteurs impactés sont restreints aux zones de proximités des axes fortement circulés de l'agglomération (Figure 3).

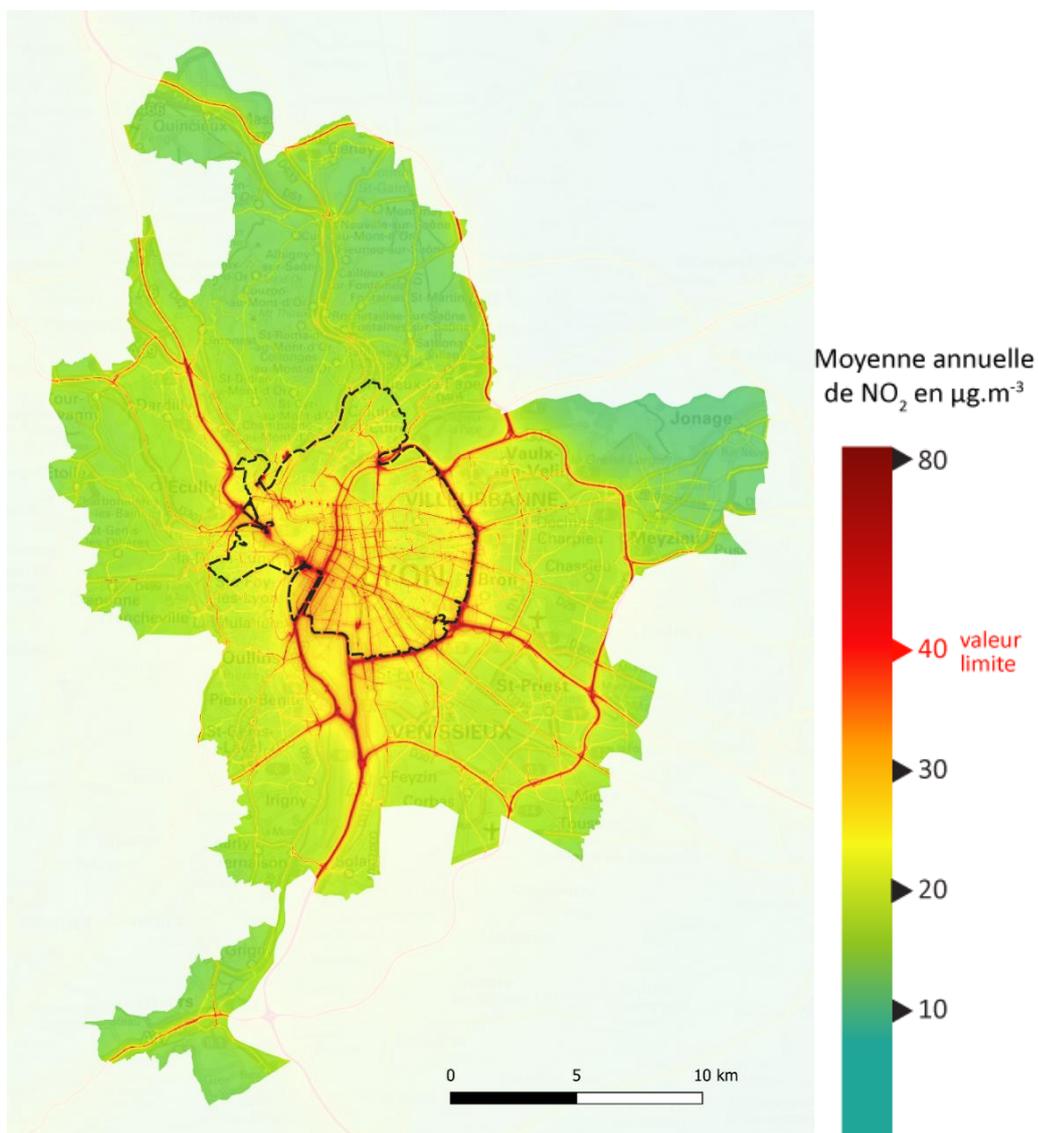


Figure 3 : carte d'exposition de la population au NO<sub>2</sub> à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021

## Focus sur les particules PM2,5

La valeur limite réglementaire applicable pour les particules PM2,5 en moyenne annuelle ( $25 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) est respectée depuis plusieurs années.

Toutefois, les habitants de la Métropole de Lyon restent particulièrement exposés à des dépassements de la valeur sanitaire recommandée par l'OMS 2005 ( $10 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ), également objectif de qualité indiqué par la réglementation française.

En effet, jusqu'en 2018, l'intégralité de la population de la Métropole était exposée à ce dépassement. Si, en 2019, l'exposition s'est fortement réduite, elle reste néanmoins importante avec près de 0,9 million habitants, soit 65% de la population de la Métropole (Tableau 3).

	Métropole de Lyon	Rhône	Nouveau Rhône
2018	1,3 millions d'hab	1,4 millions d'hab.	132 000 hab.
2019	0,9 million hab.	0,9 million d'hab.	2 900 hab.

Tableau 3 : nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur guide OMS PM2,5 ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2019 (Source : bilan de la qualité de l'air en 2019 – Nouveau Rhône/Métropole de Lyon - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

Le transport routier représente 19% des émissions de particules PM2,5. Aussi, même si ce secteur d'émissions n'est pas le principal pour ce type de polluant atmosphériques, les abords des voiries représentent les zones les plus sensibles avec des niveaux proches de la valeur réglementaire (Figure 4).

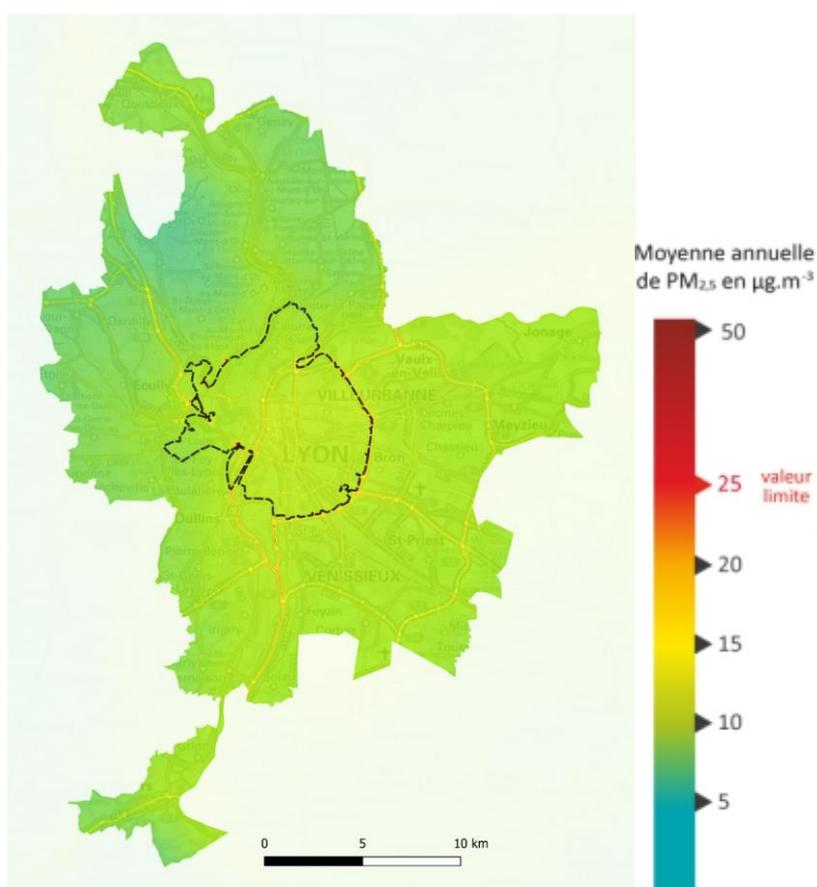


Figure 4 : carte d'exposition de la population aux particules PM2,5 à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021

## Focus sur les particules PM10

Les niveaux de PM<sub>10</sub> sont en constante diminution depuis ces dernières années. Comme présenté ci-avant, la valeur limite applicable en moyenne annuelle pour ce polluant (40 µg/m<sup>3</sup>) est respectée au niveau des stations fixes du réseau de mesure.

L'exposition de la population pour ce seuil est quant à elle estimée à moins de 100 personnes en 2019 par les outils de modélisation d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Toutefois, malgré une baisse particulièrement notable entre 2018 et 2019, les outils de modélisation mettent en évidence 15 700 personnes restant exposées au dépassement de la valeur recommandées par l'OMS 2005 pour ce polluant (20 µg.m<sup>-3</sup>) en 2019 (Tableau 4).

	Métropole de Lyon	Rhône	Nouveau Rhône
2018	159 000 habitants	162 000 habitants	3 000 habitants
2019	15 700 habitants	16 000 habitants	200 habitants

Tableau 4 : nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur guide OMS PM10 (20 µg/m<sup>3</sup>) en 2019 (Source : bilan de la qualité de l'air en 2019 – Nouveau Rhône/Métropole de Lyon - Atmo Auvergne-Rhône-Alpes)

De la même manière que pour les particules plus fines, le transport routier, avec une contribution de 22%, ne constitue pas la source principale d'émissions des particules PM10.

Les abords des principaux axes routiers constituent malgré tout les zones les plus sensibles et présentent des concentrations supérieures au reste du territoire (Figure 5).

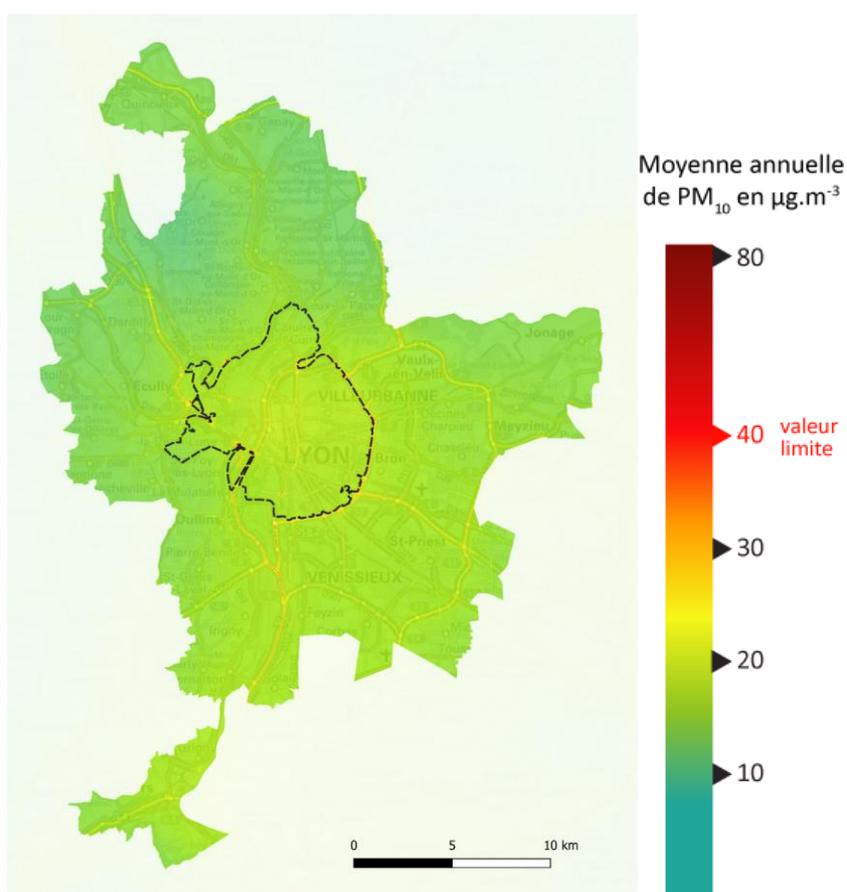


Figure 5 : carte d'exposition de la population aux particules PM10 à l'échelle de la Métropole de Lyon en 2019 (moyenne annuelle) avec contour de la ZFE-m applicable en 2021

## 2. Méthodologie d'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air et l'exposition de la population d'une ZFE-m

### 2.1 Rappels des scénarios modélisés dans l'étude

Pour rappel, les restrictions du scénario ZFE-m évalué dans le cadre de l'étude sont les suivantes :

- Interdiction des véhicules légers (VP) Crit'air 5 et Non Classés (NC) ;
- Interdiction des véhicules utilitaires légers (VUL) et des poids lourds (PL) Crit'air 3, 4, 5 et NC.

Typologie de véhicules		
2020	+ Non classé  	
2021		
2023		+ Non classé 
Périmètre	Lyon, Caluire-et-Cuire, Villeurbanne et Bron à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey et M7	

Figure 6: Caractéristiques de la ZFE-m étudiée

Le périmètre d'application des restrictions est le périmètre ZFE-m actuel + M7 (Figure 7). L'impact de ce scénario sur les émissions de polluants est évalué pour les années 2023, 2025 et 2027. L'impact sur les concentrations de polluants et l'exposition des populations est également calculé pour l'année 2023.

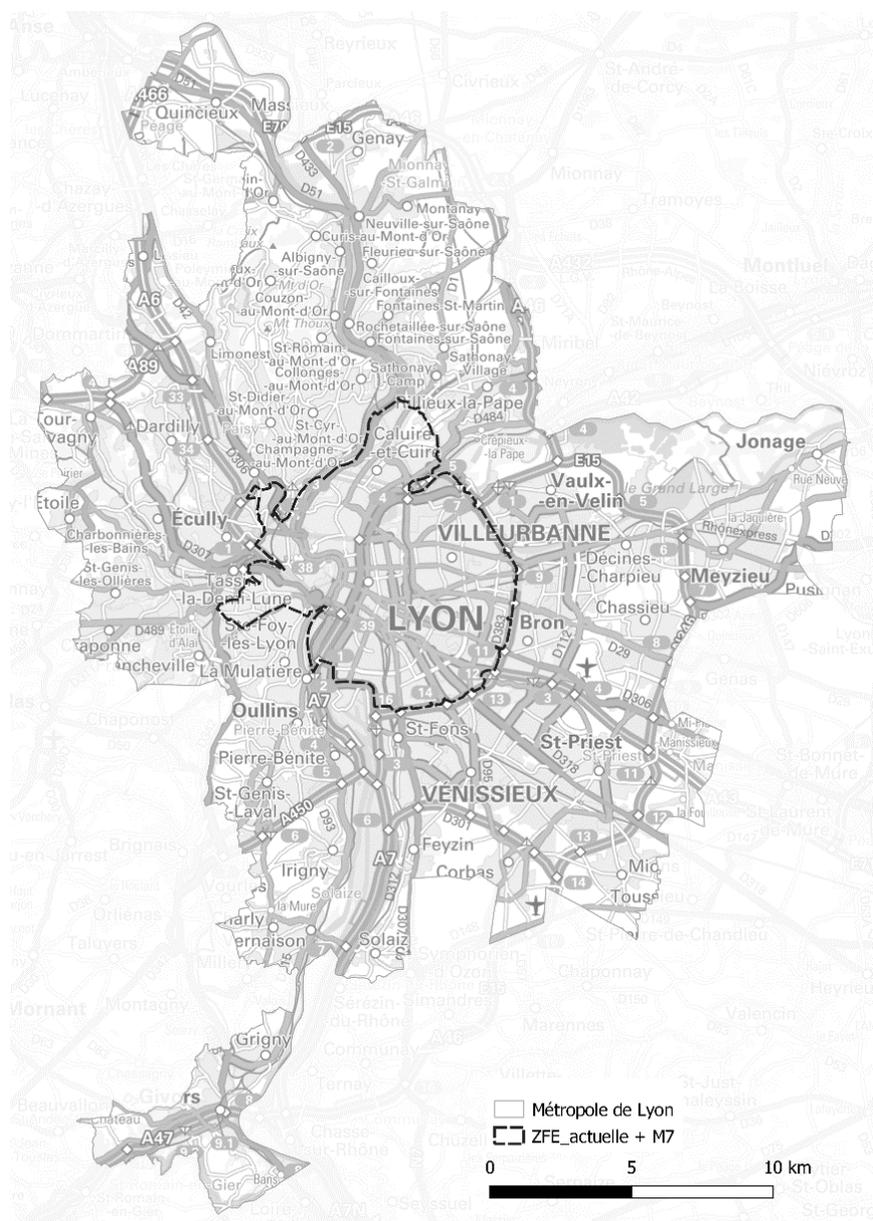


Figure 7 : contour du périmètre d'application de la ZFE-m

## 2.2 Méthodologie d'évaluation de l'impact sur les émissions et données utilisées

### 2.2.1 Méthodologie générale

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes développe et enrichit en continu depuis près de vingt ans un inventaire régional des émissions.

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.

Le calcul des émissions liées au trafic routier est effectué sur l'ensemble du territoire à l'aide de l'outil MOCAT (MOdèle de CALCul des émissions du Transport routier) développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Figure 8).

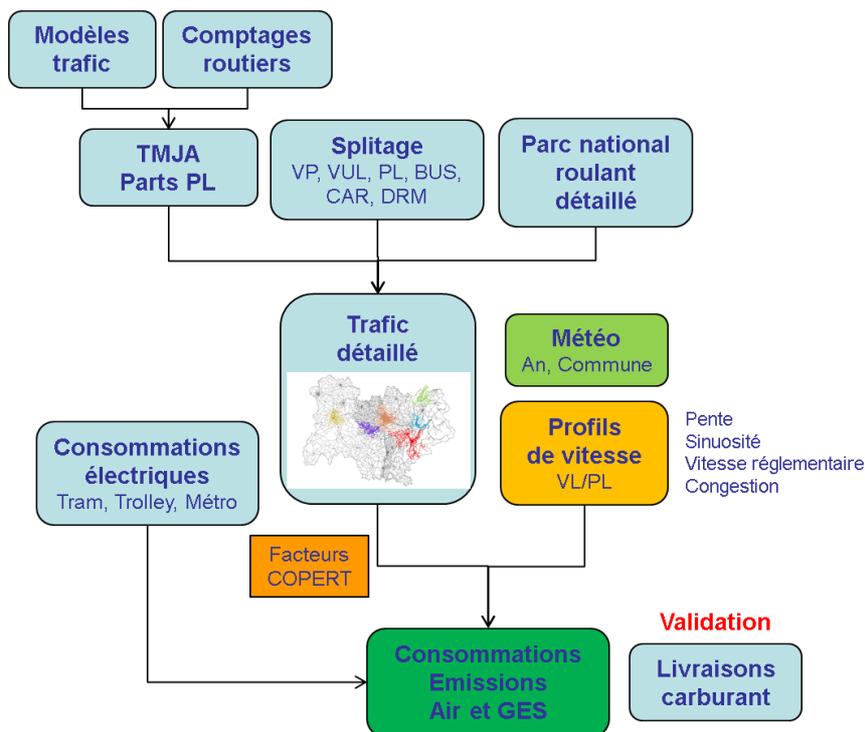


Figure 8 : organisation générale de l'outil MOCAT

Plusieurs données d'entrée sont nécessaires :

- Données liées aux volumes de trafic (modèle trafic, comptages routiers) ;
- Données liées au réseau routier (pente, sinuosité des axes, vitesses réglementaires, ...) ;
- Données liées au parc de véhicules roulant sur le réseau.

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 ensuite 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<sup>1</sup>.

Les différentes sources d'émissions routières sont les suivantes :

- **Échappement** : les émissions à chaud (lorsque le moteur a atteint sa température de croisière) sont calculées pour l'ensemble des véhicules, tandis que les surémissions à froid (premiers kilomètres d'un trajet) ne sont évaluées que pour les véhicules légers et VUL. Un profil annuel moyen de température est estimé par commune pour évaluer au mieux ces surémissions à froid ;
- **Abrasion** : il s'agit des émissions de particules (ainsi que certains métaux) dues à l'usure des pneus, plaquettes de freins, ainsi que la route. L'abrasion est généralement plus élevée en agglomération, ainsi que pour les véhicules lourds (PL, bus et cars) ;

<sup>1</sup> Agence européenne pour l'environnement

- **Resuspension** : il s'agit des particules déposées sur la chaussée qui sont remises en suspension lors du passage des véhicules. Par convention, ces émissions ne sont pas directement intégrées aux bilans massiques d'émissions pour éviter un double compte, toutefois leur évaluation est utile pour alimenter les modèles de dispersion ;
- **Évaporation** : concerne les émissions de COVNM (non évaluées) dues à l'évaporation de l'essence lors des phases d'arrêt et du stationnement des véhicules.

## 2.2.2 Connaissance des trafics

Les volumes de trafic utilisés proviennent du modèle trafic Modély, fournit par SYSTRA. Ces trafics sont fournis en MJO et détaillés par type de véhicules : VP, VUL, PL et deux-roues (DR) ; s'ils sont en transit ou non et suivant deux classes illustrant leur capacité à circuler ou non dans la zone ZFE-m :

- OK pour les véhicules conformes au périmètre ZFE-m : lié au renouvellement tendanciel ainsi qu'au renouvellement « forcé » (lié à la mise en place de la ZFE-m) pour ceux qui continuent d'accéder à la ZFE-m sans changer de mode de locomotion ;
- KO pour véhicules ne pouvant plus circuler à l'intérieur du périmètre ZFE-m.

### 2.2.2.1 Parc employé

Afin de décrire au mieux les véhicules roulant sur le territoire, plusieurs parcs de véhicules sont utilisés :

- Pour les voitures particulières (VP), les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL) roulant sur le territoire, un parc local tendanciel est créé. Il provient du parc SDES 2020, détaillé par Crit'air (CQA) et carburant, sur la Métropole. Ce parc est raffiné par énergie et cylindrée/Poids Total Autorisé En Charge (PTAC) en utilisant les données du parc national CITEPA. La projection tendancielle à 2027 est basée sur l'outil MOCAT Parc développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes et utilise les hypothèses nationales Avec Mesures Existantes (AME) V2020 pour caractériser les nouveaux véhicules entrant tendanciellement dans le parc et le renouvellement selon la durée de vie des véhicules ;
- Pour les deux roues motorisées (DR) et les véhicules en transit, le parc national CITEPA est utilisé ;

Dans le cas des scénarios ZFE-m, un parc spécifique ZFE-m est appliqué aux véhicules contraints au renouvellement à la suite de la mise en place des restrictions. En l'absence de données détaillées sur la part de véhicules 'non conformes' remplacés, le nombre de ces véhicules a été évalué comme correspondant à l'augmentation de trafic des véhicules conformes entre le scénario ZFE-m et le scénario tendanciel. Pour ces véhicules, des hypothèses de renouvellement sont appliquées (Tableau 5).

	Interdiction Crit’Air 5+		Interdiction Crit’Air 3+	
	VP	DR	VUL	PL
Crit’Air Vert électrique	10%		15%	20%
Crit’Air 1 GNV			15%	30%
Crit’Air 1 Essence	65%	80%	50%	
Crit’Air 2 Diesel	25%	20%	20%	50%

Tableau 5 : hypothèses de substitution des véhicules contraints au renouvellement en raison de la mise en place de la ZFE-m (source : Interface Transport v2018 ajusté/complété par Atmo v20201215)

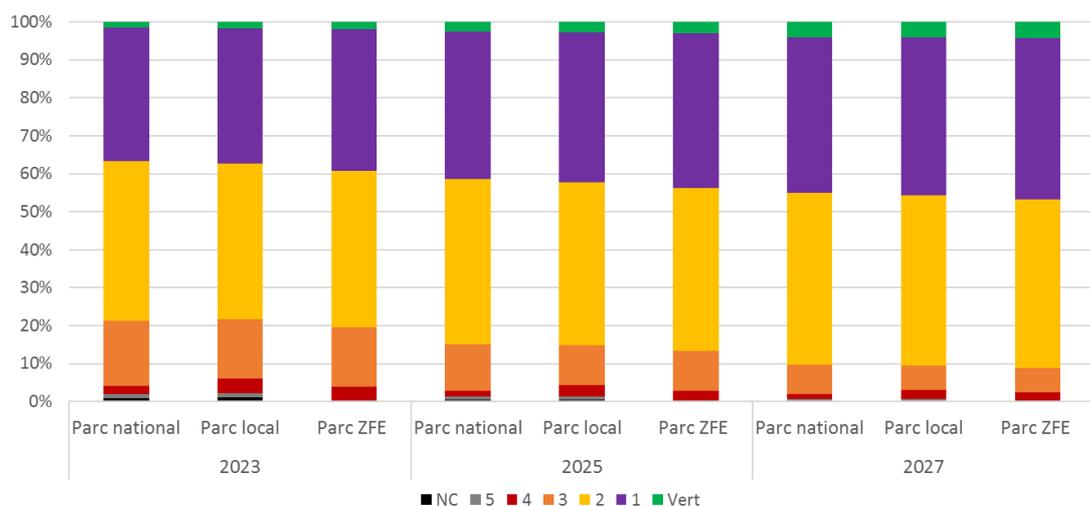


Figure 9 : parcs statiques utilisés pour décrire les VP aux horizons 2023, 2025 et 2027

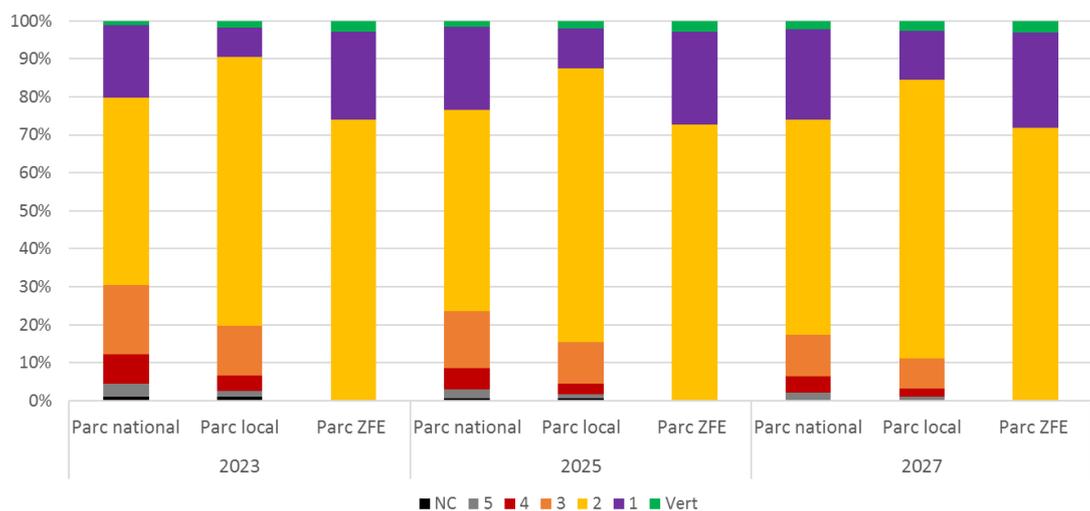


Figure 10 : parcs statiques utilisés pour décrire les VUL aux horizons 2023, 2025 et 2027

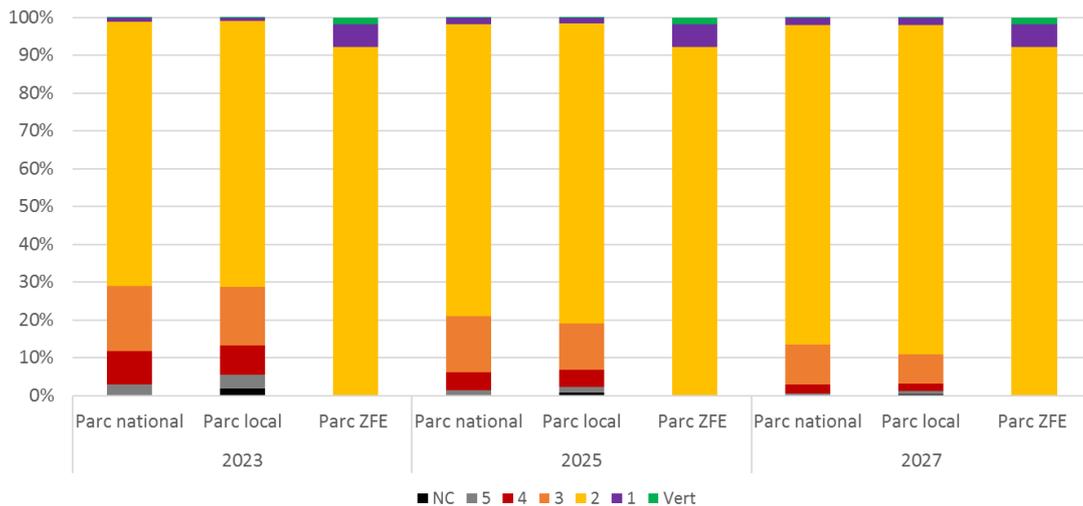


Figure 11 : parcs statiques utilisés pour décrire les PL aux horizons 2023, 2025 et 2027

Au fur et à mesure des années, la proportion de véhicules avec des CQA élevés diminue, tandis que la part de véhicule CQA 1 et électrique augmente.

Les parcs local et national sont assez similaires pour les VP et les PL.

En revanche, la répartition des VUL sur la Métropole de Lyon diffère de la répartition nationale, avec une plus forte part de véhicules CQA 2.

Ces différents parcs statiques sont transformés en parc roulant selon le kilométrage annuel moyen national, issu du parc urbain. Ceci permet de mieux représenter le kilométrage parcouru des véhicules en fonction de leur CQA et de leur ancienneté. Ainsi, un véhicule électrique roulera moins qu'un véhicule thermique, ou un véhicule ancien moins qu'un véhicule récent.

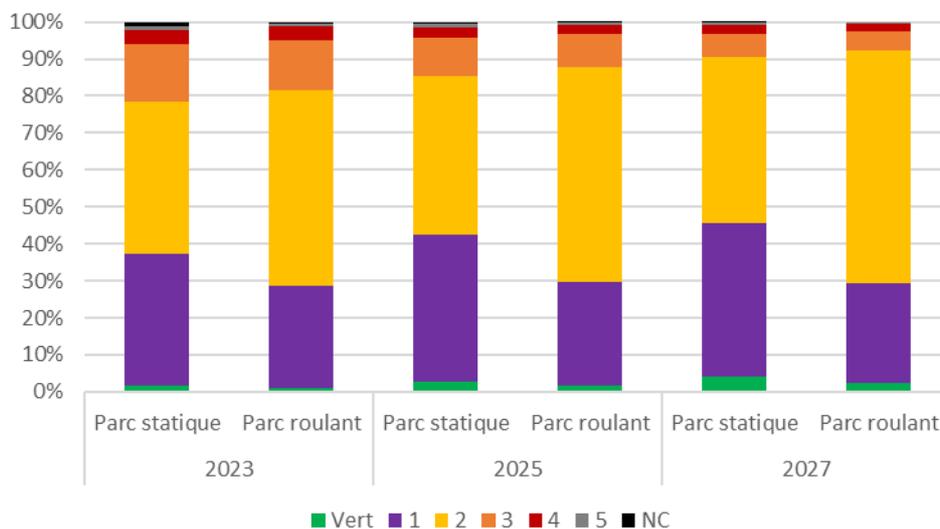


Figure 12 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les VP

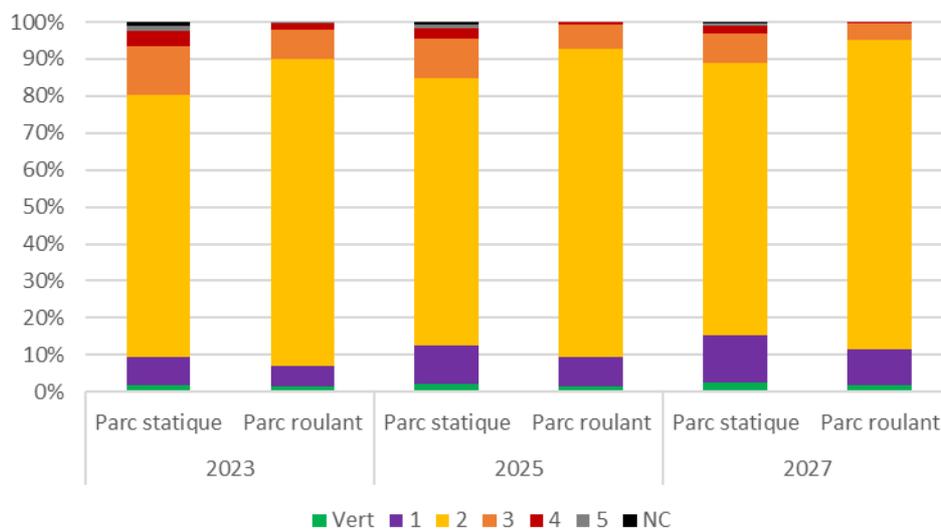


Figure 13 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les VUL

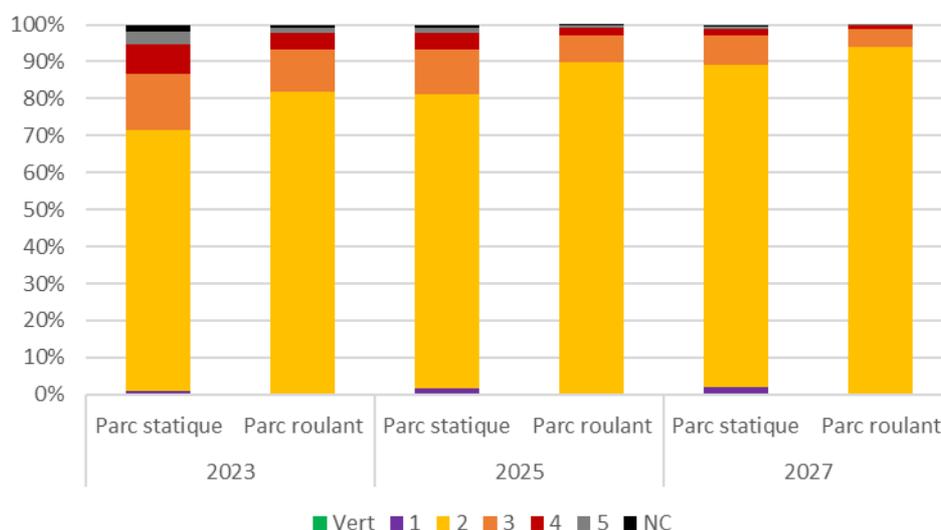


Figure 14 : répartition par CQA du parc statique local tendanciel et du parc roulant associé pour les PL

## 2.2.2.2 Focus sur les kilomètres parcourus

La grande majorité des kilomètres parcourus au niveau de la Métropole de Lyon est réalisée par des voitures particulières (VP). La proportion de VUL est faible, environ 4% (Figure 15).

Par ailleurs, à l'échelle de la Métropole de Lyon, davantage de PL circulent à l'extérieur du périmètre ZFE-m qu'à l'intérieur.

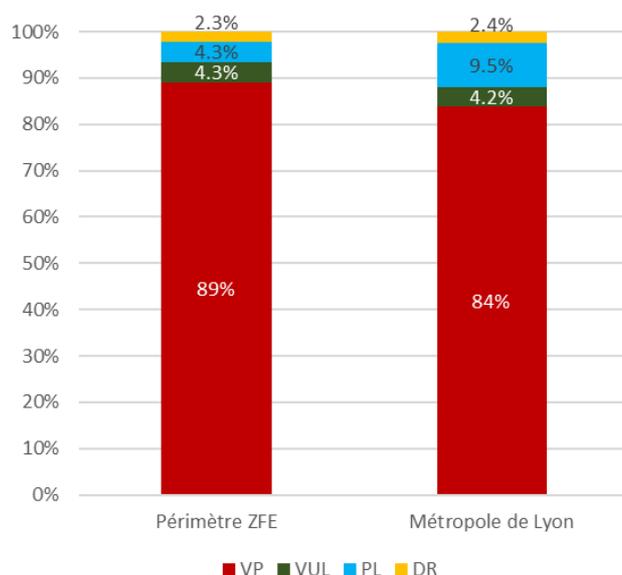


Figure 15 : répartition des kilomètres parcourus selon la catégorie de véhicules pour le tendanciel 2023

La part de véhicules VUL et PL concernés par les restrictions est très faible quelle que soit l'année considérée (Tableau 6). Pour les VP, l'évolution tendancielle du parc permet en effet la sortie des véhicules les plus anciens et polluants et la part de véhicules ciblés par les restrictions diminue au fil des années. Elle reste malgré tout très faible même sur 2023, la première année simulée.

	2023	2025	2027
VP + DR	2.1%	1.2%	0.6%
VUL + PL	0.1%	0.1%	0.1%
<b>Total</b>	<b>1.9%</b>	<b>1.1%</b>	<b>0.6%</b>

Tableau 6 : pourcentage de véhicules du tendanciel interdits par la ZFE-m, sur le périmètre de la ZFE-m

La mise en place de restriction entraîne des phénomènes de report de trafic, faisant évoluer le nombre de véhicules roulant sur le territoire. Ainsi, le nombre de véhicules roulant à l'intérieur du périmètre ZFE-m augmente légèrement avec la mise en place de la ZFE-m, et ce, pour toutes les années (Tableau 7).

	2023	2025	2027
VP + DR	0.4%	0.7%	0.9%
VUL + PL	1.1%	1.1%	1.2%
<b>Total</b>	<b>0.4%</b>	<b>0.7%</b>	<b>0.9%</b>

Tableau 7 : évolution du trafic avec la mise en place de la ZFE-m, par rapport au tendanciel, sur le périmètre de la ZFE-m

### 2.2.2.3 Evaluation de l'impact de la ZFE-m sur les émissions

La variation des émissions due à la mise en place de la ZFE-m est liée au rajeunissement forcé du parc roulant de véhicules, à l'évolution des kilomètres parcourus et à la variation des vitesses.

## 2.3 Méthodologie de modélisation des concentrations et de calcul de l'exposition des populations

### 2.3.1 Modélisation et évaluation de l'impact sur les concentrations

La chaîne de modélisation utilisée pour évaluer l'impact de la ZFE-m sur la qualité de l'air est une chaîne intégrant plusieurs échelles spatiales.

La méthode développée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes combine les résultats du modèle méso-échelle de chimie-transport CHIMERE<sup>2</sup>, dont les résultats bruts sont corrigés géostatistiquement à partir des concentrations mesurées par les stations de mesures du réseau et le modèle à fine échelle (10 mètres) de dispersion en milieu urbain SIRANE<sup>3</sup>, développé par l'Ecole Centrale de Lyon.

Ces modèles de dispersion atmosphérique 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, ...

Pour cette étude, seul le modèle de dispersion SIRANE est utilisé. Il intègre les émissions du trafic routier et la météorologie de l'année 2017 pour tous les scénarios. Le fond régional utilisé, représentant les concentrations dues aux sources hors trafic (chauffage, industrie, agriculture...), est évalué à partir de la carte annuelle 2017 et de la situation tendancielle 2027 calculée dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de Lyon en 2020. Il s'agit donc d'une estimation des concentrations de fond en 2023 et permet de prendre en compte les évolutions tendancielle des autres secteurs.

Les différences de concentrations entre le scénario ZFE-m et le tendanciel représentent uniquement l'impact des actions ZFE-m sur le trafic routier.

### 2.3.2 Evaluation de l'exposition des populations

Le calcul de l'exposition des populations 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 2017.

L'affectation des populations résidentes à chaque bâtiment a été réalisée par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Un indice d'exposition moyen de la population (IPP) est calculé :

$$IPP = \frac{\sum_i (\text{Concentration}_i \times \text{Population}_i)}{\sum_i \text{Population}_i}$$

où  $i$  correspond à la maille de calcul. Il correspond à la moyenne des concentrations modélisées sur une zone, pondérée par la population.

Seul le scénario ZFE-m sur l'année 2023 est évalué.

---

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

<sup>3</sup> 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.

# 3. Les bénéfices environnementaux et sanitaires de la ZFE-m

## 3.1 Impact sur les émissions de polluants atmosphériques

### 3.1.1 Impact sur les émissions d'oxydes d'azote NOx

La mise en place de la ZFE-m permet des gains faibles sur les émissions de NOx au sein du périmètre ZFE-m. Les gains sont plus importants en 2023, où le nombre de véhicules concernés par les restrictions est plus important. A l'échelle de la Métropole de Lyon, les baisses d'émissions sont très faibles, environ -2% (Figure 16 et Tableau 8).

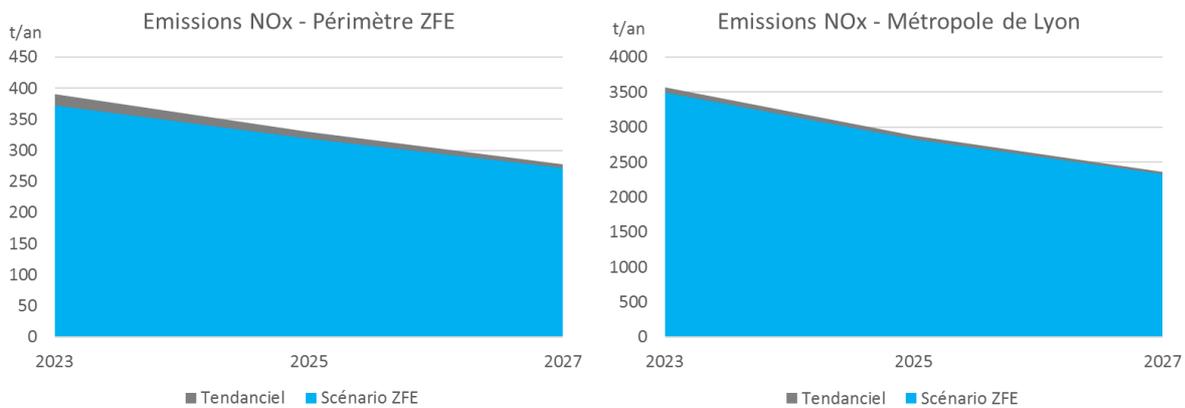


Figure 16 : évolution des émissions de NOx (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon

	ZFE-m			Métropole de Lyon		
	2023	2025	2027	2023	2025	2027
<b>VP + DR</b>	-	-3.5%	-2.4%	-2.9%	-2.2%	-1.3%
<b>VUL + PL</b>	-1.6%	-1.8%	-2.0%	-0.5%	-0.6%	-0.6%
<b>Total</b>	-4.5%	-3.4%	-2.4%	-2.1%	-1.7%	-1.3%

Tableau 8 : évolution des émissions de NOx (en %) avec la mise en place de la ZFE-m, sur le périmètre de la ZFE-m

### 3.1.2 Impact sur les émissions de particules fines PM10 et PM2,5

Les émissions de particules fines, PM10 et PM2,5, dues aux VP et DR baissent légèrement avec la mise en place de la ZFE-m.

Les émissions de particules dues aux VUL et PL augmentent en revanche très faiblement. En effet, contrairement aux émissions de NOx, les émissions de particules fines liées au trafic ne sont pas uniquement imputables aux émissions à l'échappement. D'autres postes d'émissions existent, comme l'usure des plaquettes de freins, l'usure des pneumatiques ou encore l'usure des routes. Dans le cas des VUL et PL, le nombre de véhicules touchés par la ZFE-m est très faible et les gains des

émissions à l'échappement induits par ces véhicules sont donc limités par l'augmentation des émissions abrasives due à l'augmentation du trafic observée (Figure 17, Figure 18 et Tableau 9, Tableau 10).

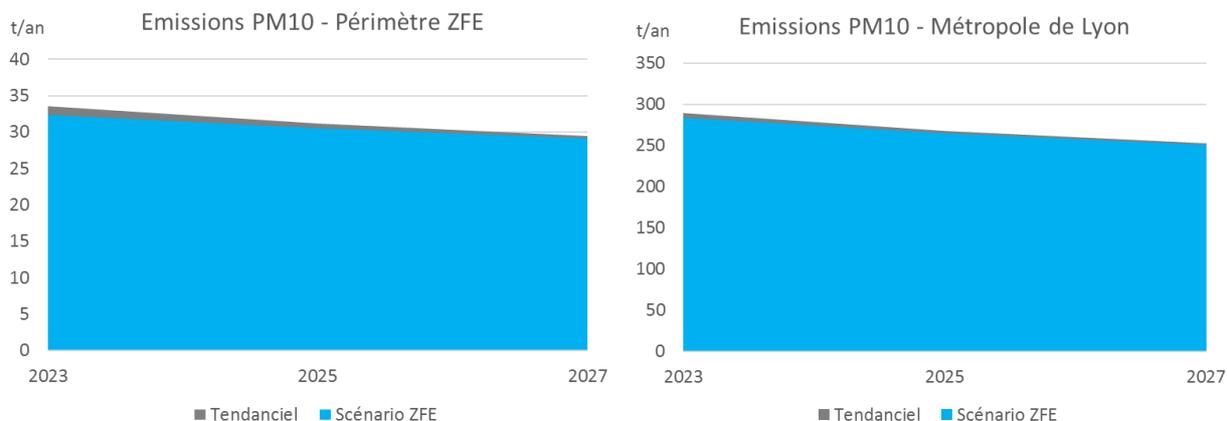


Figure 17 : évolution des émissions de PM10 (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon

	ZFE-m			Métropole de Lyon		
	2023	2025	2027	2023	2025	2027
<b>VP + DR</b>	-4.8%	-3.0%	-1.2%	-3.0%	-2.0%	-1.0%
<b>VUL + PL</b>	0.6%	0.5%	0.4%	0.2%	0.2%	0.2%
<b>Total</b>	-3.6%	-2.1%	-0.8%	-1.9%	-1.2%	-0.5%

Tableau 9 : évolution des émissions de PM10 (en %) avec la mise en place de la ZFE-m, sur le périmètre de la ZFE-m

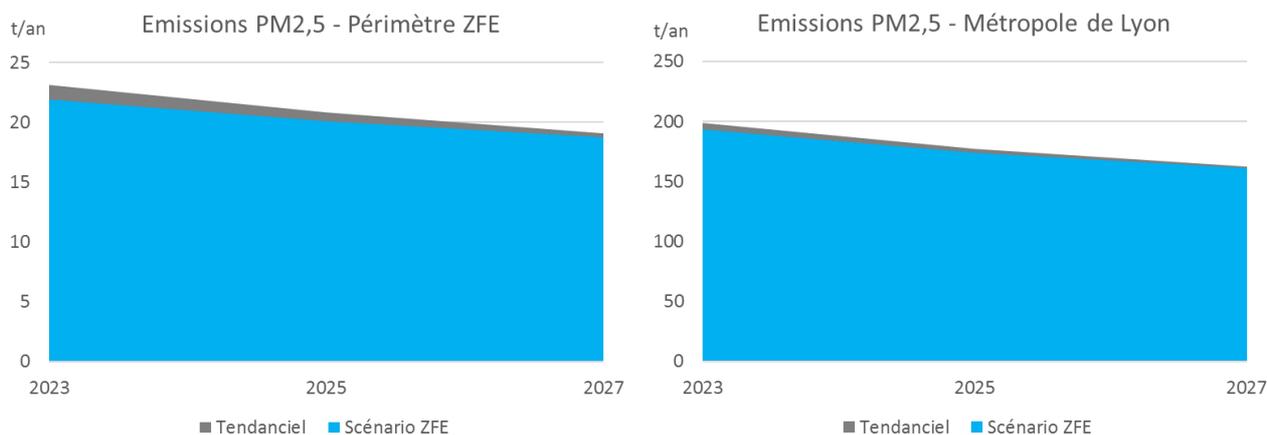


Figure 18 : évolution des émissions de PM2,5 (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon

	ZFE-m			Métropole de Lyon		
	2023	2025	2027	2023	2025	2027
<b>VP + DR</b>	-6.6%	-4.4%	-2.1%	-4.1%	-2.8%	-1.5%
<b>VUL + PL</b>	0.5%	0.5%	0.5%	0.2%	0.2%	0.2%
<b>Total</b>	-5.3%	-3.4%	-1.6%	-2.8%	-1.9%	-0.9%

Tableau 10 : évolution des émissions de PM2,5 (en %) avec la mise en place de la ZFE-m, sur le périmètre de la ZFE-m

### 3.1.3 Impact sur les émissions de composés organiques volatils non méthanique COVNM

Contrairement aux autres polluants, dont les émissions totales baissent avec la mise en place des restrictions quelle que soit l'année, les émissions du scénario ZFE-m par rapport au tendanciel de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM) diminuent en 2023, stagnent en 2025 puis augmentent légèrement en 2027.

En effet, les gains des émissions COVNM à l'échappement dus aux restrictions ZFE-m ne permettent pas de compenser l'augmentation des émissions dues à l'évaporation qui accompagne l'augmentation du trafic observée (Figure 19 et Tableau 11).

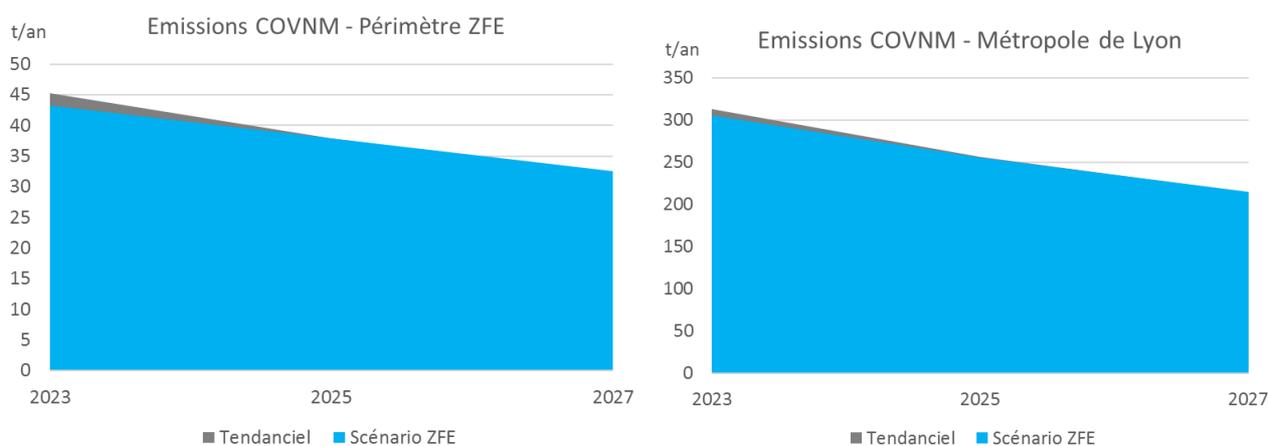


Figure 19 : évolution des émissions de COVNM (en tonnes) calculées pour les scénarios tendanciels et ZFE-m sur les périmètres de la ZFE-m et de la Métropole de Lyon

	ZFE-m			Métropole de Lyon		
	2023	2025	2027	2023	2025	2027
<b>VP + DR</b>	-5.1%	-0.4%	1.0%	-2.7%	-0.6%	-0.1%
<b>VUL + PL</b>	6.2%	5.9%	5.5%	01.1%	1.1%	1.2%
<b>Total</b>	-4.7%	-0.1%	1.3%	-2.3%	-0.4%	0.2%

Tableau 11 : évolutions des émissions de COVNM (en %) avec la mise en place de la ZFE-m, sur le périmètre de la ZFE-m

## 3.2 Impact sur les concentrations et l'exposition des populations

### 3.2.1 Impact sur les concentrations et l'exposition au dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

En situation tendancielle 2023, les concentrations d'oxyde d'azote NO<sub>2</sub> se concentrent sur le réseau de routes (Figure 20 et Figure 21).

Les voies structurantes de l'agglomération (autoroute, périphérique, quais...) présentent des concentrations qui restent élevées et peuvent dépasser la valeur limite réglementaires de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Les stations de mesures de « A7 Sud Lyonnais » et de « Lyon Périphérique » présentent par exemple toujours des dépassements de la valeur limite (Tableau 12).

La mise en place des restrictions ZFE-m permet des gains de concentrations très faibles sur le périmètre ZFE-m et la Métropole (Figure 22). Les gains sont plus importants au niveau des axes à fort trafic, mais dépassent peu  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

En termes d'exposition des populations, les restrictions ZFE-m ne permettent pas d'abaisser le nombre de personnes en situation de dépassement. Avec la mise en place de la ZFE-m, 9000 personnes sont exposées à une baisse de concentrations supérieure à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'échelle du périmètre ZFE-m, contre 9500 sur l'ensemble de la Métropole de Lyon.

L'exposition moyenne des populations diminue de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figure 23).

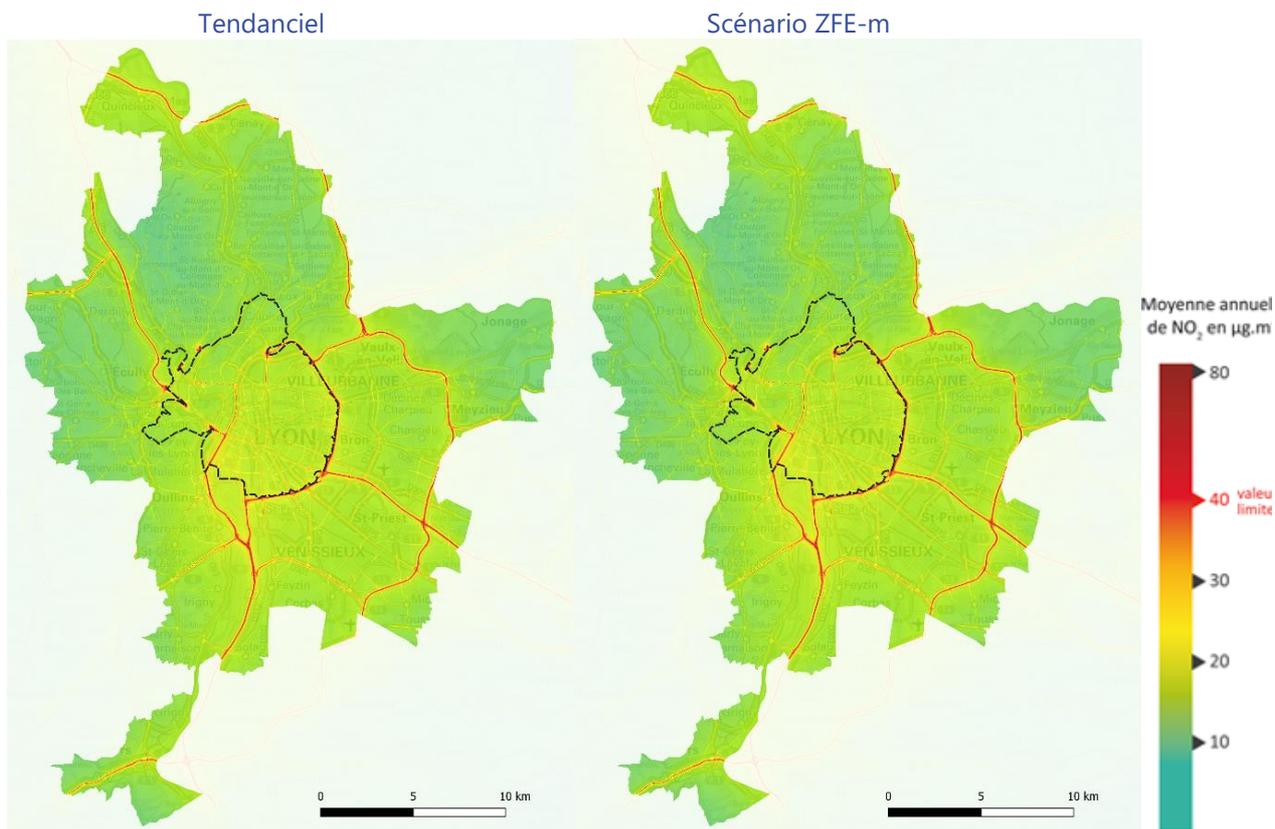


Figure 20 : moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon

Tendanciel 2023

Scénario ZFE-m 2023

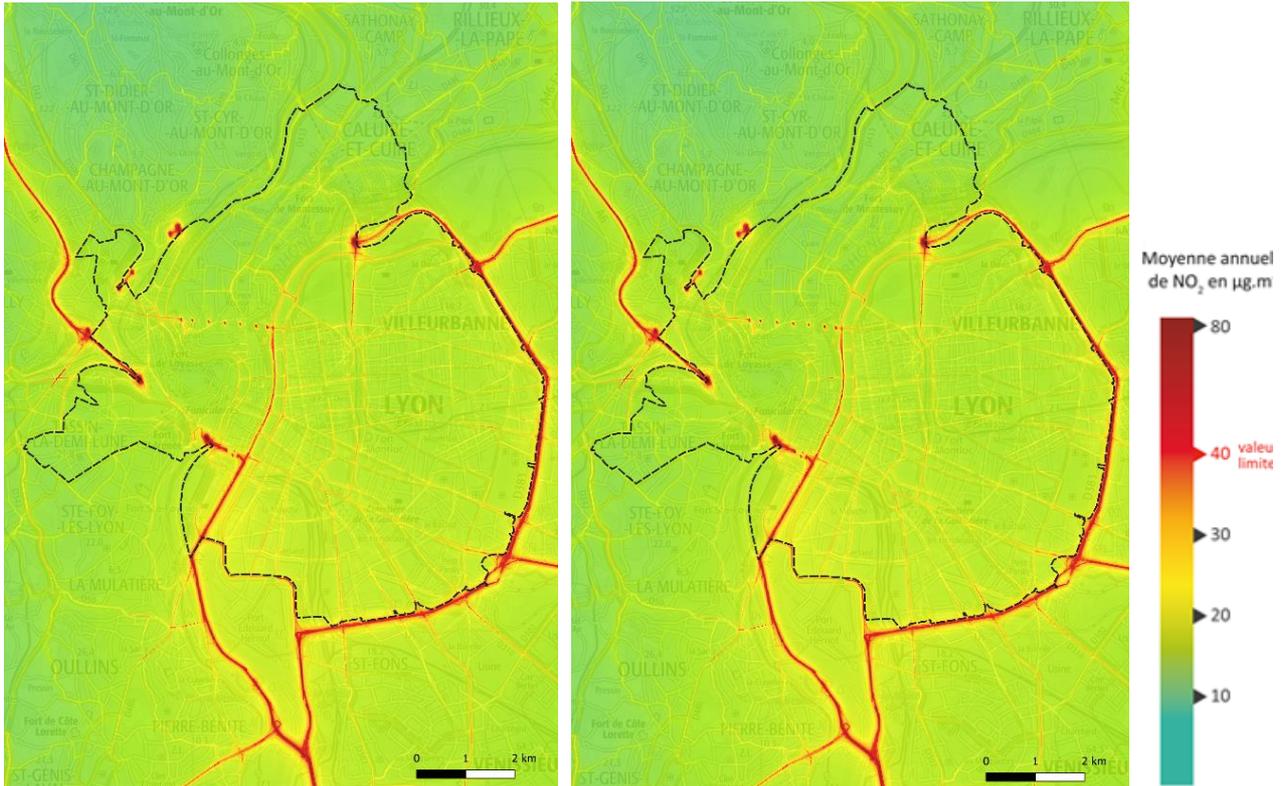


Figure 21 : moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur le périmètre ZFE-m

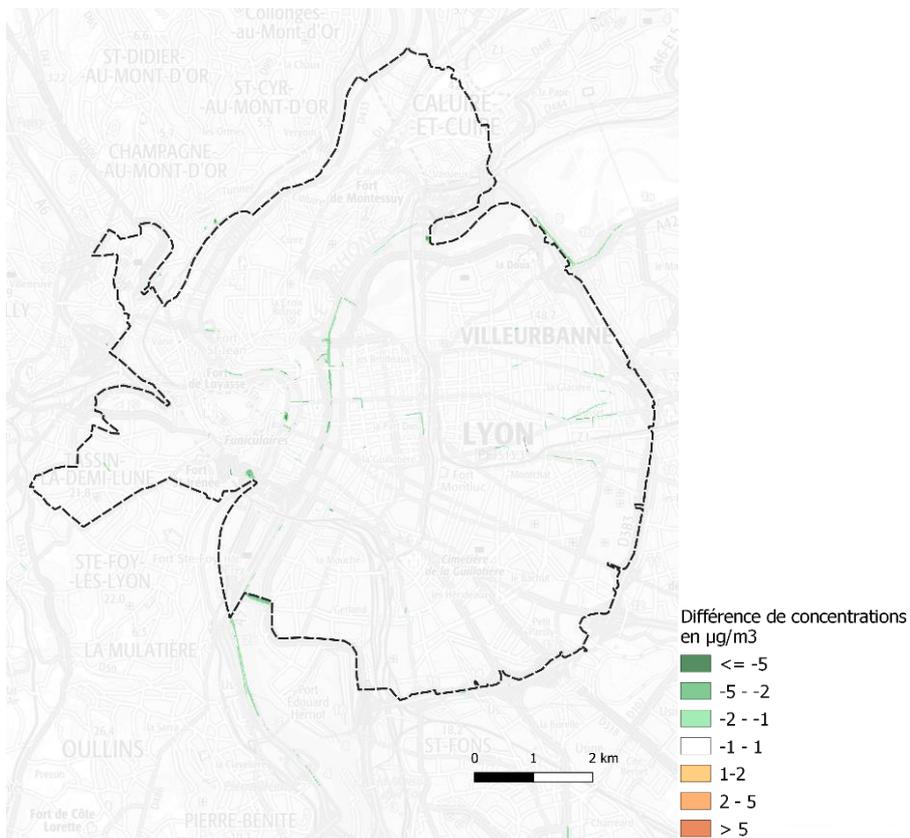


Figure 22 : différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup> entre le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m

	Concentrations tendancielle* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrations scénario ZFE-m* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impact de la ZFE-m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Lyon Centre (station urbaine)	17.6	17.3	-0.3
A7 Sud Lyonnais (station trafic)	41.4	40.6	-0.8
Lyon Périphérique (station trafic)	41.8	41.2	-0.6

\* Concentrations modélisées avec météorologie 2017 et concentrations dues aux émissions hors trafic routier estimées à partir d'une référence 2017 et d'un tendanciel 2027 utilisant la météorologie 2017

Tableau 12 : concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  modélisées au niveau des stations de mesures du réseau pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m

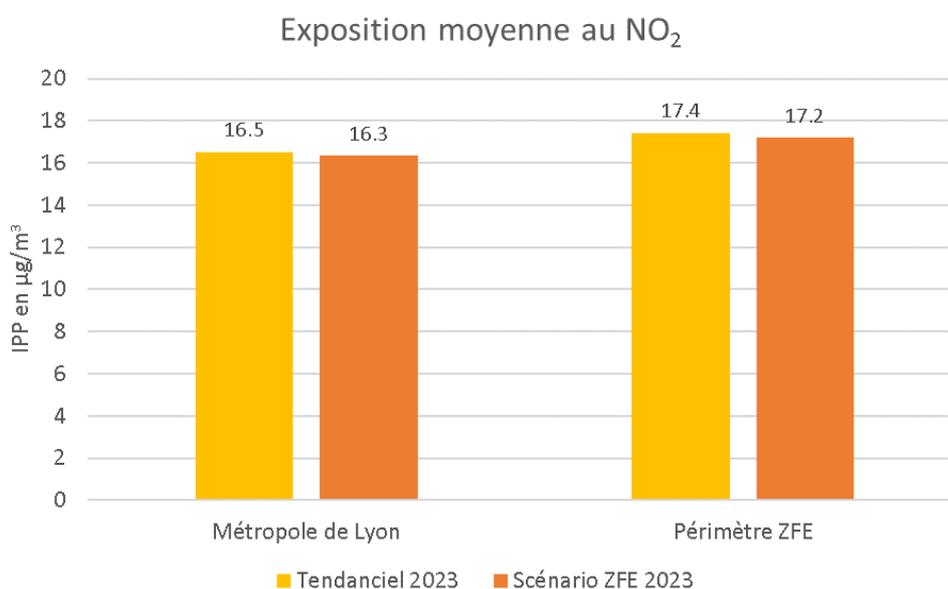


Figure 23 : expositions moyennes au  $\text{NO}_2$  (IPP) pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m

### 3.2.2 Impact sur les concentrations et l'expositions aux particules fines PM10

Contrairement aux oxydes d'azote, pour lesquels la source majoritaire d'émissions dans l'air est le trafic routier, les particules fines ne sont émises qu'à hauteur d'environ 20% par les transports routiers.

Les niveaux de concentrations PM10 modélisés sont ainsi plus homogènes sur le territoire et seuls les autoroutes et le périphérique présentent des concentrations plus importantes (Figure 24 et Figure 25).

Il n'y a pas de dépassement de la valeur limite réglementaire de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle pour la situation tendancielle 2023.

La mise en place des restrictions ZFE-m ne présente presque pas d'impact sur les concentrations de PM10 modélisées : le gain est au maximum de  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les voies à fort trafic.

La ZFE-m ne permet pas de faire diminuer l'exposition moyenne des populations (Figure 27), même si environ 3 800 habitants sur le périmètre ZFE-m et 5 700 sur la Métropole passent sous la valeur cible OMS ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) avec la mise en place des actions.

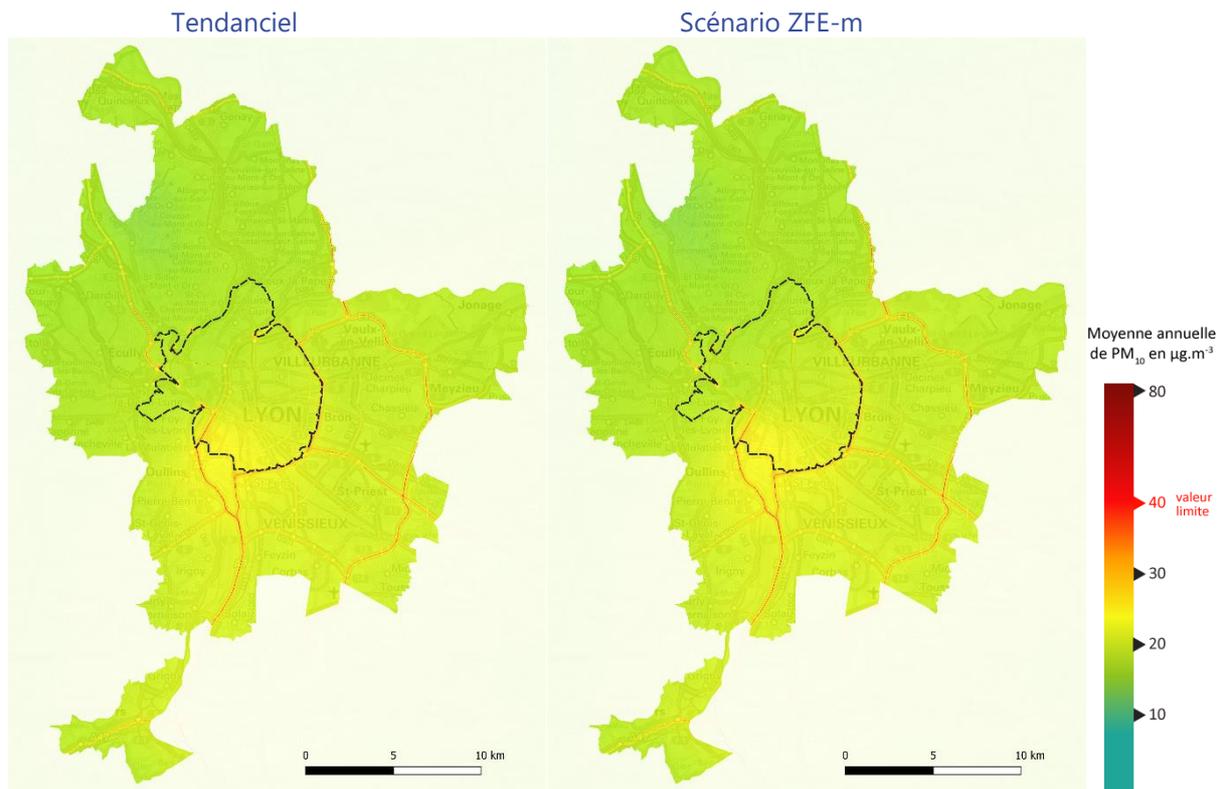


Figure 24 : moyennes annuelles des concentrations en particules PM<sub>10</sub> en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon

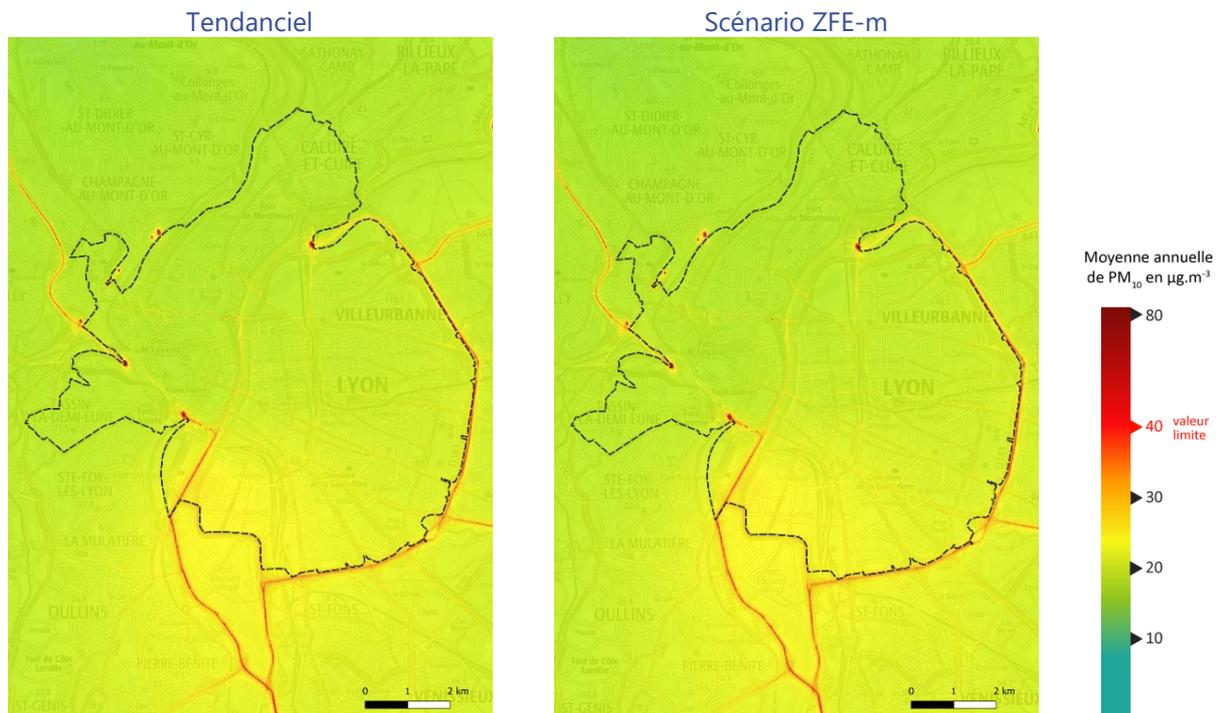


Figure 25 : moyennes annuelles des concentrations en particules PM<sub>10</sub> en µg/m<sup>3</sup> déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m

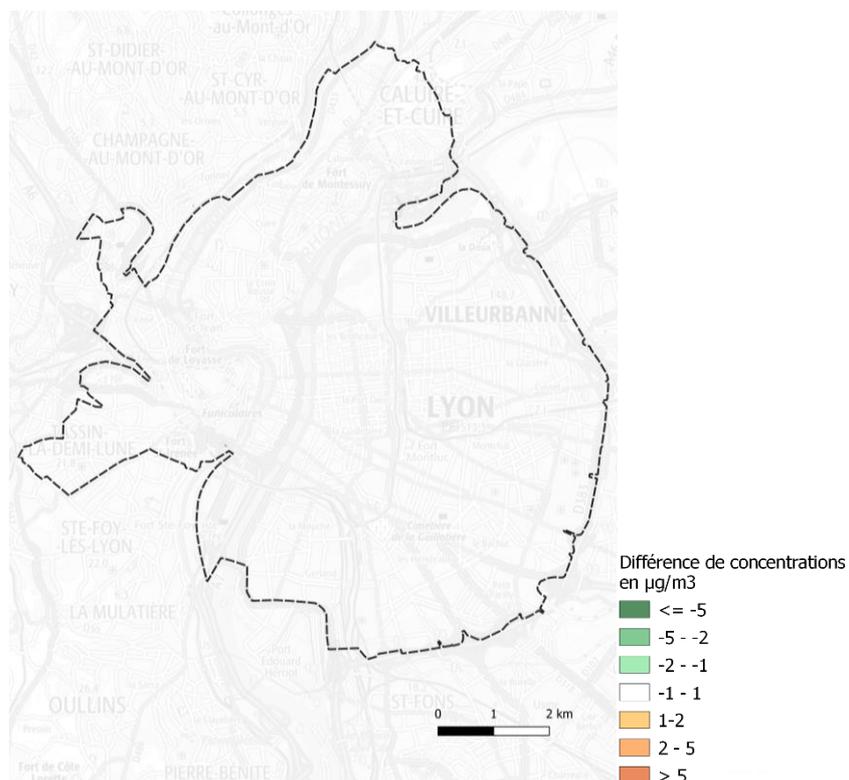


Figure 26 : différence des concentrations moyennes annuelles en particules PM10 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m

	Concentrations tendanciennes* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrations scénario ZFE-m* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impact de la ZFE-m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Lyon Centre (station urbaine)</b>	19.8	19.7	-0.1
<b>A7 Sud Lyonnais (station trafic)</b>	30.0	29.9	-0.1
<b>Lyon Périphérique (station trafic)</b>	28.3	28.2	-0.1

\* Concentrations modélisées avec météorologie 2017 et concentrations dues aux émissions hors trafic routier estimées à partir d'une référence 2017 et d'un tendanciel 2027 utilisant la météorologie 2017

Tableau 13 : concentrations moyennes annuelles en particules PM10 modélisées au niveau des stations de mesures du réseau pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m

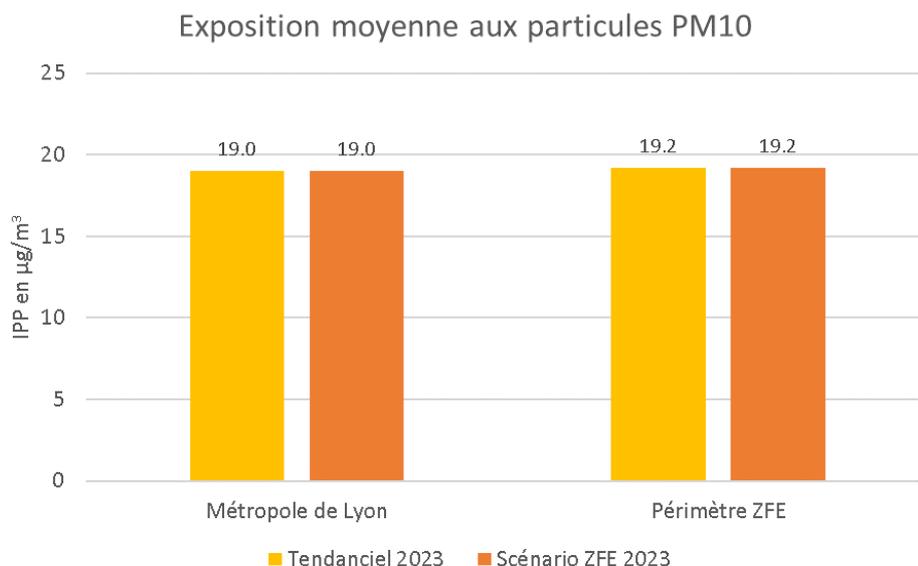


Figure 27 : expositions moyennes au PM10 (IPP) pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m

### 3.2.3 Impact sur les concentrations et l'exposition aux particules fines PM2,5

A l'image des particules PM10, la source principale des particules PM2,5 n'est pas le transport routier et les niveaux de concentrations tendanciels modélisés sont très homogènes sur le territoire (Figure 28 et Figure 29).

Il n'y a pas de dépassement de la valeur limite réglementaire à 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. La mise en place de la ZFE-m ne présente presque pas d'impact sur les concentrations (Figure 30) et ne fait pas varier l'exposition des populations (Figure 31).

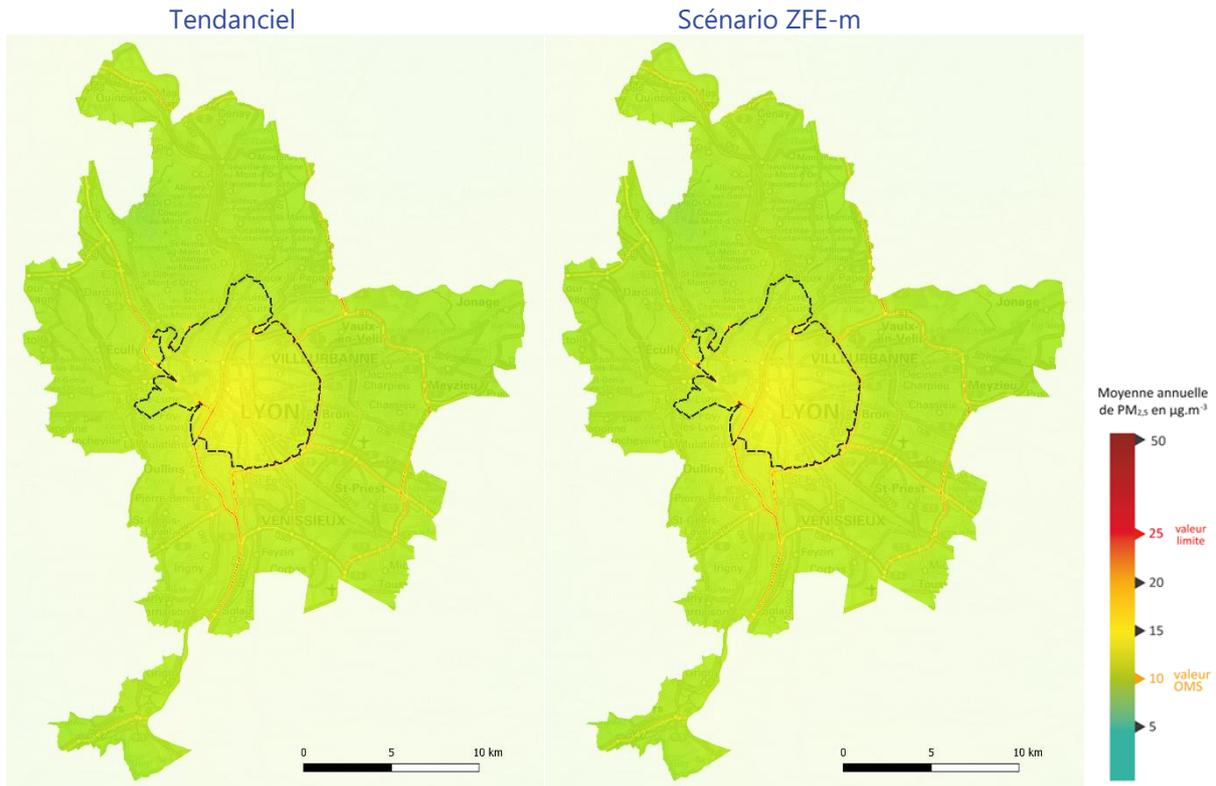


Figure 28 : moyennes annuelles des concentrations de particules  $PM_{2,5}$  en  $\mu g/m^3$  déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur la Métropole de Lyon

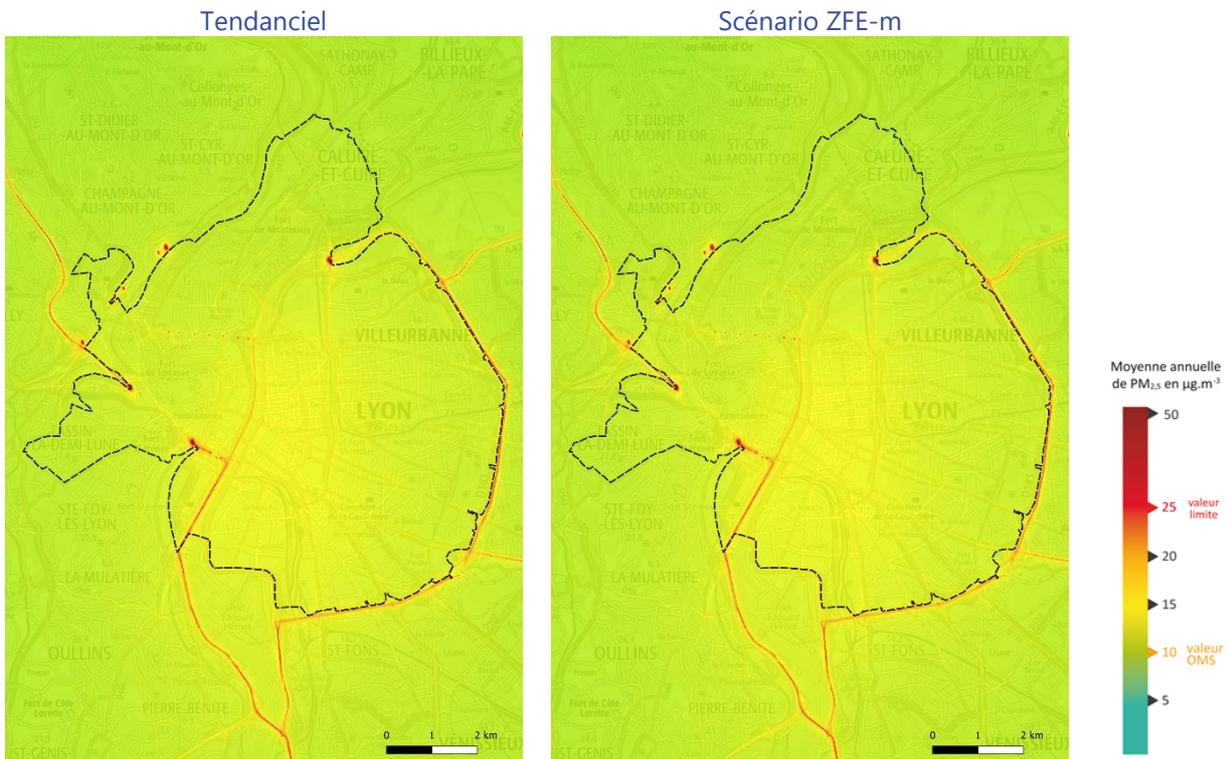


Figure 29 : moyennes annuelles des concentrations de particules  $PM_{2,5}$  en  $\mu g/m^3$  déterminées pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m

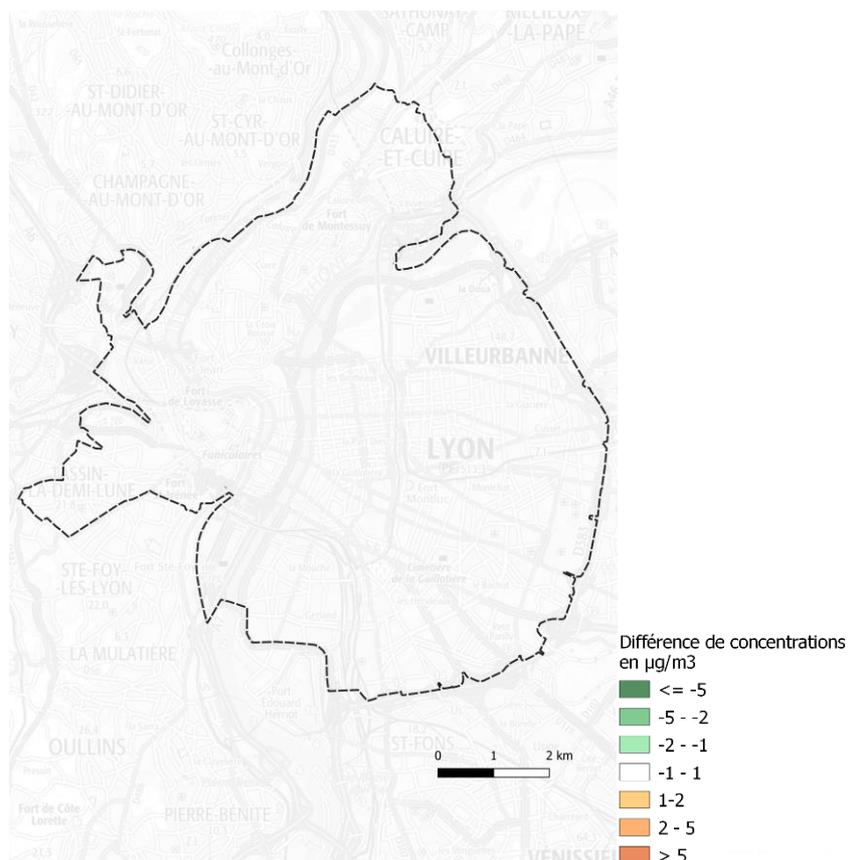


Figure 30 : différence des concentrations moyennes annuelles en particules  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023, zoom sur le périmètre ZFE-m

	Concentrations tendancielle* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Concentrations scénario ZFE-m* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Impact de la ZFE-m ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>Lyon Centre (station urbaine)</b>	14.5	14.4	-0.1
<b>A7 Sud Lyonnais (station trafic)</b>	17.3	17.2	-0.1
<b>Lyon Périphérique (station trafic)</b>	17.3	17.2	-0.1

\* Concentrations modélisées avec météorologie 2017 et concentrations dues aux émissions hors trafic routier estimées à partir d'une référence 2017 et d'un tendanciel 2027 utilisant la météorologie 2017

Tableau 14 : concentrations moyennes annuelles en particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  modélisées au niveau des stations de mesures du réseau pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m

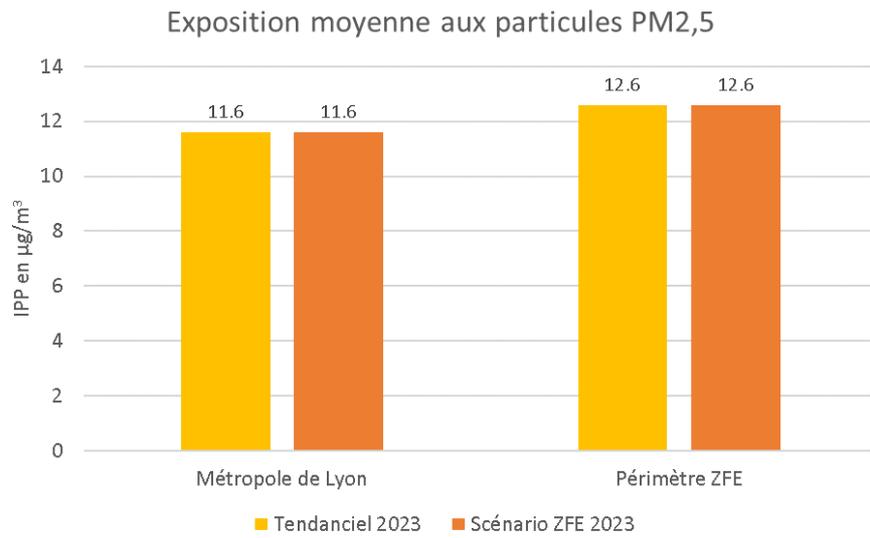


Figure 31 : expositions moyennes au PM2,5 (IPP) pour le tendanciel 2023 et le scénario ZFE-m 2023 sur les périmètres de la Métropole de Lyon et ZFE-m

## 4. Conclusion

L'extension de la ZFE-m aux véhicules particuliers Crit'Air 5+ et non classé au 1<sup>er</sup> janvier 2023 vient compléter la ZFE-m existante qui interdit depuis 2020 l'accès aux Véhicules Utilitaires Légers et aux Poids Lourds Crit'Air Crit'Air 4, 5 et non classé et au Crit'Air 3 depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2022. Cette restriction s'applique au périmètre existant qui concerne :

- La commune de Lyon,
- La commune de Caluire-et-Cuire,
- Les communes de Villeurbanne, Bron et Vénissieux sur les secteurs situés à l'intérieur du boulevard périphérique Laurent Bonnevey.

Cette évolution de la ZFE-m aux véhicules particuliers et aux deux roues est un premier pas vers une restriction des véhicules particuliers de façon plus globale. La part du parc touchée par cette évolution étant faible, les effets sur la qualité de l'air sont modérés par rapport au tendanciel.

Le NO<sub>2</sub>, polluant traceur du trafic routier, est émis à 57% sur la métropole de Lyon par ce secteur d'activité. L'extension de la ZFE-m aux VP et DR permet :

- Une baisse des émissions de moins de 5% sur le périmètre ZFE-m en 2023 ;
- Une baisse des émissions d'environ 2% sur le périmètre de la Métropole en 2023.

Pour les émissions de particules fines PM2.5 et PM10 dont le secteur routier n'est responsable que d'environ 20% des émissions pour ces deux polluants sur la Métropole de Lyon. La mise en place de la ZFE-m aux VP et DR fait légèrement diminuer les émissions respectivement d'environ 3.5% et 5% sur le périmètre ZFE-m et d'environ 2% et 3% sur le périmètre de la métropole de Lyon en 2023. Cependant les émissions de particules dues aux VUL et PL augmentent très faiblement. En effet, les émissions de particules fines liées au trafic sont également imputables aux émissions à l'échappement mais entre autres à l'usure des plaquettes de freins, l'usure des pneumatiques etc. Les gains en émissions à l'échappement induits par ces véhicules sont limités par l'augmentation des émissions abrasives due à l'augmentation du trafic observée.

En situation tendancielle 2023, les concentrations d'oxyde d'azote NO<sub>2</sub> se concentrent sur le réseau de routes. Les voies structurantes de l'agglomération (autoroute, périphérique etc) présentent les concentrations les plus élevées et peuvent dépasser la valeur limite réglementaires de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle. Les stations de mesures de « A7 Sud Lyonnais » et de « Lyon Périphérique » présentent par exemple toujours des dépassements de la valeur limite. Les gains en concentrations les plus forts sont observés au niveau des axes à fort trafic, mais dépassent peu 1 µg/m<sup>3</sup>.

En termes d'exposition des populations, les restrictions ZFE-m ne permettent pas d'abaisser le nombre de personnes en situation de dépassement.

En 2023, les niveaux de concentrations des PM10 et PM2.5 modélisés sont plus homogènes sur le territoire et seuls les autoroutes et le périphérique présentent des concentrations plus importantes. Il n'y a pas de dépassement de la valeur limite réglementaire de 40 µg/m<sup>3</sup> et de 25µg/ m<sup>3</sup> en moyenne annuelle pour la situation tendancielle 2023.

La mise en place des restrictions ZFE-m ne présente presque pas d'impact sur les concentrations de PM10 modélisées : le gain est au maximum de 1 µg/m<sup>3</sup> sur les voies à fort trafic.

Cette extension n'a pas d'impact sur l'exposition des populations aux particules fines PM10 et PM2.5.