

Évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Émissions (ZFE) pour les Véhicules Utilitaires Légers (VUL) et les Poids Lourds (PL)

2023

Saint-Étienne Métropole



Diffusion : Juillet 2024

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 1^{er} 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

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) Évaluation des scénarios de la Zone à Faibles Émissions (ZFE) pour les Véhicules Utilitaires Légers (VUL) et les Poids Lourds (PL).**

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

- par mail : 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 des membres suivants :

Saint-Étienne Métropole

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.

Sommaire

1. État initial de la qualité de l'air	7
1.1. Contexte	7
1.2. Concentrations des principaux polluants « à enjeux » sur le territoire de la Métropole et exposition de la population	8
1.2.1. Dioxyde d'azote (NO ₂)	8
1.2.2. Particules fines (PM10 et PM2,5)	9
1.3. Sources des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre : focus sur les émissions du transport routier	11
1.3.1. Répartition des émissions des différents secteurs d'activités du territoire de la Métropole	11
1.3.2. Répartition des émissions du transport routier par type de véhicules sur le territoire de la Métropole	12
1.4. Instauration de la ZFE : calendrier et périmètre	13
2. Évaluation des effets attendus de la ZFE pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL)	16
2.1. Méthodologie de l'évaluation des effets de la ZFE	16
2.2. Méthodologie de projection des parcs de véhicules utilitaires légers et de poids lourds	17
2.2.1. Projection tendancielle du parc pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds	17
2.2.2. Projection des scénarios ZFE pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds	17
2.3. Méthodologie de calcul des émissions de polluants	18
2.4. Résultats des projections des parcs tendanciels et ZFE pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds entre 2019 et 2027 à partir de l'enquête « plaques »	18
2.4.1. Projection du parc tendanciel et du parc ZFE pour les véhicules utilitaires légers	18
2.4.2. Projection du parc tendanciel et du parc ZFE pour les poids lourds	20
2.5. Évaluation des effets des deux périmètres de la ZFE sur les émissions de polluants des véhicules utilitaires légers et des poids lourds entre le scénario tendanciel et le scénario ZFE	21
2.5.1. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de la Métropole	21
2.5.2. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques sur les deux périmètres	22
2.6. Évaluation des effets des deux périmètres sur l'exposition de la population aux concentrations de polluants atmosphériques	24
2.6.1. Exposition de la population aux concentrations de dioxyde d'azote NO ₂	24
2.6.2. Exposition de la population aux concentrations de particules fines PM10 et PM2,5	26
3. Conclusion	27
4. Annexes	28

Illustrations

Figure 1 : Carte de la concentration annuelle de NO ₂ sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA).....	8
Figure 2 : Carte de la concentration annuelle en particules fines (PM10) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA).....	9
Figure 3 : Carte de la concentration annuelle de particules fines (PM2,5) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA).....	10
Figure 4 : Répartition des émissions de NO _x , de PM10, de PM2,5 et GES par secteur d'activités sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AURA - Inventaire ESPACE V2022).....	11
Figure 5 : Répartition des émissions de NO _x , de PM10, de PM2,5 et GES et des kilomètres parcourus par type de véhicules sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AURA - Inventaire ESPACE V2022).....	12
Figure 6 : 1 ^{er} périmètre de la ZFE VUL/PL de Saint-Étienne Métropole délimité par la RN88, l'A72 et la M201 (Source : saint-etienne-metropole.fr).....	13
Figure 7 : Cartes des deux périmètres évalués dans cette étude avec le périmètre « Couronne » (en bas) et le périmètre « ZAE » (en haut) (Source : Saint-Etienne Métropole).....	14
Figure 8 : Calendrier des restrictions de la ZFE VUL et PL (Source : Saint-Étienne Métropole).....	15
Figure 9 : Évolution tendancielle de la composition du parc de véhicules utilitaires légers en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA).....	19
Figure 10 : Évolution, en prenant en compte les étapes de la ZFE, de la composition du parc de véhicules utilitaires légers en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA).....	19
Figure 11 : Évolution tendancielle de la composition du parc de poids lourds en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA).....	20
Figure 12 : Évolution, en prenant en compte les étapes de la ZFE, de la composition du parc de poids lourds en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA).....	21
Figure 13 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le territoire de la Métropole pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA).....	22
Figure 14 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le périmètre « Couronne » pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA).....	23
Figure 15 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le périmètre « Zone d'Activité Économique (ZAE) » pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA).....	23
Figure 16 : Cartes de la concentration annuelle moyenne du dioxyde d'azote (NO ₂) pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « Couronne » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA).....	24
Figure 17: Cartes de la concentration annuelle moyenne du dioxyde d'azote (NO ₂) pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « ZAE » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA).....	25
Figure 18 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO ₂) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « Couronne » (Source : Atmo AuRA).....	26
Figure 19 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO ₂) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « ZAE » (Source : Atmo AuRA).....	26

Figure 20 : Chaîne de calcul des émissions d'Atmo AURA	28
Figure 21 : Chaîne de calcul des émissions de transports routiers d'Atmo AURA.....	29
Figure 22 : Chaîne de modélisation des concentrations de polluants d'Atmo AURA	30
Figure 23 : Cartes de la concentration annuelle moyenne des particules fines PM2,5 pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « Couronne » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA)	31
Figure 24 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM2,5 sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « Couronne » (Source : Atmo AuRA)	31
Figure 25 : Cartes de la concentration annuelle moyenne des particules fines PM2,5 pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « ZAE » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA).....	32
Figure 26 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM2,5 sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « ZAE » (Source : Atmo AuRA)	32

1. État initial de la qualité de l'air

1.1. Contexte

Cette partie présente une description de l'état initial de la qualité de l'air, ainsi qu'une évaluation de la population exposée à des dépassements des valeurs réglementaires ou des valeurs guides de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), définies en 2021, pour les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et de particules fines (PM10 et PM2,5) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole.

Ce bilan est effectué pour 2019, année de référence pour l'évaluation de la Zone à Faible Émissions (ZFE) pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL) sur le territoire de la métropole.

Le Tableau 1 présente une description des différents seuils réglementaires et les valeurs guides OMS de 2021¹.

Tableau 1 : Valeurs réglementaires et valeurs guides OMS pour le NO₂ et les particules fines (PM10 et PM2,5)

Polluants	Paramètre	Seuil réglementaire	Valeur guide OMS 2021
NO ₂	Concentration annuelle moyenne	40 µg/m ³	10 µg/m ³
	Concentration horaire moyenne	200 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 18 fois par an	
PM10	Concentration moyenne annuelle	40 µg/m ³	15 µg/m ³
	Concentration moyenne journalière	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	
PM2,5	Concentration moyenne annuelle	25 µg/m ³	5 µg/m ³

¹ Valeurs guides OMS 2021 :

<https://www.who.int/fr/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

1.2. Concentrations des principaux polluants « à enjeux » sur le territoire de la Métropole et exposition de la population

1.2.1. Dioxyde d'azote (NO₂)

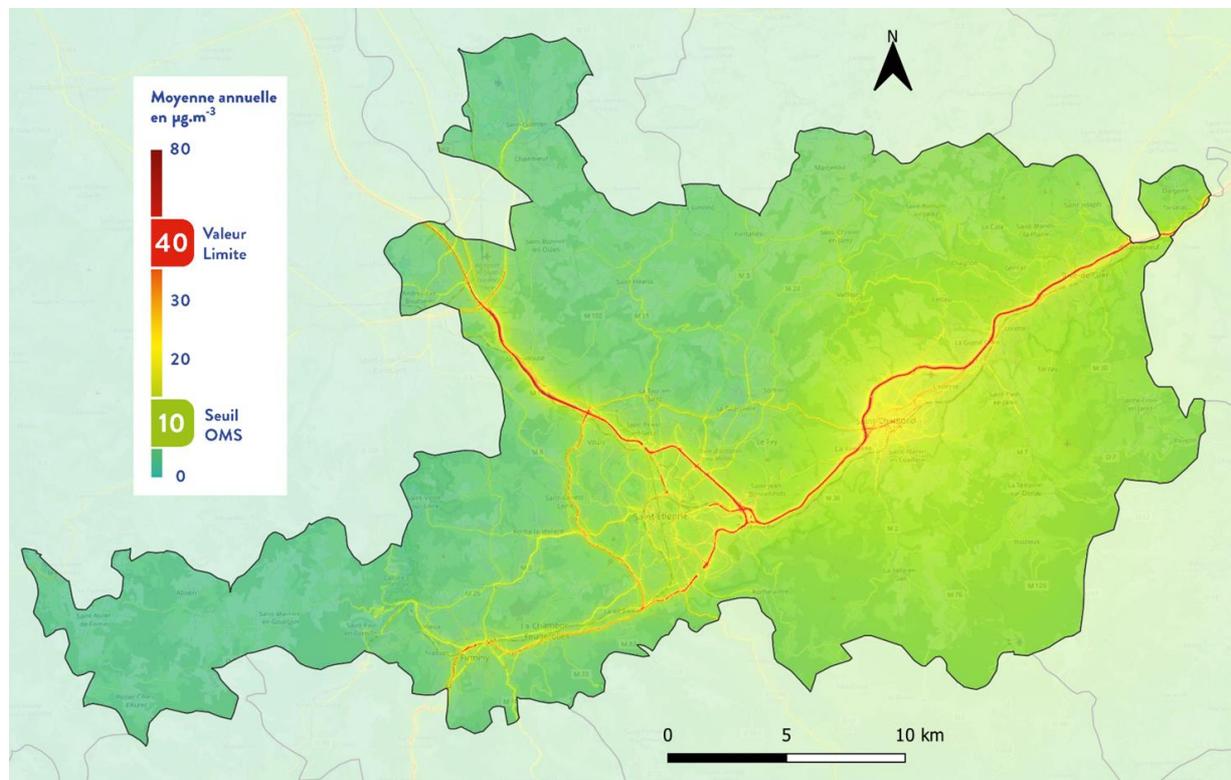


Figure 1 : Carte de la concentration annuelle de NO₂ sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA)

La Figure 1 montre la carte de la concentration annuelle de NO₂ sur le territoire de la métropole stéphanoise pour l'année 2019. Les zones de proximité trafic sont particulièrement exposées à des concentrations proches ou supérieures à la valeur limite réglementaire.

Tableau 2 : Part de la population exposée à un dépassement de la valeur limite réglementaire et du seuil OMS de 2021 pour le NO₂ (Source : Atmo AuRA)

2019	Part de la population exposée à un dépassement	
	Valeur limite réglementaire	Seuil OMS 2021
NO ₂	0,1%	99 %

En 2019, 0,1% de la population du territoire de Saint-Étienne Métropole est exposée à un dépassement de la valeur limite de NO₂ (40 µg/m³), et 99 % de la population est exposée à des concentrations supérieures à la valeur guide OMS de 2021 (10 µg/m³) (Tableau 2).

1.2.2. Particules fines (PM10 et PM2,5)

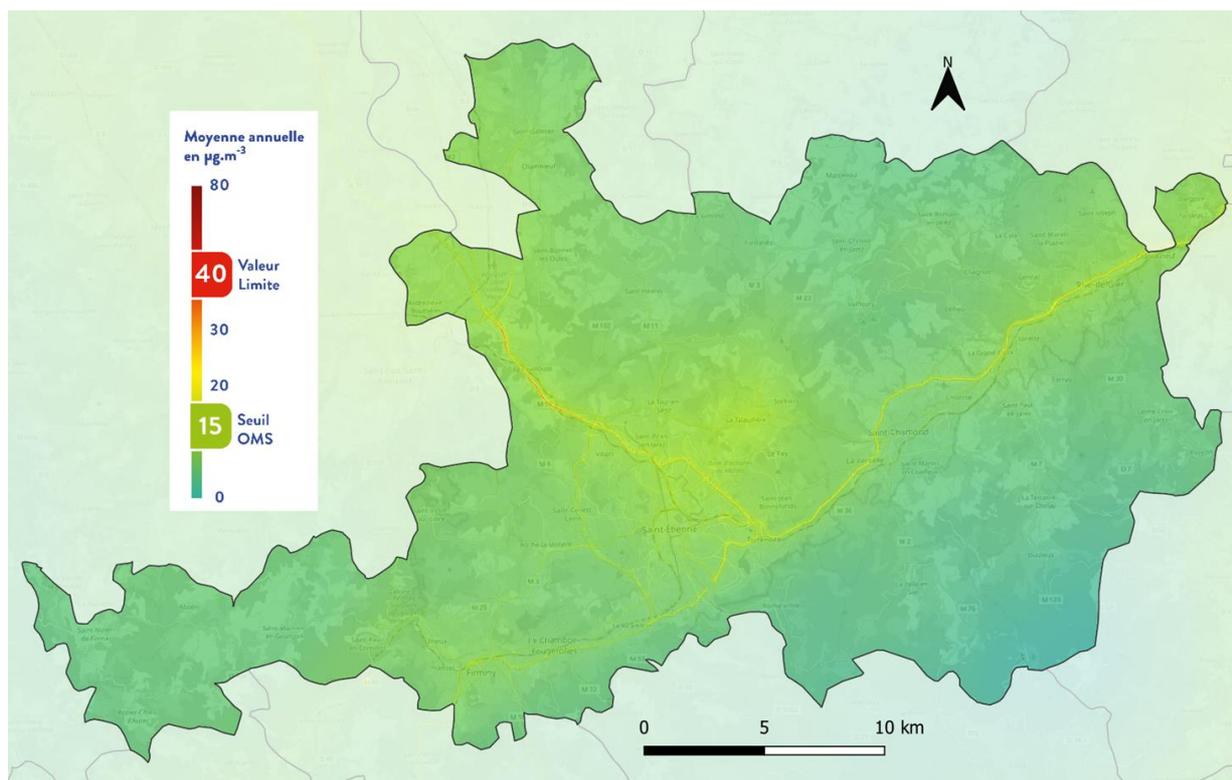


Figure 2 : Carte de la concentration annuelle en particules fines (PM10) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA)

En 2019, aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire sur le territoire de la métropole stéphanoise pour les PM10 ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ainsi que pour les PM2,5 ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour les seuils OMS₂₀₂₁, 3,4 % de la population est exposée à un dépassement du seuil pour les PM10 ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 99,7 % de la population est exposée à un dépassement du seuil pour les PM2,5 ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (Tableau 3).

Tableau 3 : Part de la population exposée à un dépassement de la valeur limite réglementaire et du seuil OMS de 2021 pour les PM10 et les PM2,5 (Source : Atmo AuRA)

2019	Part de la population exposée à un dépassement	
	Valeur limite réglementaire	Seuil OMS 2021
PM10	0%	3,4 %
PM2,5	0%	99,7 %

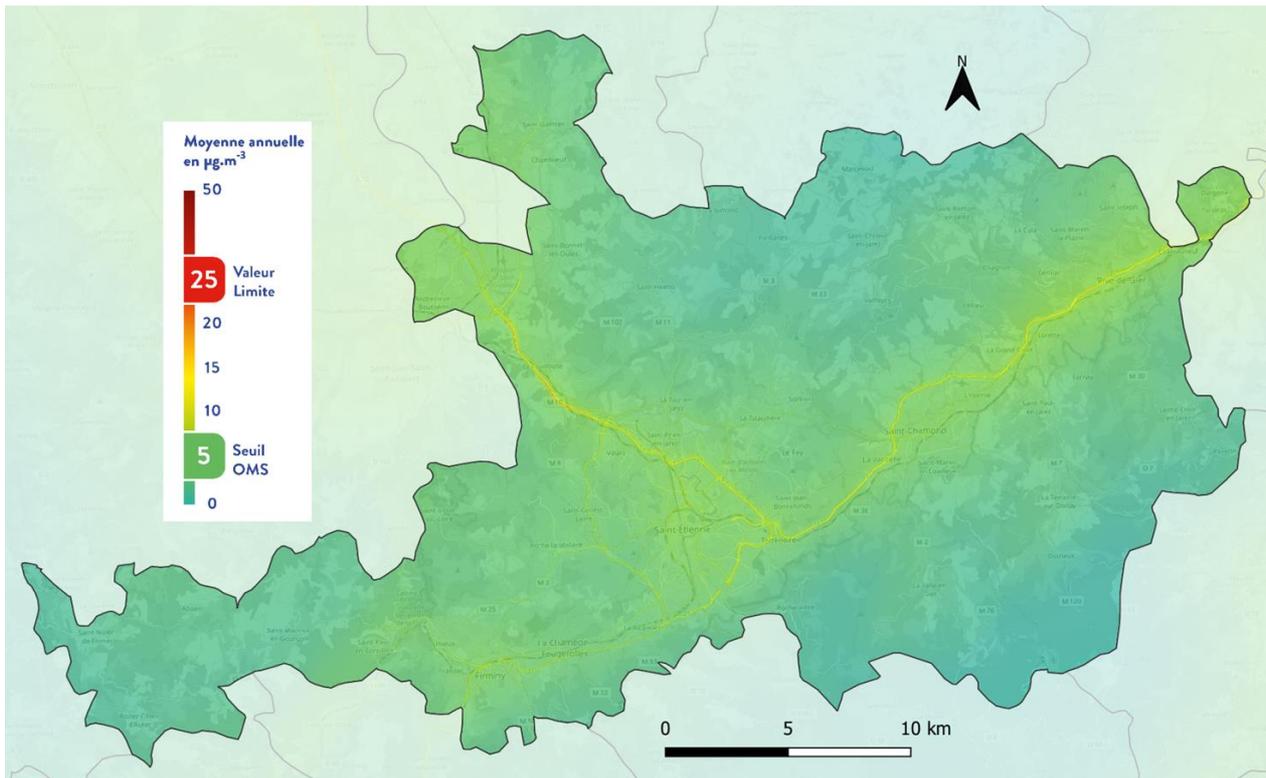


Figure 3 : Carte de la concentration annuelle de particules fines (PM_{2,5}) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AuRA)

1.3. Sources des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre : focus sur les émissions du transport routier

1.3.1. Répartition des émissions des différents secteurs d'activités du territoire de la Métropole

La Figure 4 présente les répartitions des émissions de polluants à effets sanitaires : NOx, PM10, PM2,5 et de gaz à effet de serre (GES) sur le territoire de l'agglomération stéphanoise pour les différents secteurs d'activités en 2019.

Le transport routier :

- est la principale source d'émissions d'oxydes d'azote (NOx) avec 64% des émissions,
- pour les particules, il est en moyenne responsable de 15% des émissions de PM10 et de 12% des émissions de PM2,5 sur le territoire,
- et pour les GES, il représente environ 44% des émissions en 2019.

Les émissions de polluants atmosphériques et de GES sont partagées avec d'autres secteurs, qui sont le résidentiel, le tertiaire, l'agriculture et l'industrie.

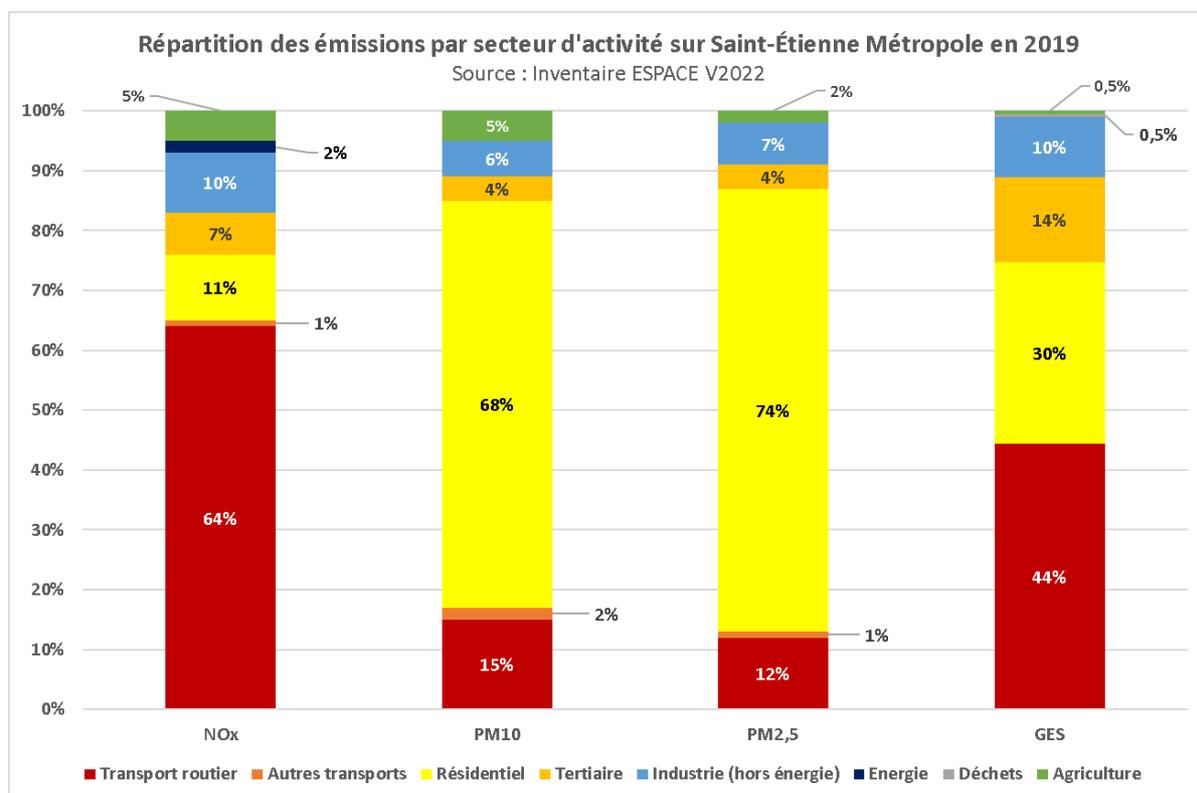


Figure 4 : Répartition des émissions de NOx, de PM10, de PM2,5 et GES par secteur d'activités sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AURA - Inventaire ESPACE V2022)

1.3.2. Répartition des émissions du transport routier par type de véhicules sur le territoire de la Métropole

Les répartitions des émissions de NO_x, de PM₁₀, de PM_{2,5} et de GES par type de véhicules sur le territoire de Saint-Étienne Métropole, en 2019, montrent que les véhicules particuliers sont les principaux émetteurs du transport routier avec 48% des émissions de NO_x, environ 60% des émissions de particules, et également 53% des émissions de CO₂, pour une part très importante de kilomètres parcourus (74% du total du transport routier).

Malgré une très faible part des kilomètres parcourus sur le territoire (environ 7%), les poids lourds sont responsables d'environ 20% des émissions de NO_x, de respectivement 21% et 17% des émissions de PM₁₀ et de PM_{2,5} et d'environ 26% des émissions de CO₂.

C'est également le cas des véhicules utilitaires légers, qui représentent 18% des kilomètres parcourus sur la métropole et qui ont une contribution aux émissions à hauteur d'environ 29% pour les NO_x, d'environ 20% pour les particules et de 18% pour le CO₂ (Figure 5).

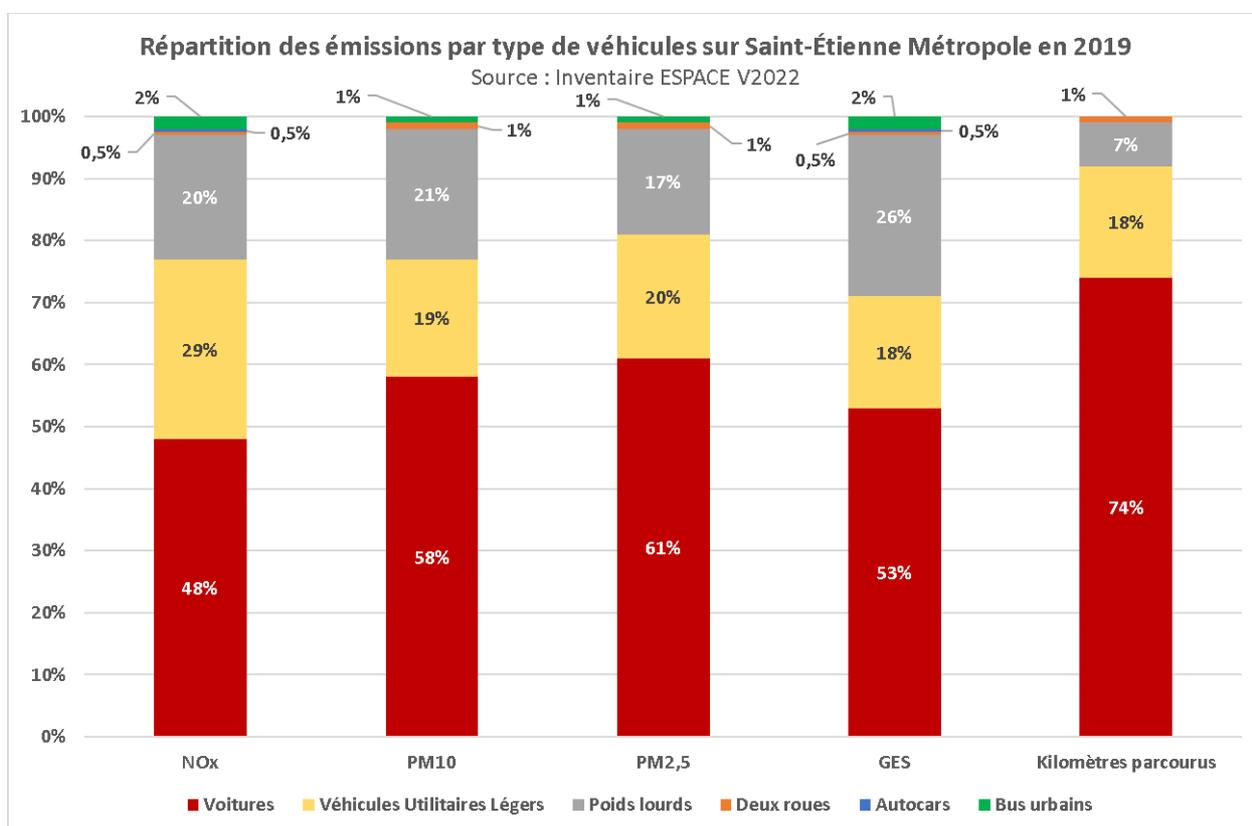


Figure 5 : Répartition des émissions de NO_x, de PM₁₀, de PM_{2,5} et GES et des kilomètres parcourus par type de véhicules sur le territoire de Saint-Étienne Métropole en 2019 (Source : Atmo AURA - Inventaire ESPACE V2022)

1.4. Instauration de la ZFE : calendrier et périmètre

Afin de réduire davantage les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre sur le territoire de Saint-Étienne Métropole et en corrélation avec les diagnostics du territoire et du parc roulant, une Zone à Faibles Émissions (ZFE) pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL) a été mise en place le 31 janvier 2022 avec l'interdiction de circulation des véhicules non classés sur un périmètre comprenant l'intérieur du triangle autoroutier stéphanois, délimité par la RN88, l'A72 et la M201.



Figure 6 : 1^{er} périmètre de la ZFE VUL/PL de Saint-Étienne Métropole délimité par la RN88, l'A72 et la M201 (Source : saint-etienne-metropole.fr)

Un nouveau décret de la loi Climat et Résilience oblige les agglomérations de plus de 150 000 habitants de mettre en place une ZFE au plus tard en 2025, avec un périmètre qui intègre au moins 50% de la population de l'EPCI, ce qui n'est pas le cas pour le 1^{er} périmètre mis en place sur le territoire de la métropole stéphanoise. Un nouveau périmètre doit donc être choisi et sera effectif lors de la mise en place des prochains pas d'interdiction de la ZFE.

Deux nouveaux périmètres (Figure 7) sont évalués dans ce rapport afin d'aider au choix du futur périmètre de la ZFE. Un premier périmètre, appelé périmètre « Couronne », comprend la ville de Saint-Étienne avec les villes qui composent sa première couronne (Saint-Chamond, Saint-Jean-Bonnefonds, La Talaudière, Sorbiers, L'Étrat, La Tour-en-Jarez, Saint-Priest-en-Jarez, Villars, Saint-Genest-Lerpt, Roche-La-Molière, La Ricamarie). Le second, appelé périmètre « ZAE », englobe la plupart des zones d'activités économiques qui se trouvent le long des principaux axes de circulation du territoire (A72, A47, N88, M201, M3, D1498, D288, D1082, D100).

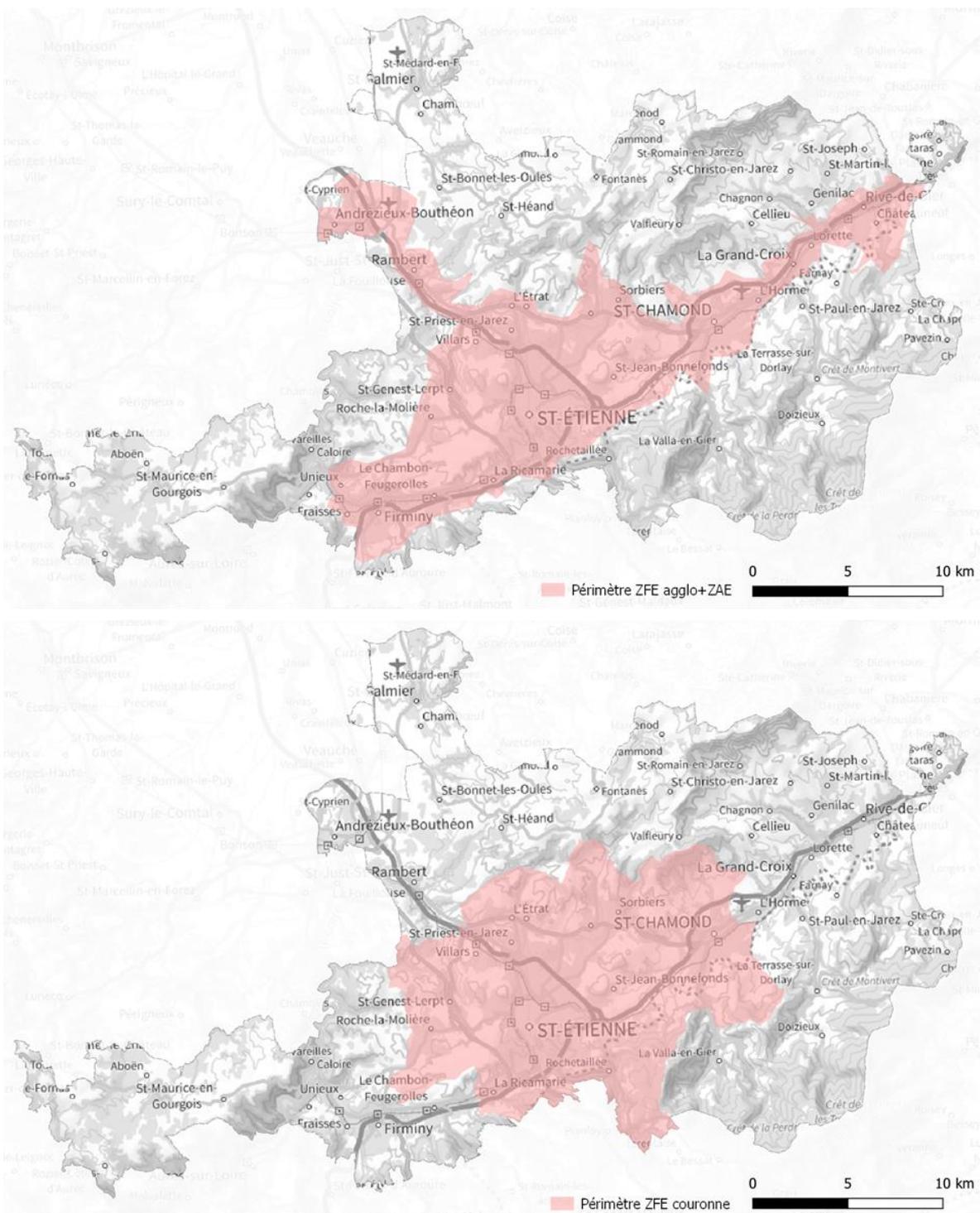


Figure 7 : Cartes des deux périmètres évalués dans cette étude avec le périmètre « Couronne » (en bas) et le périmètre « ZAE » (en haut) (Source : Saint-Etienne Métropole)

Les prochaines restrictions visent dans un premier temps les véhicules avec une vignette Crit'Air 4 et 5 en janvier 2025, puis les Crit'Air 3 en janvier 2027 (Figure 8).



Figure 8 : Calendrier des restrictions de la ZFE VUL et PL (Source : Saint-Étienne Métropole)

2. Évaluation des effets attendus de la ZFE pour les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL)

2.1. Méthodologie de l'évaluation des effets de la ZFE

Cette partie présente l'évaluation des effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre sur les deux nouveaux périmètres étudiés pour la ZFE sur le territoire de Saint-Étienne Métropole, ainsi qu'une évaluation des effets sur l'exposition des populations.

La ZFE est actuellement en place avec l'interdiction des VUL et PL non classés sur le périmètre initial en dehors des voies rapides urbaines (VRU). Les prochaines étapes d'interdiction sur le nouveau périmètre seront :

- En janvier 2025 l'interdiction de circulation des VUL et PL possédant un CQA 5 et 4 sur le périmètre défini en dehors des VRU ;
- En janvier 2027 l'interdiction de circulation des VUL et PL CQA 3 sur le périmètre défini en dehors des VRU.

L'évaluation des effets de la ZFE est réalisée en comparant un scénario tendanciel et un scénario ZFE, qui prend en compte les différentes étapes de restrictions.

Le parc local de véhicules roulants, utilisé pour les différents scénarios, se base sur des projections à partir d'une enquête « plaques » réalisée en 2019 par le Cerema :

- de façon tendancielle : des hypothèses nationales de durée de vie permettent de quantifier les véhicules qui sortent du parc, tandis que les ventes régionales 2020 de véhicules neufs combinées aux projections nationales 2020-2030 permettent de caractériser les véhicules neufs qui viennent en substitution ;
- ou en prenant en compte les étapes de la ZFE : les hypothèses de renouvellement estimées des véhicules qui doivent sortir du parc lors de chaque pas d'interdiction de la ZFE sont identiques à celles utilisées pour les projections tendancielle.

Cette comparaison permet de mettre en évidence les réductions d'émissions liées à la mise en place de la ZFE par rapport à l'évolution tendancielle du parc, puis les impacts sur la population exposée aux concentrations des différents polluants.

2.2. Méthodologie de projection des parcs de véhicules utilitaires légers et de poids lourds

2.2.1. Projection tendancielle du parc pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds

La construction de ce parc tendanciel est réalisée avec l'outil « MOCAT Parc », développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, à partir des données locales fournies par l'enquête « plaques », auxquelles sont appliquées les comportements « naturels » des acteurs utilisés pour la construction des parcs CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique) : renouvellement du parc, achats de nouveaux véhicules, changements d'usages... On y intègre aussi des hypothèses sur les taux de disparition des véhicules par âge, résultats des comportements des acteurs (mise au rebut des véhicules, revente, remplacement). D'importantes incertitudes sont à prendre en compte pour cette méthode notamment pour :

- Les hypothèses d'évolution tendancielle à long terme de la composition du parc en termes de carburant et norme EURO ;
- Les performances des futurs véhicules (méthodologie COPERT 5) qui à ce jour n'existent pas encore. Ainsi, la trajectoire tendancielle, si elle constitue aujourd'hui une référence technique, est probablement « optimiste ».

Un parc tendanciel a tout d'abord été projeté jusqu'en 2027 sur la base d'absence de ZFE :

- Identification des véhicules qui sortent naturellement du parc : selon hypothèses nationales de durée de vie d'un véhicule utilitaire léger ou d'un poids lourd ;
- Hypothèse : tous les véhicules qui sortent du parc sont renouvelés ;
- Hypothèses associées aux nouveaux véhicules :
 - La répartition par énergie est déduite par croisement entre les ventes régionales de 2020 tout en tenant compte de l'évolution nationale.

2.2.2. Projection des scénarios ZFE pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds

Différentes projections de parc intégrant la ZFE ont été produites avec « MOCAT Parc » selon les hypothèses suivantes :

- En 2022 : interdiction des VUL et PL non classés sur le périmètre en dehors des VRU ;
- En 2025 : interdiction des VUL et PL CQA 4 et 5 sur le périmètre en dehors des VRU ;
- En 2027 : interdiction des VUL et PL CQA 3 sur le périmètre en dehors des VRU.

Il a été considéré pour ces différents scénarios en accord avec la Métropole :

- Un taux de fraude de 5% ;
- Un taux de dérogation de 10% ;
- Un report modal de 0%.

2.3. Méthodologie de calcul des émissions de polluants

Les calculs d'émissions ont été réalisés par tronçon routier, puis agrégés par commune. Les distances parcourues par tous les types de véhicules sur la métropole stéphanoise proviennent du modèle trafic géré par l'agence d'urbanisme EPURES.

Les facteurs unitaires de consommations et d'émissions des véhicules, proviennent de la base européenne COPERT V5.4.36 utilisée par le CITEPA et les AASQA² pour la réalisation des inventaires nationaux et territoriaux.

2.4. Résultats des projections des parcs tendanciels et ZFE pour les véhicules utilitaires légers et les poids lourds entre 2019 et 2027 à partir de l'enquête « plaques »

2.4.1. Projection du parc tendanciel et du parc ZFE pour les véhicules utilitaires légers

La Figure 9 montre l'évolution tendancielle du parc de véhicules utilitaires légers (VUL) sur le périmètre de la ZFE entre 2019 et 2027, c'est-à-dire l'évolution de la composition du parc de VUL si aucune ZFE n'est mise en place.

En 2019, les VUL ayant une vignette Crit'Air 3 et plus représentent environ 26% du parc, le reste de véhicules étant majoritairement des Crit'Air 2 et environ 1% de Crit'Air 1.

En 2027, le pourcentage de véhicules Crit'Air 3 et plus descend à 12%, les Crit'Air 2 représentent 80% du parc, et les pourcentages de Crit'Air 1 et Zéro émission augmentent pour atteindre environ 7% du parc.

La mise en place des deux prochaines étapes de la ZFE entraîne la quasi-disparition du parc des véhicules Crit'Air 4 et plus en 2025 et des Crit'Air 3 en 2027. Ces véhicules sont majoritairement remplacés par des véhicules Crit'Air 2 et par quelques véhicules Crit'Air 1 et Zéro émission (Figure 10).

² Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air

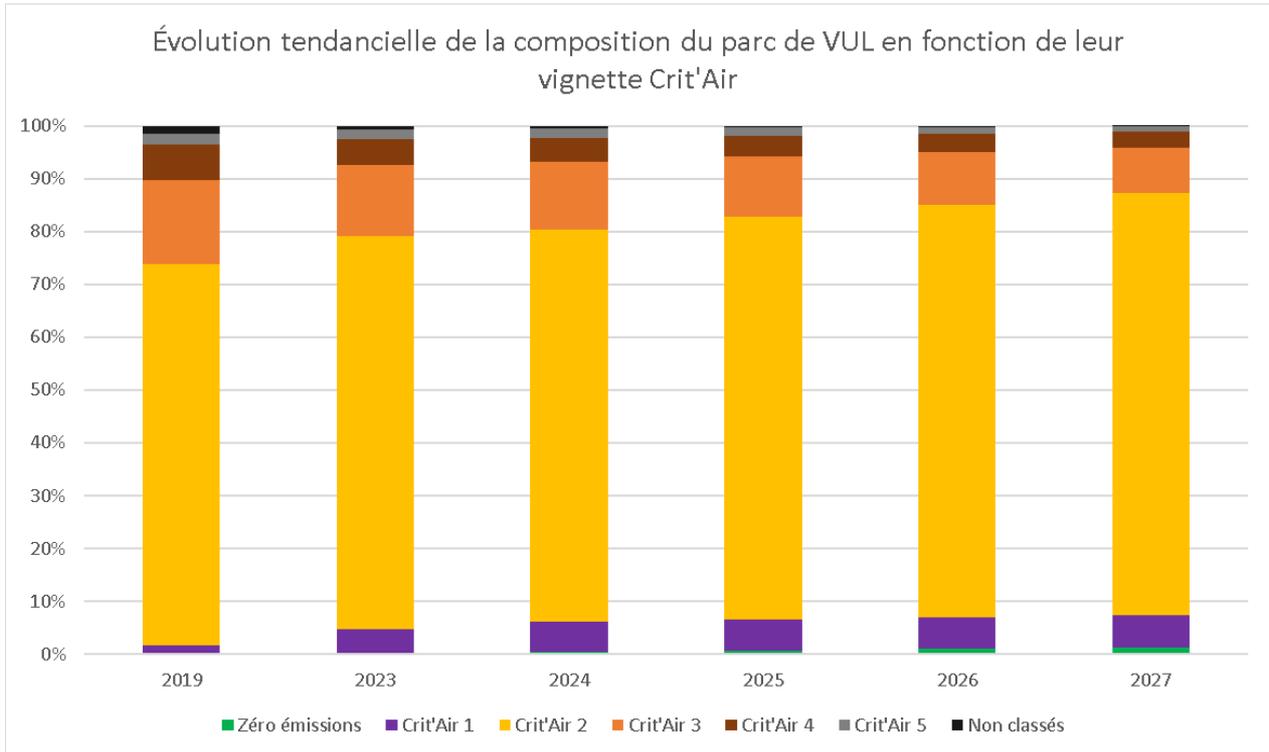


Figure 9 : Évolution tendancielle de la composition du parc de véhicules utilitaires légers en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA)

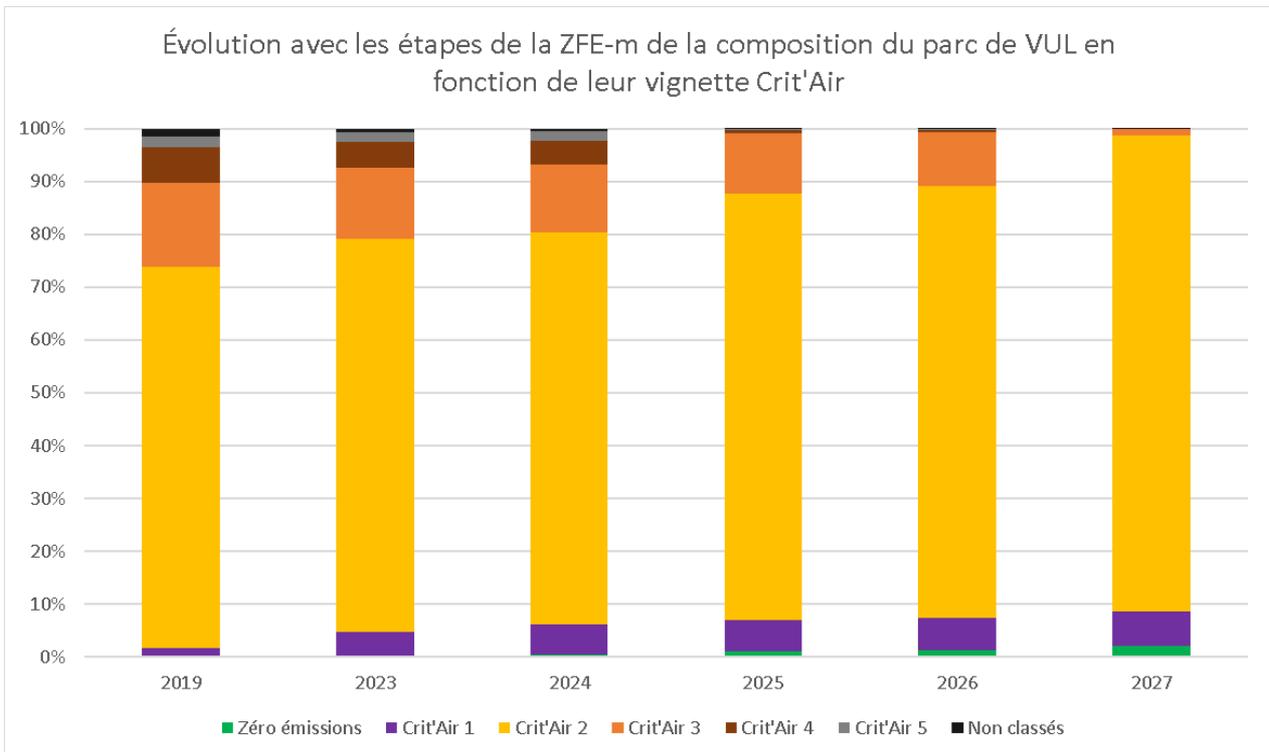


Figure 10 : Évolution, en prenant en compte les étapes de la ZFE, de la composition du parc de véhicules utilitaires légers en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA)

2.4.2. Projection du parc tendanciel et du parc ZFE pour les poids lourds

L'évolution tendancielle (c'est-à-dire sans ZFE) du parc de poids lourds montre une diminution de la part des vignettes Crit'Air 3 et plus, entre 2019 et 2027 (passage de 26% à 7%), le reste des véhicules étant majoritairement des Crit'Air 2 (avec 72% du parc en 2019 et 89% en 2027). La part de véhicules Crit'Air 1 augmente légèrement entre 2019 et 2027, en passant de 1% à 3% (Figure 11).

Comme pour les VUL, la mise en place des deux prochaines étapes de la ZFE entraîne la quasi-disparition du parc des véhicules Crit'Air 4 et plus en 2025 et des Crit'Air 3 en 2027. Ces véhicules sont majoritairement remplacés par des véhicules Crit'Air 2 et par quelques véhicules Crit'Air 1 (Figure 12).

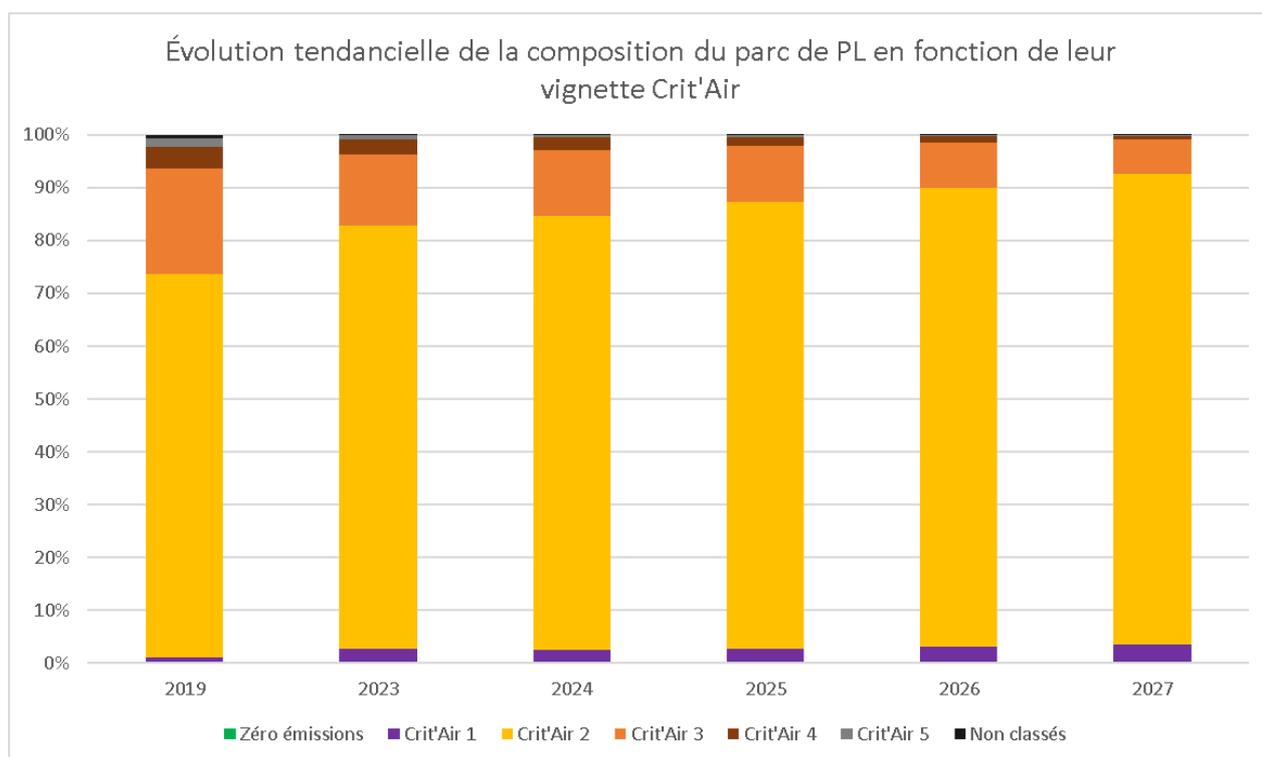


Figure 11 : Évolution tendancielle de la composition du parc de poids lourds en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA)

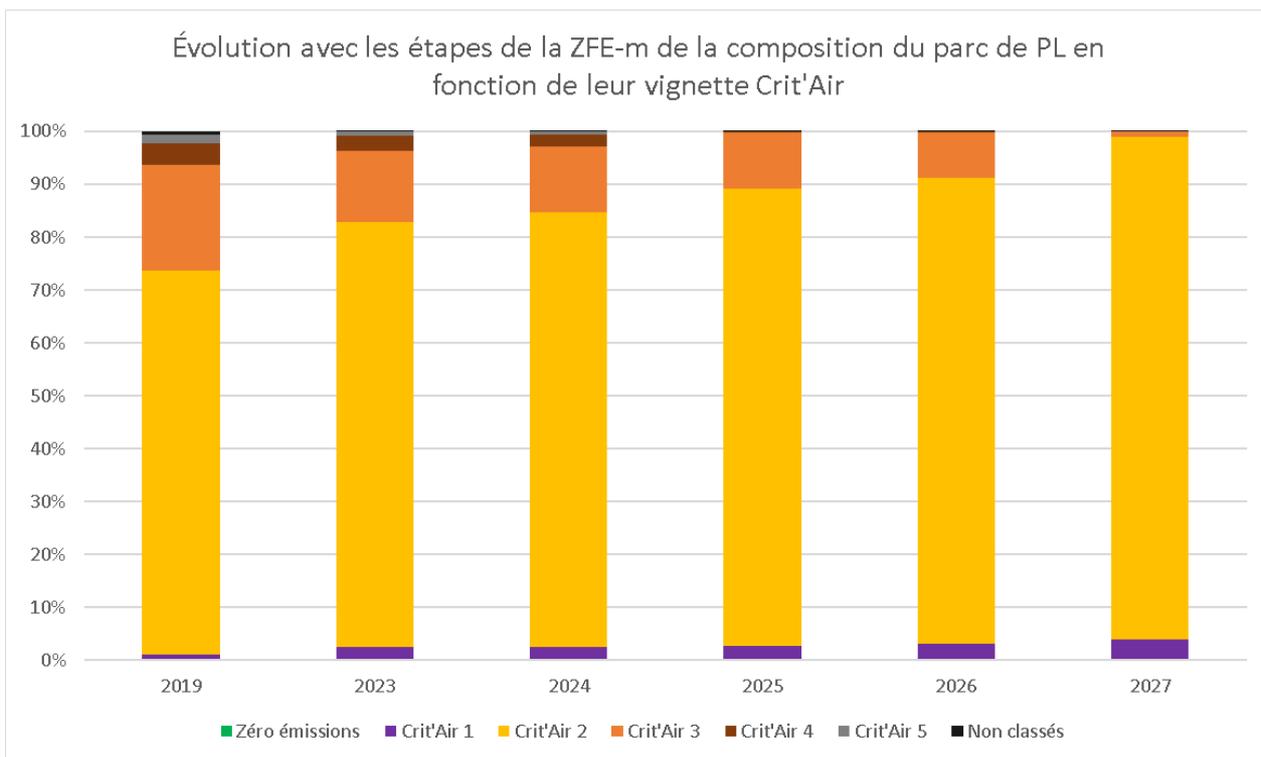


Figure 12 : Évolution, en prenant en compte les étapes de la ZFE, de la composition du parc de poids lourds en fonction de leur vignette Crit'Air (Source : Atmo AuRA)

2.5. Évaluation des effets des deux périmètres de la ZFE sur les émissions de polluants des véhicules utilitaires légers et des poids lourds entre le scénario tendanciel et le scénario ZFE

Les évaluations en émissions sur les deux périmètres avec la mise en place de la ZFE ne montrent pas de gains sur les émissions de gaz à effet de serre. Seuls les gains sur les émissions de polluants atmosphériques (NOx, PM10 et PM2,5) sont présentés dans cette partie.

2.5.1. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques sur le territoire de la Métropole

Les réductions d'émissions de NOx et de particules PM10 et PM2,5 entre le scénario tendanciel et le scénario ZFE, en 2027, sur le territoire de la Métropole pour les deux périmètres sont donnés dans la Figure 13 pour les VUL et les PL et pour tous les véhicules routiers.

La Figure 13 montre de légers gains d'émission de NOx et particules, entre 2,5% et environ 6%, pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur les deux périmètres si on zoom sur les VUL et les PL. Les gains sont légèrement plus importants pour le périmètre « ZAE » par rapport au périmètre « Couronne » pour les trois polluants. Pour les NOx, le gain pour le scénario « Couronne » est de 20 tonnes par rapport au scénario tendanciel en 2027, le gain étant de 28 tonnes pour le scénario « ZAE ». Pour les PM10 et PM2,5, le gain est légèrement inférieur à 1 tonne pour le scénario « Couronne » par rapport au tendanciel en 2027, il est de 1,2 tonnes pour le scénario « ZAE ».

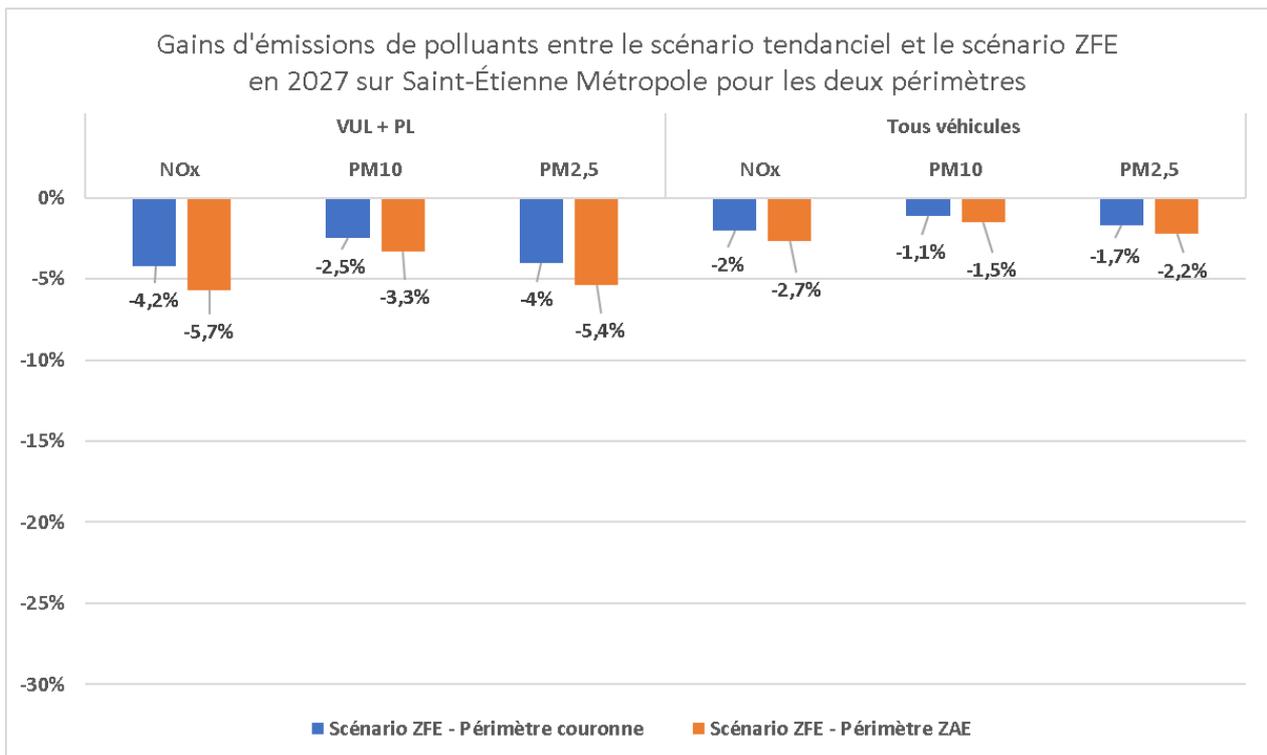


Figure 13 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le territoire de la Métropole pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA)

2.5.2. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques sur les deux périmètres

Les Figures Figure 14 et Figure 15 représentent les gains d'émissions entre le scénario tendanciel et le scénario ZFE pour chacun des périmètres, « Couronne » et « ZAE ». Sur le périmètre « Couronne », la mise en place de la ZFE permet des gains d'émissions de 16% pour les NOx, de 12% pour les PM10 et de 19% pour les PM2,5 pour l'ensemble des VUL et PL. Sur le périmètre « ZAE », ces gains sont identiques pour les particules et légèrement plus important pour les NOx, avec environ 17% de gains pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel.

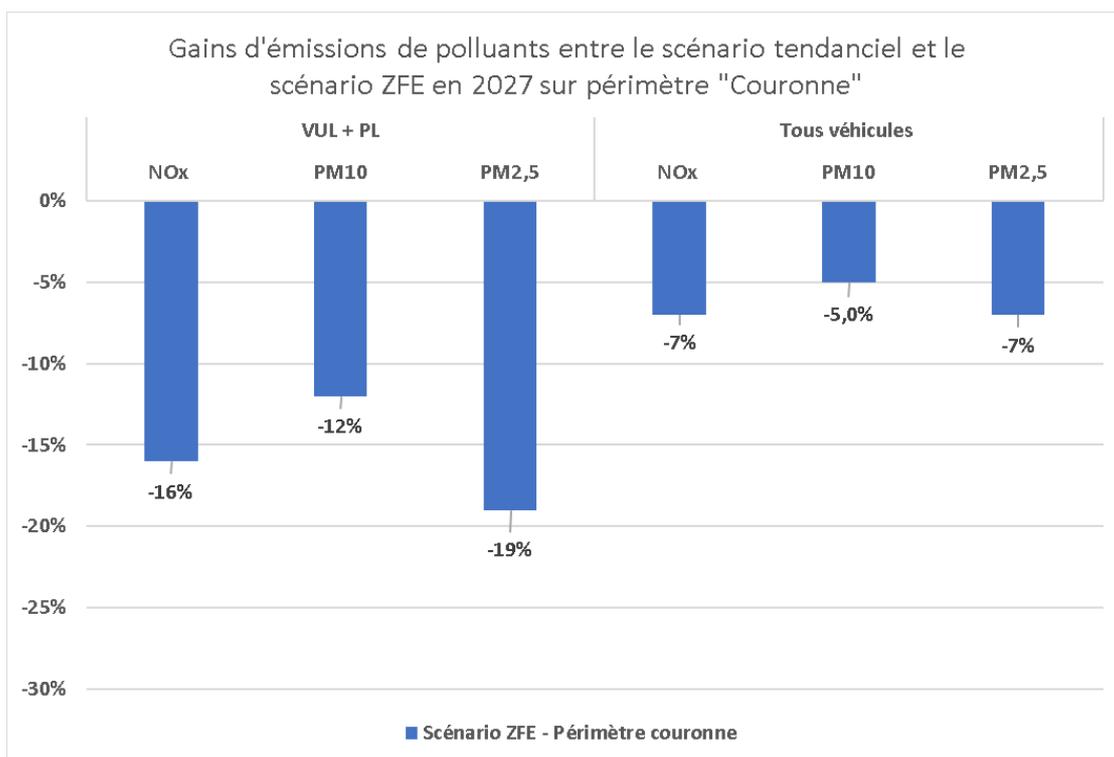


Figure 14 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le périmètre « Couronne » pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA)

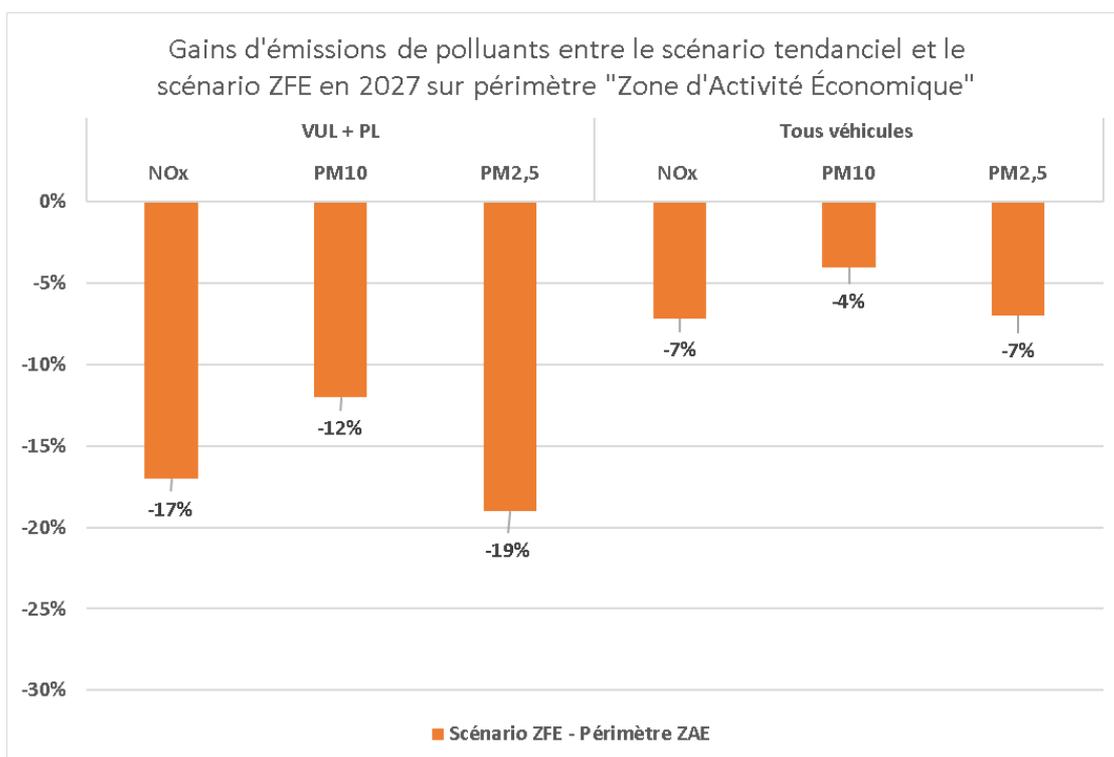


Figure 15 : Gains d'émissions de polluants atmosphériques en pourcentage pour le scénario ZFE par rapport au tendanciel en 2027 sur le périmètre « Zone d'Activité Économique (ZAE) » pour les VUL et PL et pour tous les véhicules (Source : Atmo AuRA)

2.6. Évaluation des effets des deux périmètres sur l'exposition de la population aux concentrations de polluants atmosphériques

Les résultats précédents correspondent aux réductions en émissions de polluants atmosphériques. Ces variations d'émissions de polluants vont influencer sur les concentrations dans l'air qui dépendent également des conditions météorologiques, des conditions de dispersion, de la topographie, etc.

Le prochain paragraphe présente l'évolution des concentrations dans l'air selon les différents scénarios décrits précédemment.

Le croisement des cartes de concentrations annuelles de polluants, avec la répartition de la population permet d'estimer l'exposition de la population aux polluants atmosphériques.

2.6.1. Exposition de la population aux concentrations de dioxyde d'azote NO₂

Les deux figures ci-dessous montrent les cartes de concentration annuelle de NO₂ pour le scénario de référence en 2019 et pour le scénario ZFE en 2027 que ce soit pour le périmètre « Couronne » (Figure 16) ou pour le périmètre « ZAE » (Figure 17). En 2027, la mise en place de la ZFE associée au renouvellement tendanciel permet de réduire sensiblement la concentration annuelle de NO₂ sur le territoire de la Métropole, et notamment sur le centre urbain et à proximité des principaux axes routiers. Les cartes de différences entre les deux scénarios montrent une diminution allant jusqu'à plus de 10 µg/m³ sur les principaux axes de circulation, ainsi que des baisses entre 10 et 2 µg/m³ dans les zones urbaines.

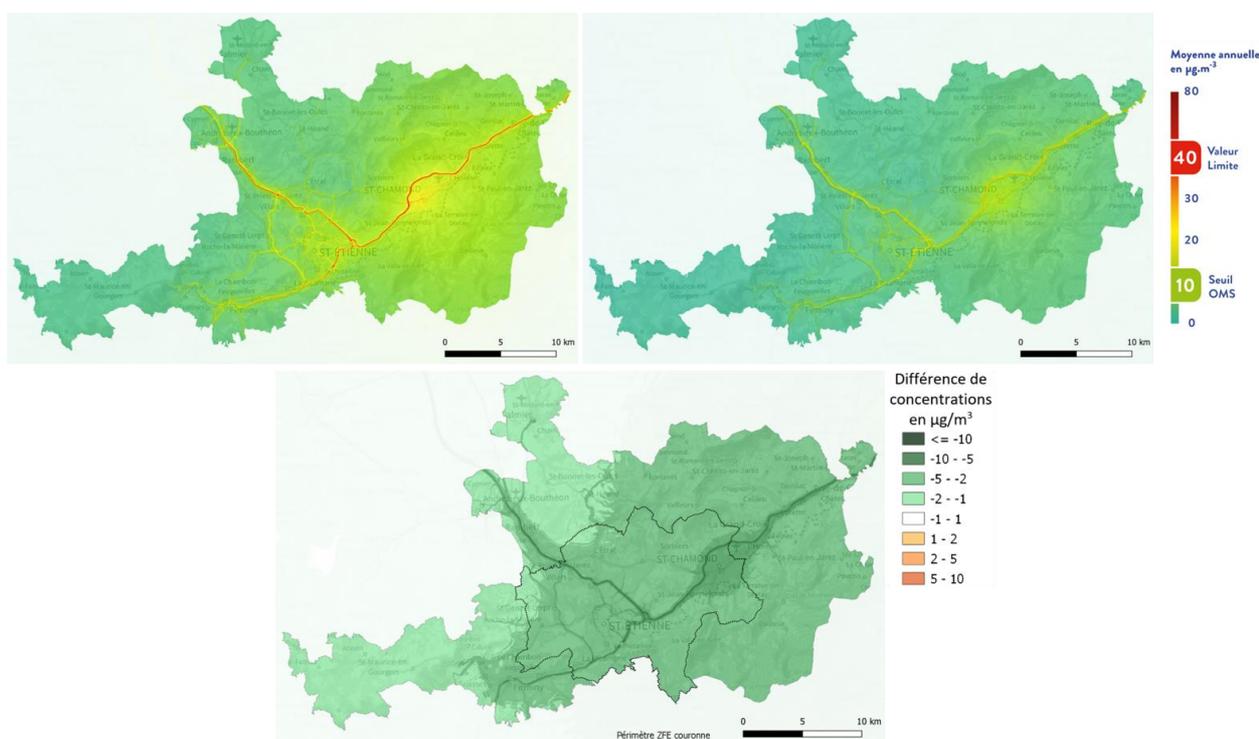


Figure 16 : Cartes de la concentration annuelle moyenne du dioxyde d'azote (NO₂) pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « Couronne » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA)

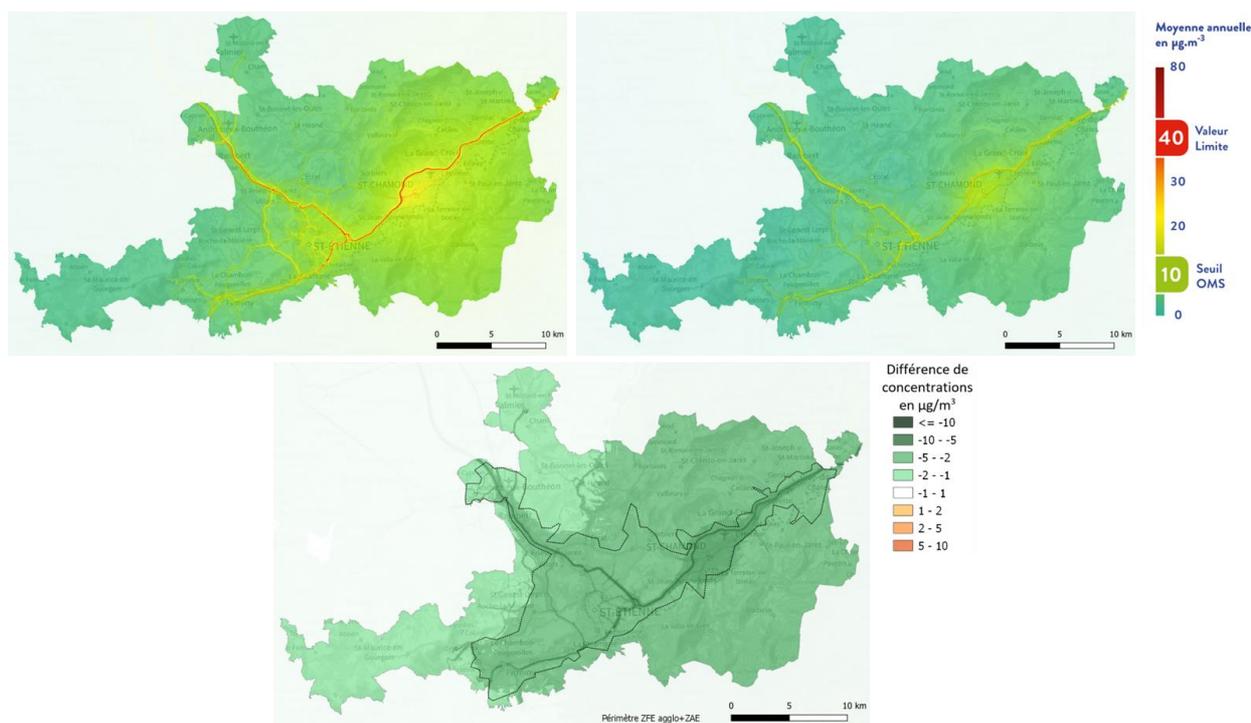


Figure 17: Cartes de la concentration annuelle moyenne du dioxyde d'azote (NO_2) pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « ZAE » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA)

Le croisement des cartes de concentrations annuelles avec des cartes de répartition de la population permet de décrire l'exposition de la population au NO_2 . Les Figure 18 et Figure 19 montrent la distribution des populations exposées, respectivement pour le périmètre « Couronne » et le périmètre « ZAE », sur le territoire de Saint-Étienne Métropole par rapport au scénario tendanciel en 2027 et au scénario de référence de 2019.

En 2019, l'exposition moyenne de la population sur le territoire de la métropole est d'environ $15,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le scénario tendanciel et les scénarios ZFE avec les deux périmètres permettent, en 2027, de diminuer ces expositions moyennes à respectivement $11,3$ et $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Aucun habitant n'est exposé à un dépassement de la valeur réglementaire en 2027 pour les différents scénarios. Concernant la valeur guide OMS 2021, en 2019, la quasi-totalité de la population (99,2%) de la métropole est exposée à un dépassement de la valeur guide ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En 2027, le scénario tendanciel permet de diminuer la population exposée à cette valeur guide à 81,7%, le scénario ZFE sur le périmètre « Couronne » 81,1% et sur le périmètre « ZAE » à 80,9%. Environ 2 500 habitants pour le périmètre « Couronne » et environ 3 550 habitants pour le périmètre « ZAE » ne seraient plus exposés à un dépassement de la valeur OMS par rapport à la situation tendancielle en 2027.

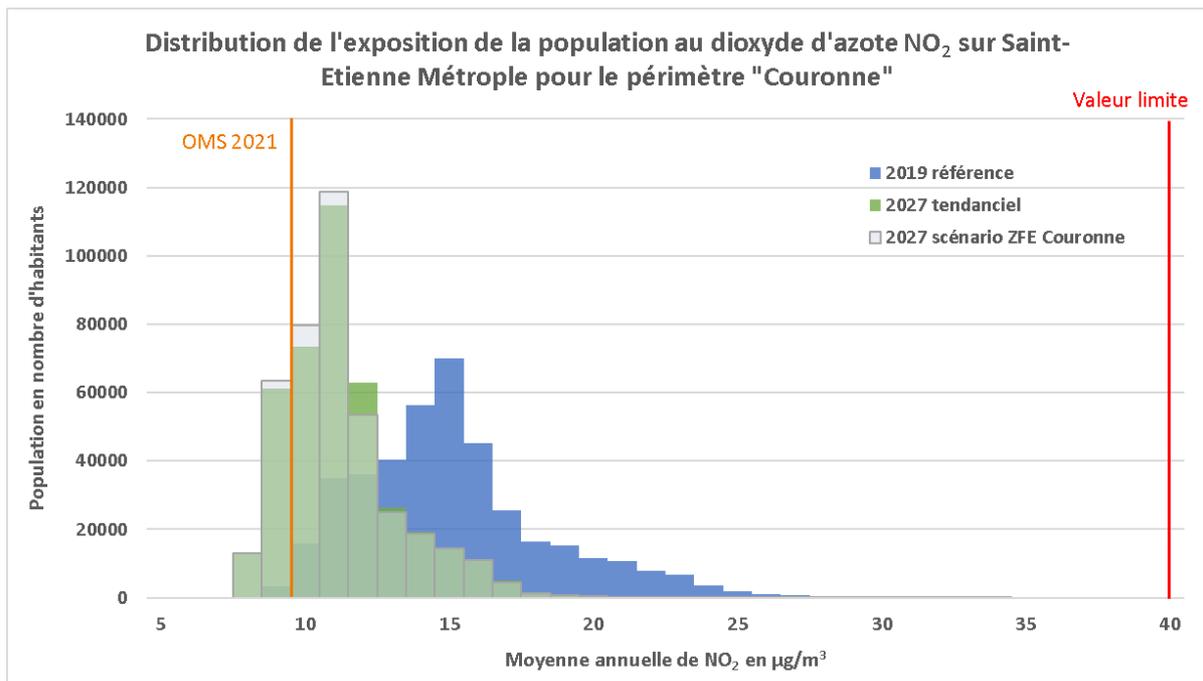


Figure 18 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO₂) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « Couronne » (Source : Atmo AuRA)

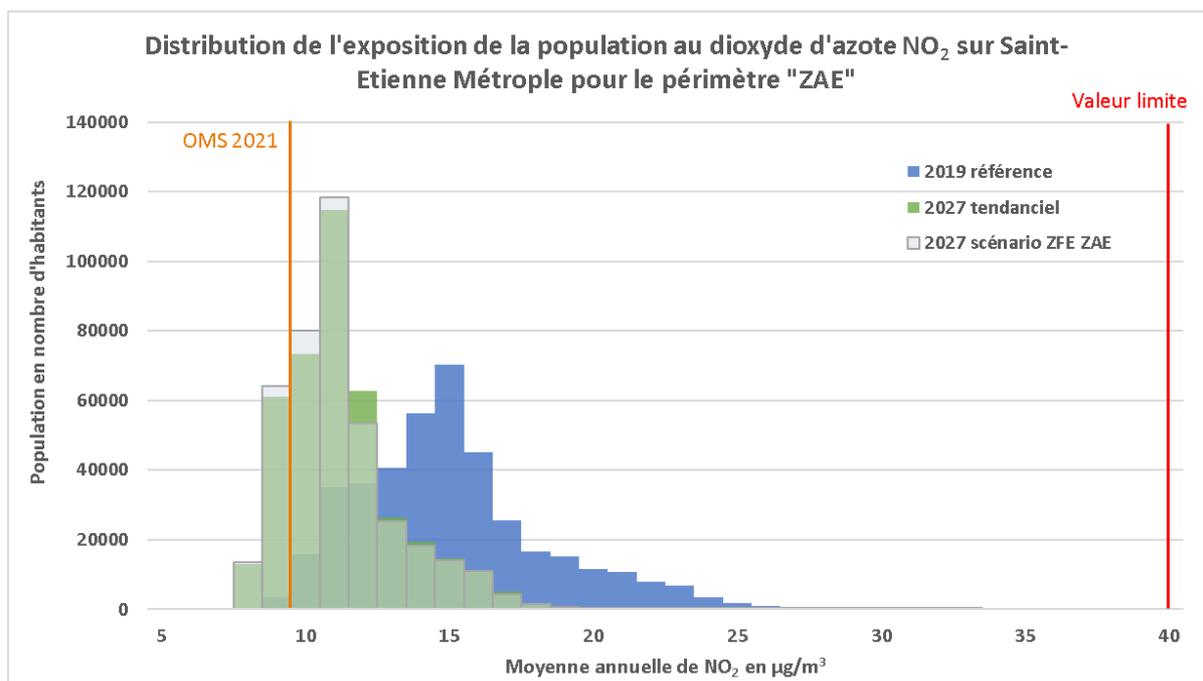


Figure 19 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote (NO₂) sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « ZAE » (Source : Atmo AuRA)

2.6.2. Exposition de la population aux concentrations de particules fines PM10 et PM2,5

Le transport routier n'est pas le principal émetteur de particules fines PM10 et PM2,5, c'est pourquoi les impacts sur les émissions de ces deux polluants sont bien moins importants que pour les NOx. Du fait de cet impact moins important, l'évaluation en concentrations et en exposition de la population ne montre pas de différence entre le scénario tendanciel et le scénario ZFE pour ces deux polluants, quel que soit le périmètre pris en compte.

3. Conclusion

Pour la situation initiale en 2019, l'état de la qualité de l'air sur la métropole stéphanoise ne montre quasiment pas de dépassement des valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines PM10 et PM2,5. Pour les valeurs OMS 2021, le constat est différent avec 99,7% de la population exposée à un dépassement de la valeur pour les PM2,5, 3,4% de la population exposée pour les PM10 et 99% de la population exposée pour le NO₂.

Sur le territoire de l'agglomération, le transport routier est responsable d'environ 64% des émissions d'oxydes d'azote (NOx), respectivement 15% et 12% des émissions de particules fines PM10 et PM2,5 et 44% des émissions de gaz à effet de serre (GES). Parmi ce secteur, malgré une plus faible part des kilomètres parcourus (environ 25%), les véhicules utilitaires légers (VUL) et les poids lourds (PL) représentent environ 50% des émissions de NOx, environ 40% des émissions de particules fines PM10 et PM2,5 et environ 44% des émissions de GES.

Les deux nouveaux périmètres évalués sont un périmètre comprenant Saint-Étienne et les villes composant sa première couronne, qui est appelé périmètre « Couronne », et un périmètre qui comprend la plupart des zones d'activités économiques se trouvant le long des principaux axes de circulation de la métropole, qui est appelé, périmètre « ZAE ».

Le calendrier des différents pas d'interdiction de la ZFE a commencé en janvier 2022 avec l'interdiction de circulation des véhicules utilitaires légers et les poids lourds non classés, puis continuera en janvier 2025 avec l'interdiction des Crit'Air 4 et 5, et en janvier 2027 l'interdiction des Crit'Air 3.

Pour les véhicules utilitaires légers, les projections tendanciennes du parc entre l'enquête « plaques » de 2019 et 2027 montrent une diminution de 26% à 12% des véhicules Crit'Air 3 et plus, et une augmentation des véhicules Crit'Air 1, 2 et Zéro émission qui passent de 73% à 87%.

La mise en place de la ZFE entraîne la quasi-disparition du parc des véhicules Crit'Air 4 et plus en 2025 et des Crit'Air 3 en 2027. Ces véhicules sont majoritairement remplacés par des véhicules Crit'Air 2 et par quelques véhicules Crit'Air 1 et Zéro émission.

Pour les poids lourds, l'évolution tendancielle du parc entre 2019 et 2027 montre une diminution de 19% des véhicules Crit'Air 3 qui sont remplacés par une majorité de véhicules Crit'Air 2 et quelques Crit'Air 1.

Comme pour les VUL, la mise en place de la ZFE entraîne la quasi-disparition du parc des véhicules Crit'Air 4 et plus en 2025 et des Crit'Air 3 en 2027. Ces véhicules sont majoritairement remplacés par des véhicules Crit'Air 2 et par quelques véhicules Crit'Air 1.

Les effets de la ZFE sur les émissions de polluants atmosphériques, pour le scénario tendanciel et les deux scénarios ZFE pour les différents périmètres, « Couronne » et « ZAE », montrent des gains légèrement plus importants pour les NOx et les PM2,5 pour le périmètre « ZAE » par rapport au périmètre « Couronne ». Les évaluations en émissions des deux périmètres avec la mise en place de la ZFE ne montrent pas de gains sur les émissions de GES.

En lien avec l'évolution tendancielle du parc, la mise en place de la ZFE permettrait de réduire l'exposition moyenne de la population au NO₂ d'environ 26% en 2027 par rapport à 2019. Par rapport au scénario tendanciel, en 2027, le scénario ZFE avec le périmètre « ZAE » permet de réduire d'environ 3 500 le nombre d'habitants exposés à un dépassement de la valeur OMS de 2021 (10 µg/m³). Pour le scénario ZFE avec le périmètre « Couronne », ce nombre d'habitants est d'environ 2 500.

4. Annexes

Annexe 1. Les outils mobilisés pour réaliser l'évaluation des effets de la ZFE sur la qualité de l'air. Description des scénarios évalués.

Les outils d'évaluation mobilisés

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, observatoire régional de la qualité de l'air, gère des outils permettant d'établir des diagnostics, des prévisions et d'évaluer les impacts des scénarios prospectifs. Trois types d'outils ont été mobilisés de manière intégrée :

Le réseau de stations de mesures

Le réseau de mesures d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes intègre 90 stations fixes dont 5 dans la métropole stéphanoise. Elles permettent de mesurer environ 200 composés différents. Ce réseau permet d'évaluer les niveaux d'exposition de typologies d'environnement variés, leurs évolutions temporelles et de collecter des indications sur l'origine de la pollution.

Calcul des émissions

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes réalise annuellement le calcul des consommations énergétiques, des émissions de gaz à effet de serre (GES) et de polluants atmosphériques sur l'ensemble du territoire régional pour tous les secteurs d'activités sur la base du référentiel PCIT2/OMINEA (CITEPA). La figure ci-dessous présente de manière synthétique la méthodologie de calcul. Les données produites contribuent au diagnostic, à la définition d'objectifs de plans d'actions et au suivi des politiques Air Énergie Climat du territoire.

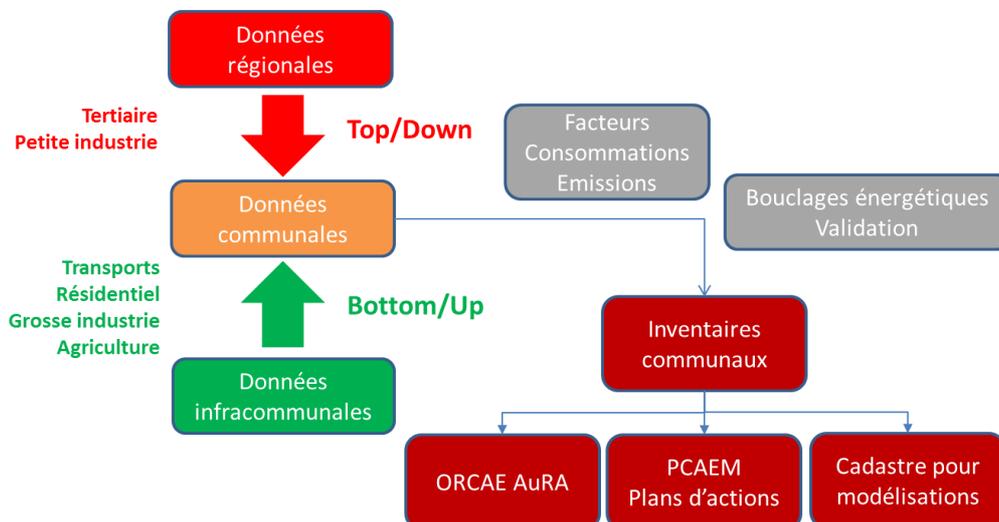


Figure 20 : Chaîne de calcul des émissions d'Atmo AURA

Dans le cadre de l'évaluation du projet ZFE VUL/PL, les outils de calculs ont été mobilisés pour évaluer les scénarios prospectifs en termes d'émissions de GES (CO₂, N₂O, et CH₄) et polluants atmosphériques (oxydes d'azote, particules PM₁₀ et PM_{2,5}).

- **Calcul des émissions liées aux transports routiers**

La Figure 21 illustre la méthode générale de calcul mise en œuvre par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre de l'évaluation de la ZFE. Elle est basée sur :

- Les volumes de trafic routier issus d'une simulation du trafic local mise en place par l'agence d'urbanisme EPURES ;
- Des données de parc VUL/PL :
 - issues de l'enquête plaques locale selon décomposition :
 - VUL et PL porteurs et articulés par classe de poids à vide
 - par carburant
 - par norme Euro
 - puis projetées selon :
 - les évolutions tendanciennes du parc
 - les restrictions liées à la mise en place de la ZFE
- Les facteurs d'émissions issus de la méthode européenne standardisée COPERT 5.4.36.

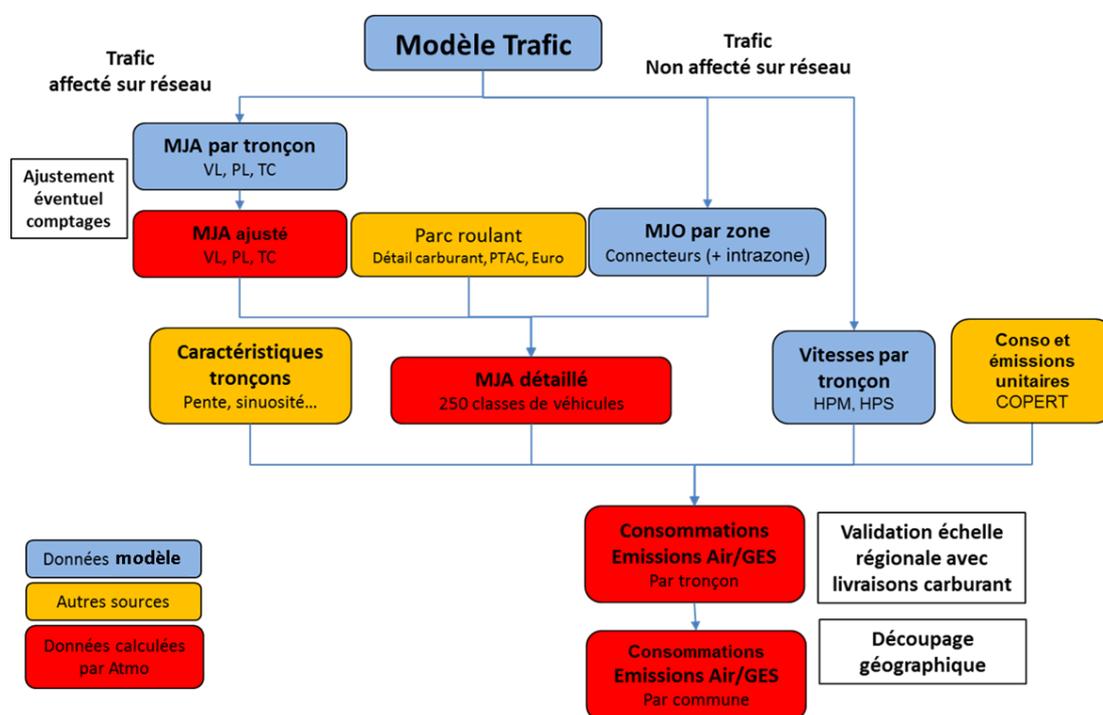


Figure 21 : Chaîne de calcul des émissions de transports routiers d'Atmo AURA

- **Modélisation des concentrations et exposition de la population**

La modélisation des concentrations de polluants atmosphériques pour les concentrations annuelles s'appuie sur :

- Le modèle régional CHIMERE, qui simule les concentrations de fond. Ce modèle s'appuie sur le cadastre régional des émissions, les conditions aux limites (pollution importée) ainsi que les conditions météorologiques.
- Le modèle local SIRANE qui reproduit les concentrations de proximité à l'échelle de la rue. Il repose essentiellement sur les émissions par tronçon, ainsi que la caractérisation de chaque rue du domaine (rue ouverte vs canyon).

L'exposition de la population aux concentrations de polluants atmosphériques est déduite par croisement de ces modélisations avec la couche de population du LCSQA pour le périmètre d'étude.

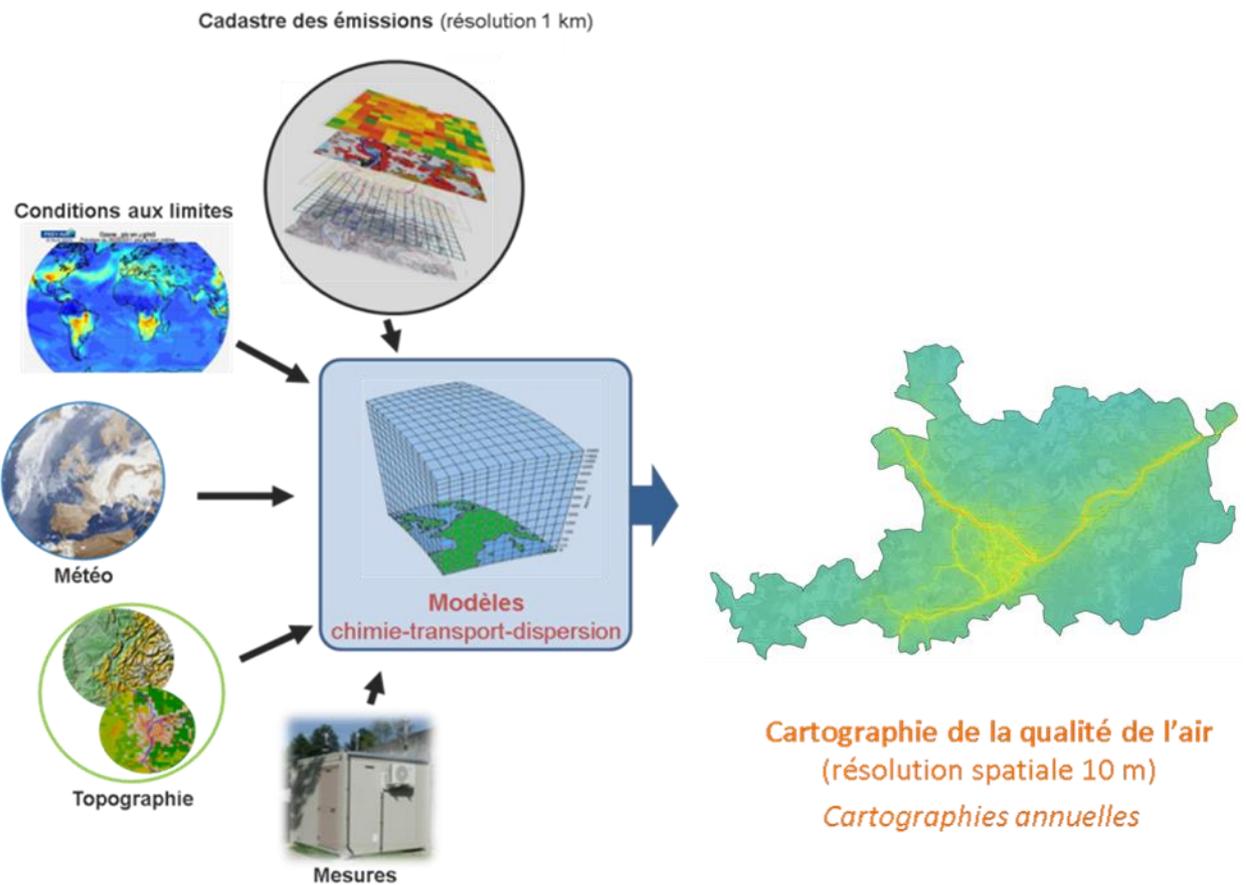


Figure 22 : Chaîne de modélisation des concentrations de polluants d'Atmo AURA

Annexe 2. Évaluation de l'effet de la ZFE sur l'exposition de la population aux concentrations de particules fines PM2,5 pour les différents scénarios

Périmètre couronne

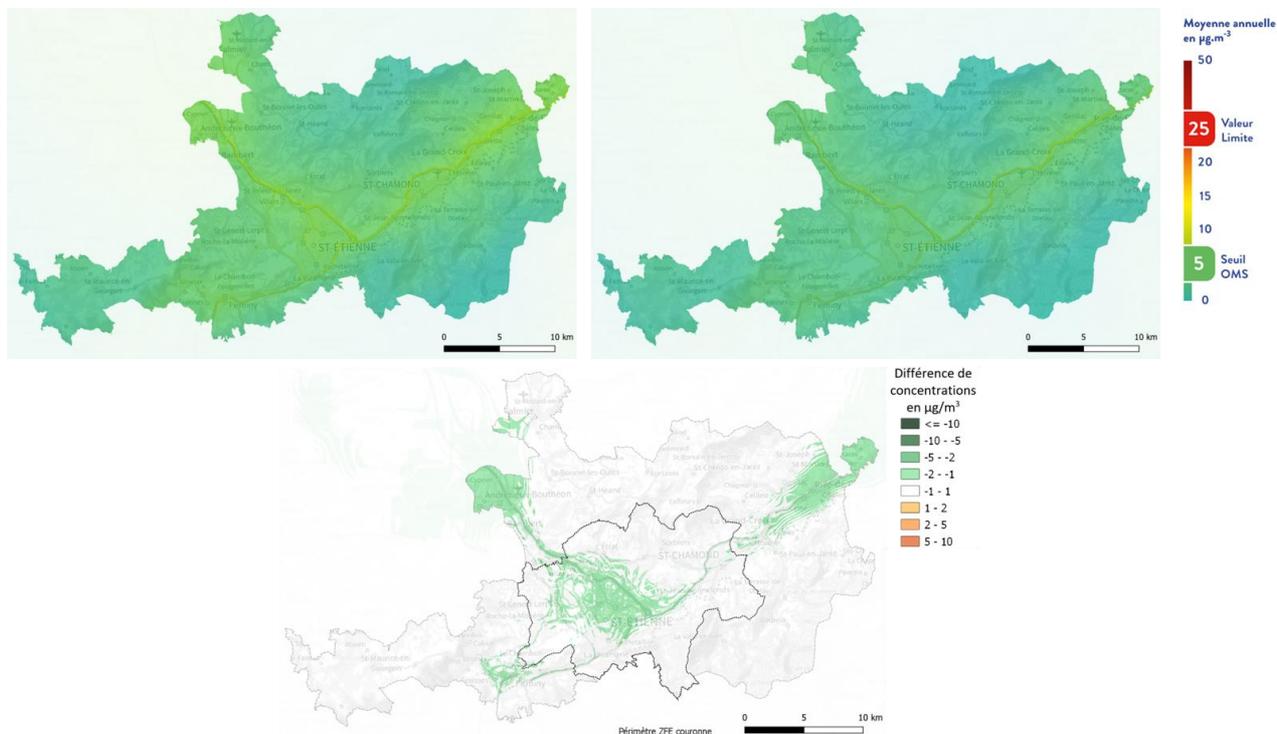


Figure 23 : Cartes de la concentration annuelle moyenne des particules fines PM2,5 pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « Couronne » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA)

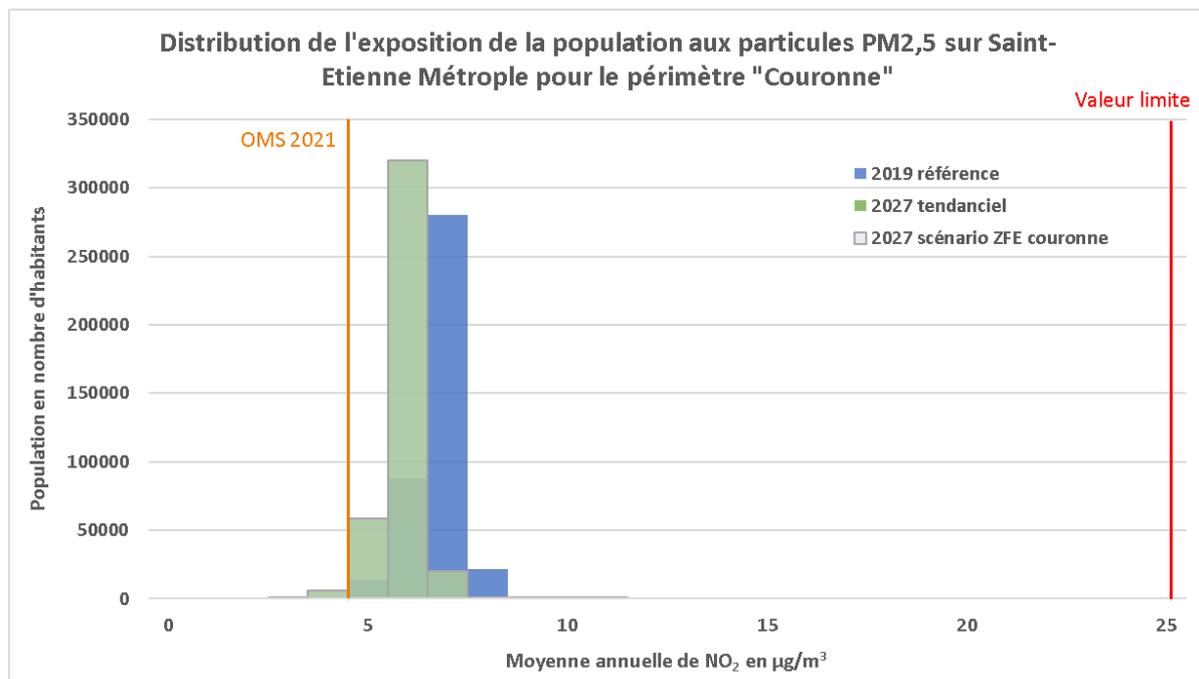


Figure 24 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM2,5 sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « Couronne » (Source : Atmo AuRA)

Périmètre ZAE

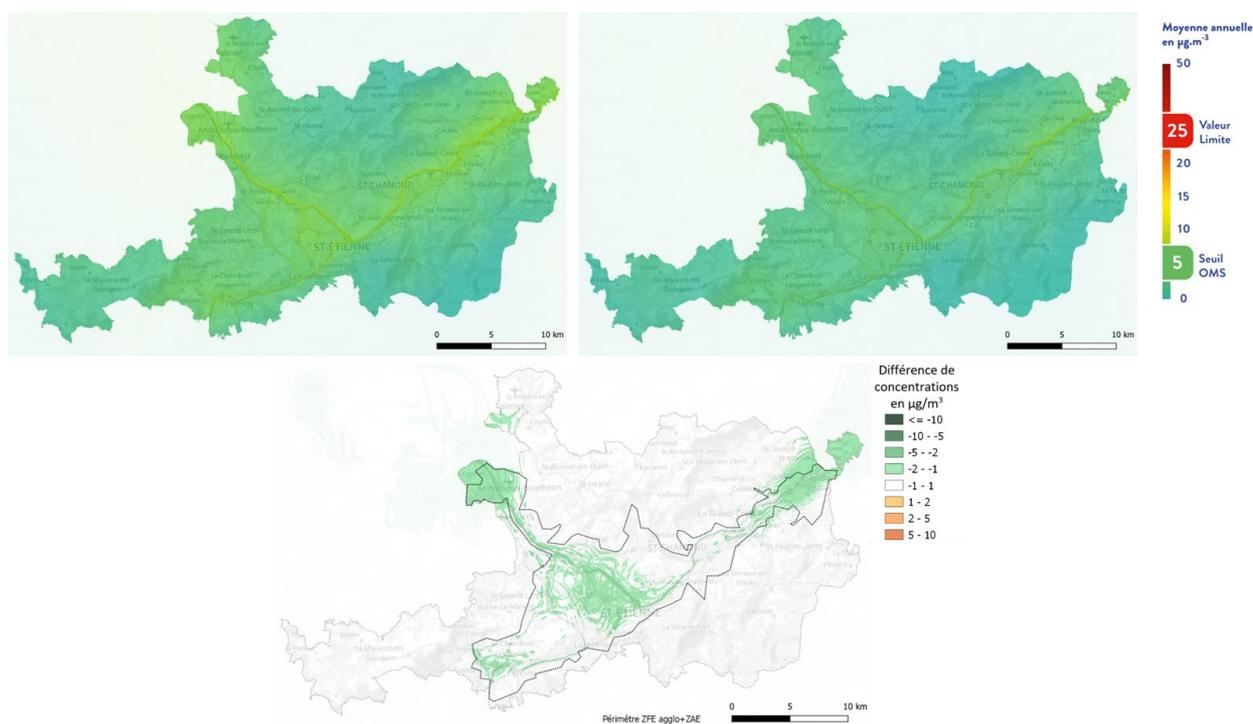


Figure 25 : Cartes de la concentration annuelle moyenne des particules fines $PM_{2,5}$ pour le scénario de référence en 2019 (à gauche) et pour le scénario ZFE avec le périmètre « ZAE » en 2027 (à droite) et de l'écart de concentrations entre les deux scénarios (en bas) (Source : Atmo AuRA)

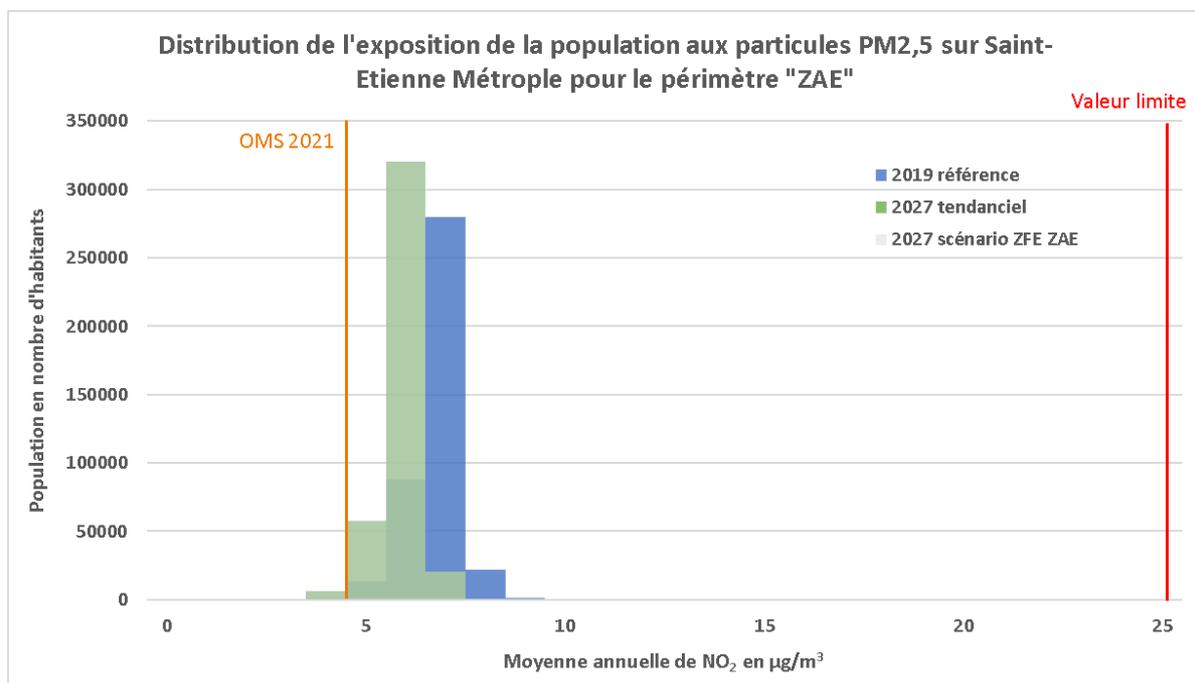


Figure 26 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines $PM_{2,5}$ sur le territoire de Saint-Étienne Métropole pour le périmètre « ZAE » (Source : Atmo AuRA)