

Evaluation *ex ante* de la mise en œuvre d'une Zone à Faibles Emissions sur le territoire de Saint-Etienne Métropole

Elaboration et analyse de différents scénarii sur les émissions de polluants atmosphériques

Modélisation des scénarii retenus sur la qualité de l'air et exposition de la population



Auteur : Unité Actions et Territoires

Diffusion : Décembre 2019

Siège social :

3 allée des Sorbiers 69500 BRON

Tel. 09 72 26 48 90

contact@atmo-aura.fr

Version éditée le 13 décembre 2019



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'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie (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'État 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 <https://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 (2019) Evaluation ex ante de la mise en œuvre d'une Zone à Faibles Emissions sur le territoire de Saint-Etienne Métropole.**

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
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Cette étude d'amélioration de connaissances a été rendue possible grâce à l'aide financière de la collectivité et des fonds de transition énergétique.

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. Introduction	4
2. Enjeux en matière de qualité de l'air	4
1.1. Enjeux sanitaires et environnementaux	4
1.2. Zoom sur le transport routier	5
3. Méthodologie et données d'entrée	6
3.1. Les émissions du secteur routier	6
Présentation de MOCAT.....	7
Facteurs d'émissions	7
3.2. Les scénarii étudiés	7
Définition des périmètres d'étude.....	7
Description des différents scénarii	9
Hypothèses complémentaires.....	10
3.3. La modélisation des concentrations	10
4. Résultats	12
4.1. Les gains d'émissions	12
4.2. Modélisation et exposition de la population	14
Le dioxyde d'azote.....	15
Les particules fines (PM _{2,5}).....	17
5. Conclusions et perspectives	19
Annexes	20

Annexes

ANNEXE 1 : Organisation générale de l'outil de calcul de émissions atmosphériques du transport routier MOCAT

1. Introduction

L'action n°14 du PPA de l'agglomération stéphanoise vise à diminuer les émissions du secteur des transports. C'est pourquoi, Saint-Etienne Métropole s'est fixée des objectifs ambitieux en mettant en place un plan d'actions en faveur d'une logistique urbaine propre et optimisée.

Ainsi, une ZCR (Zone à Circulation restreinte) a été instaurée à l'intérieur des boulevards urbains de Saint-Etienne en juin 2016 par l'intermédiaire d'un arrêté de restrictions de circulation. Elle réglemente l'accès au centre-ville pour les poids lourds les plus polluants. La zone concernée correspond à une surface de 3,4 km² dans laquelle se situent 47 000 habitants. Concrètement, il est interdit aux poids lourds dont le PTR (poids total roulant autorisé) est supérieur à 3.5t d'accéder au centre-ville de 11h (J) à 6h du lendemain matin (J+1), à l'exception des livraisons effectuées avec des véhicules électriques ou GNV dont l'importance est marginale.

Sur incitation de l'Etat français, 15 territoires, dont l'agglomération stéphanoise, se sont engagés le 8 octobre 2018 à créer ou renforcer des "Zones à Faibles Emissions" (ZFE) polluantes.

Compte tenu de ces évolutions, l'objectif de cette étude est double :

- ✓ Évaluer l'impact en matière de réduction des émissions polluantes de l'arrêté actuel,
- ✓ Evaluer les effets prévisibles de la mise en place d'une ZFE sur la qualité de l'air.

2. Enjeux en matière de qualité de l'air

1.1. Enjeux sanitaires et environnementaux

Les principaux enjeux en matière de qualité de l'air pour l'agglomération stéphanoise tournent autour de la surexposition de la population au regard des seuils sanitaires pour les polluants suivants :

- ✓ Les particules fines (PM10 et PM2.5) : 21 300 habitants, soit 5,3% de la population de Saint-Etienne-Métropole seraient soumis à un dépassement du seuil recommandé par l'Organisation Mondiale de la Santé (10 µg/m³ pour les PM2.5),
- ✓ Le dioxyde d'azote (NO₂) : plus de 700 personnes sont exposées à un dépassement du seuil réglementaire à proximité des axes de circulation les plus fréquentés,
- ✓ L'ozone (O₃) : la valeur cible pour la protection de la santé est dépassée, cela concerne en 2018 plus de 3% de la population (environ 12 500 habitants).

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

Par ailleurs les activités humaines sont également à l'origine d'émissions de Gaz à Effet de Serre (GES), responsables du phénomène de réchauffement climatique. Toutes activités confondues le

territoire de Saint-Etienne Métropole émet environ 2 millions de teqCO₂ par an, soit environ 5,1 teqCO₂ par habitant (moyenne de 6,7 en France).

1.2. Zoom sur le transport routier

Les principales sources d'émissions de polluants sont reprises sur la figure suivante.

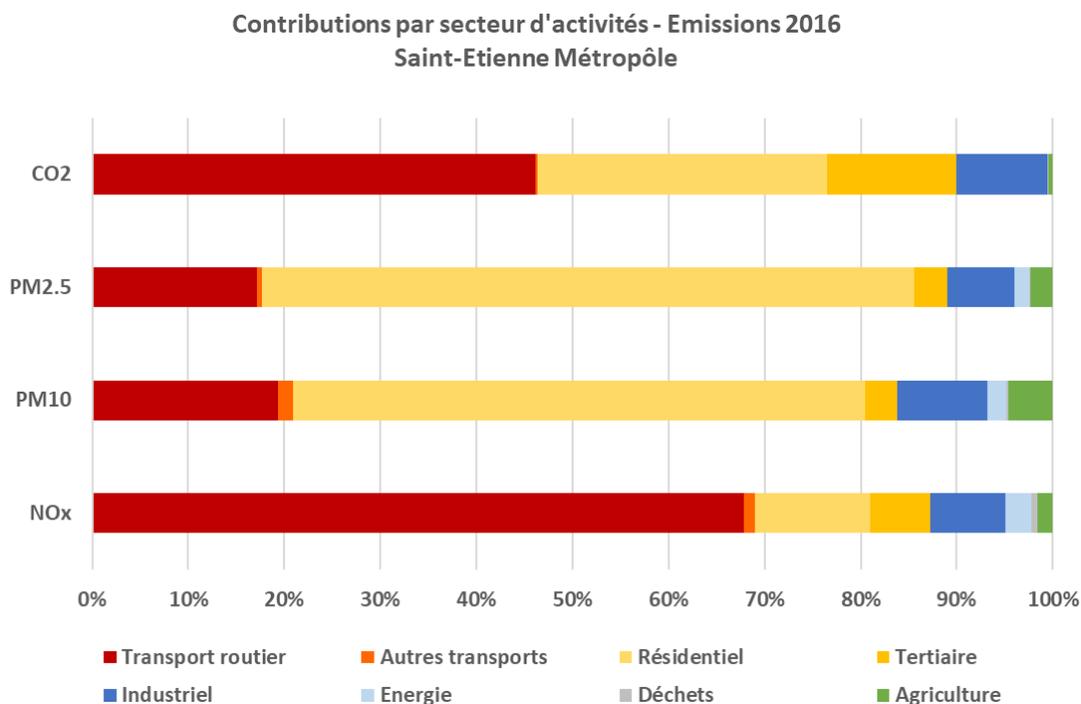


Figure 1 : Répartitions des émissions de polluants atmosphérique à l'échelle de Saint-Etienne Métropole en 2016 - Source : Atmo AuRA

A l'échelle de Saint-Etienne Métropole, le transport routier est responsable de 68% des émissions de NO_x, de près de 20% des émissions de particules fines et de 46% des émissions de CO₂ (Gaz à Effet de Serre). Il s'agit donc d'un secteur important sur lequel il faut agir pour améliorer durablement la qualité de l'air au niveau de l'agglomération.

Si l'ozone, polluant secondaire, n'est pas directement émis dans l'atmosphère par les activités humaines, il est possible d'agir sur les composés précurseurs responsables de sa formation dont les oxydes d'azote.

La ZFE se concentre sur la baisse des émissions du transport routier via la restriction d'accès aux véhicules les plus polluants (circulation différenciée selon les taux de pollution des véhicules) sur un périmètre défini. Elle permet notamment une accélération du renouvellement du parc roulant de véhicules sur la zone.

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

Ventilation des émissions et des distances parcourues par type de véhicule en 2016 Saint-Etienne Métropole

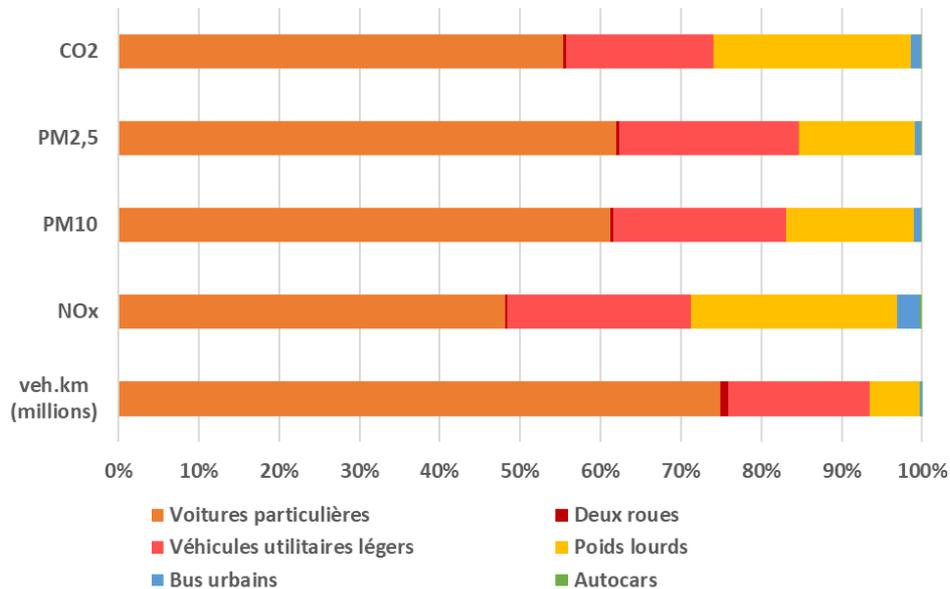


Figure 2 : Répartition par typologie de véhicules des émissions routières en 2016 sur Saint-Etienne Métropole en fonction des kilomètres parcourus - Source : Atmo AuRA

3. Méthodologie et données d'entrée

3.1. Les émissions du secteur routier

Les inventaires d'émissions obéissent à des référentiels méthodologiques stricts afin d'assurer la plus grande cohérence possible des travaux réalisés dans les différents pays :

- ✓ Au niveau européen, le guide EMEP/EEA¹ précise l'ensemble des sources d'activités susceptibles d'émettre dans l'atmosphère (nomenclatures SNAP ou CRF²), ainsi que la façon de calculer ces émissions (données d'entrée et facteurs d'émissions appropriés),
- ✓ Au niveau national, le guide OMINEA du CITEPA³, révisé chaque année, vient préciser la méthode européenne, grâce à des études nationales,

¹ Air Pollutant Emission Inventory guidebook de l'Agence Européenne de l'environnement (<http://www.eea.europa.eu/themes/air/emep-eea-air-pollutant-emission-inventory-guidebook>).

² Selected Nomenclature for Air Pollution : il s'agit de la nomenclature européenne relative aux activités émettrices de polluants.

³ Guide méthodologique des inventaires des émissions atmosphériques et de gaz à effet de serre, rédigé par le Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (<http://www.citepa.org/fr/activites/inventaires-des-emissions/ominea>).

- ✓ Au niveau régional, le guide PCIT⁴, co-rédigé avec ATMO France⁵, le CITEPA et l'INERIS⁶, apporte des précisions supplémentaires, notamment pour la production de données d'entrée à l'échelle communale.

Présentation de MOCAT

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

L'organisation générale de l'outil MOCAT est décrite en annexe 1.

Plusieurs sources de données sont nécessaires : des données liées au trafic (volumes des véhicules, types de véhicules, ...) et des données liées au réseau routier (pente, sinuosité des axes, vitesses réglementaires, ...). La combinaison de ces deux sources de données permet de décrire précisément les véhicules circulant sur l'ensemble de la zone d'étude.

Les émissions routières sont obtenues en affectant, à chaque type de véhicules, un facteur d'émission (selon le polluant considéré).

Facteurs d'émissions

L'inventaire des émissions routières est réalisé à partir des facteurs d'émissions décrits dans COPERT 4, version 11. Les facteurs sont décrits par polluant, pour chaque type de véhicules, chaque carburant, chaque cylindrée et chaque norme Euro, pour être en adéquation avec le parc détaillé du CITEPA. Ces facteurs dépendent de la vitesse de circulation des véhicules, ainsi que de la rampe de la route et de la charge pour les véhicules lourds.

3.2. Les scénarii étudiés

Définition des périmètres d'étude

Le calcul des émissions prend en compte deux périmètres :

1. Périmètre interne au boulevard urbain (cf. Figure 3). Les véhicules circulant sur le boulevard ne sont pas concernés.
2. Périmètre intra périphérique correspondant au triangle autoroutier A72 + RN88 + RD201 (cf. Figure 4). Les véhicules circulant sur ces 3 axes ne sont pas concernés.

⁴ <http://www.atmo-france.org/fr/index.php?voir-details/351-ges/1168-guide-methodologique-pcit.html>

⁵ Fédération des Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air en France, dont ATMO Auvergne-Rhône-Alpes est membre. (<http://www.atmo-france.org/>)

⁶ Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques (<http://www.ineris.fr/>)

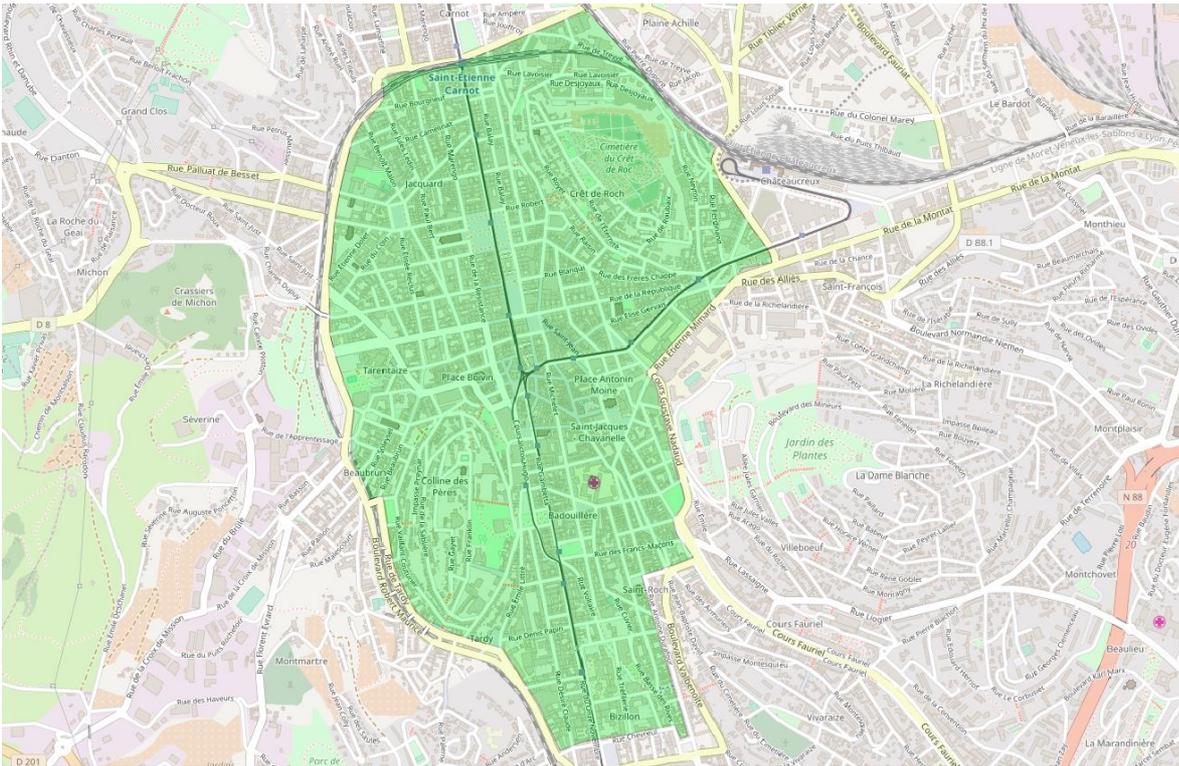


Figure 3. Zone interne aux Boulevards Urbains (BU), superficie 2,8 km²

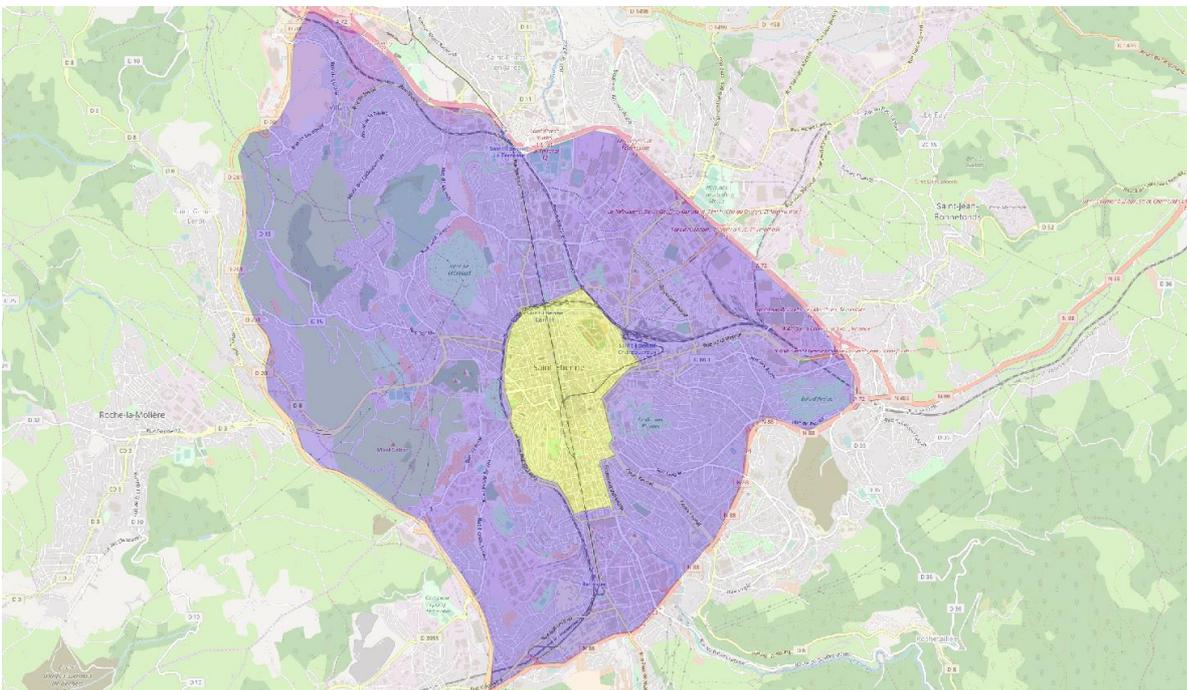


Figure 4. Zone interne aux 3 axes A72/N88/RD201 (intra-périphérique), superficie 33,3 km²

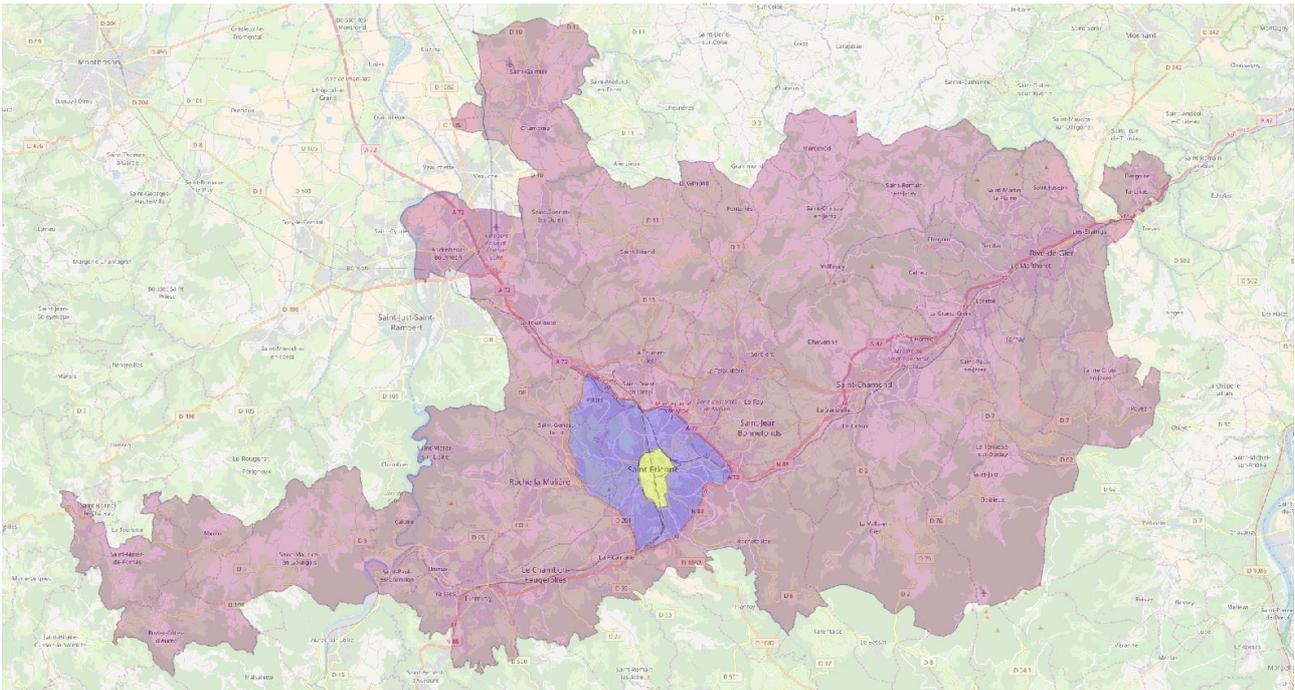


Figure 5. : Représentation des 2 zones à l'intérieur de Saint Etienne Métropole, superficie 723 km²

Description des différents scénarii

Pour chacun de ces deux périmètres, seront simulées les émissions liées au niveau de restrictions suivants :

- ✓ **Etat initial** : interdiction des PL > 3.5t sur le périmètre BU (3.5km²) entre 11h (J) et 6h (J+1).

Cette condition initiale est conservée dans les différents scénario étudiés.

- ✓ **Scénario 1** : interdiction permanente des PL non classés Crit Air (c'est-à-dire les PL antérieurs à 2001),
- ✓ **Scénario 2** : interdiction permanente des PL classés en catégorie 4 ou 5 ou non classés (c'est-à-dire les PL antérieurs à octobre 2009),
- ✓ **Scénario 3** : interdiction permanente des PL classés en catégorie 4, 5 ou non classés + VUL non classés (c'est-à-dire les VUL antérieurs à octobre 1997),
- ✓ **Scénario 4** : interdiction permanente des PL classés en catégorie 4, 5 ou non classés + VUL non classés et interdiction des VL non classés (c'est-à-dire les VL antérieurs à janvier 1997) uniquement les jours ouvrés de 8h à 20h,
- ✓ **Scénario 4.5** : interdiction permanente des PL et VUL classés en catégorie 4, 5 ou non classés,
- ✓ **Scénario 5** : interdiction permanente des PL et VUL classés en catégorie 4, 5 ou non classés et interdiction des VL non classés uniquement les jours ouvrés de 8h à 20h.

Le tableau ci-dessous reprend les différentes modalités des scénarii étudiés :

Scenario	Véhicules concernés	Certificat Crit'air ou CQA (Certificat Qualité de l'Air)	Restriction horaire
s.1	PL	Non Classé (NC)	Non
s.2	PL	4,5 et NC	Non
s.3	PL	4,5 et NC	Non
	VUL	NC	Non
s.4	PL	4,5 et NC	Non
	VUL	NC	Non
	VL	NC	8h-20h
s.4.5	PL	4,5 et NC	Non
	VUL	4,5 et NC	Non
s.5	PL	4,5 et NC	Non
	VUL	4,5 et NC	Non
	VL	NC	8h-20h

Hypothèses complémentaires

- ✓ L'interdiction aux poids lourds de plus 3,5 tonnes (entre 11h et 6h) sur la zone BU a été instaurée par un arrêté en juin 2016. Afin d'intégrer ce paramètre, nous avons utilisé une étude de trafic horaire réalisée à Grenoble pour appliquer un coefficient de 50% sur le trafic des PL au niveau de cette zone.
- ✓ En l'absence d'étude trafic sur la zone, nous avons considéré qu'il n'y avait pas de report de trafic sur les zones adjacentes et que les automobilistes qui faisaient l'objet d'une interdiction de circuler s'orientaient vers des modes de déplacements alternatifs à la voiture (pas de nouvel achat de véhicule plus récent à la suite de la mise en œuvre de la ZFE).
- ✓ Deux scénarios prévoient une interdiction de la circulation des VL non classés entre 8h et 20h uniquement les jours ouvrés. Afin de déterminer une proportion de trafic, nous nous sommes appuyés sur une étude de cas menée sur la N88. En utilisant des données de comptages horaires sur deux semaines différentes, le créneau 8h-20h en jour ouvré englobe 67% du trafic de la journée.
- ✓ A noter que les phénomènes de remise en suspension des particules déposées sur la chaussée ne sont pas comptabilisées.

Ces hypothèses maximisent les effets attendus de la mise en place de la ZFE.

3.3. La modélisation des concentrations

Afin d'évaluer l'impact a priori de la future ZFE sur l'exposition de la population stéphanoise aux polluants atmosphériques, les concentrations des polluants sont modélisées.

Une chaîne de modélisation haute résolution a été mise en place au sein d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Cette chaîne est couramment utilisée lors des cartographies annuelles de qualité de l'air et bénéficie d'une validation et de retours d'expérience depuis plusieurs années. Son principe général (voir figure ci-dessous) réside dans la combinaison des résultats de modèles à l'échelle de la région et à l'échelle locale.

La première étape est un calcul utilisant des modèles régionaux et géostatistiques. Il s'agit d'une spatialisation des polluants à l'échelle régionale dite « de fond », c'est-à-dire à l'échelle du kilomètre. Cette approche utilise tout d'abord le modèle météorologique WRF⁷ (pour calculer les conditions météorologiques), puis le modèle de chimie transport CHIMERE⁸ (pour modéliser le transport atmosphérique des polluants). Une étape d'adaptation géostatistique (appelée krigeage) est ensuite effectuée afin de « redresser » la carte de concentration avec les concentrations mesurées aux stations du réseau d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

La seconde étape est réalisée à l'échelle locale et utilise le modèle SIRANE⁹, développé par l'Ecole Centrale de Lyon. Les cartographies de pollution atmosphérique à haute résolution (10m) sont alors calculées en combinant la cartographie de l'échelle locale avec la cartographie de fond.

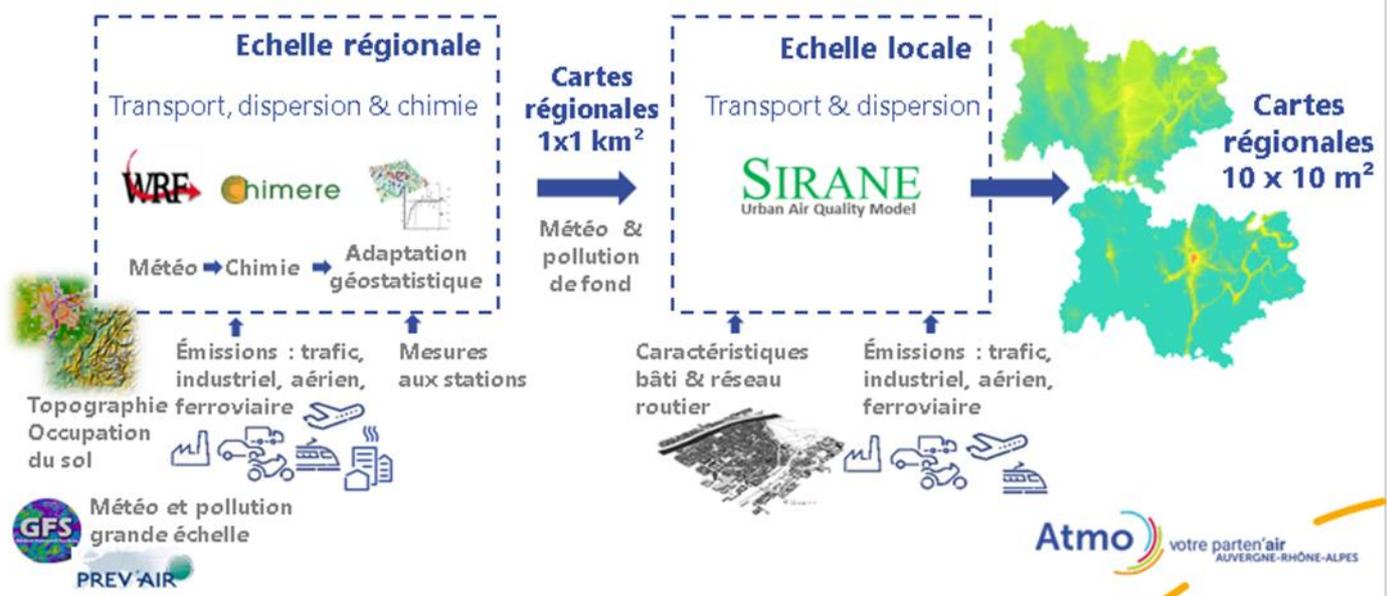


Figure 6. : Chaîne de modélisation de la qualité de l'air

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

Le calcul de l'exposition est réalisé en croisant les cartes de concentrations de polluants à une résolution de 10 mètres avec la répartition spatiale des populations résidentes. L'affectation des

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

⁸ CHIMERE : Institut Pierre-Simon Laplace, INERIS, CNRS <http://www.lmd.polytechnique.fr/chimere/chimere.php>

⁹ Soulhac L, Salizzoni P, Mejean P, Didier D, Rios I. The model SIRANE for atmospheric urban pollutant dispersion; PART II, validation of the model on a real case study. Atmos Environ. 2012 Mar; 49(0): 320.37

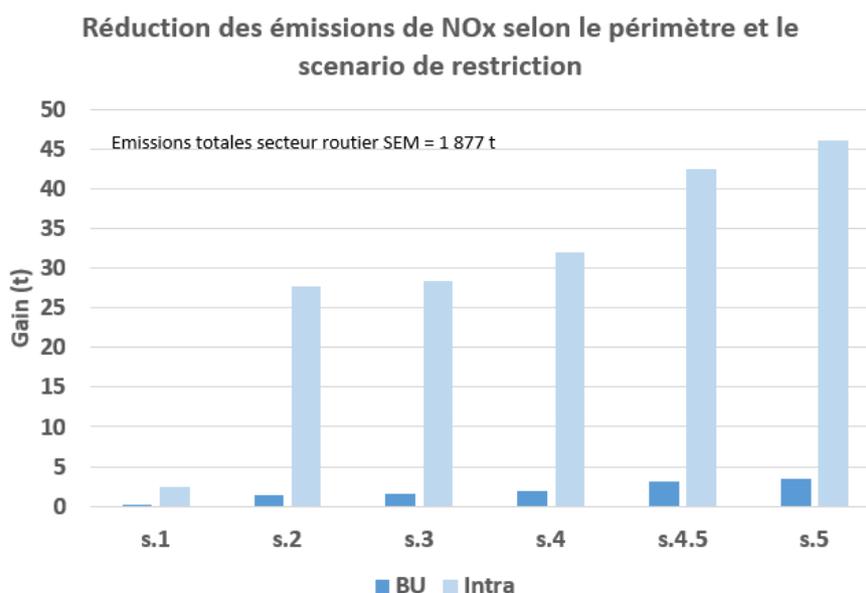
populations résidentes à chaque bâtiment a été réalisée par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Le détail de la méthodologie est précisé ici¹⁰.

4. Résultats

4.1. Les gains d'émissions

La présentation des résultats est établie au regard des émissions totales des transports routiers et ne tient pas compte des émissions des autres secteurs d'activités (résidentiel/tertiaire, agriculture, industrie, ...). Les principaux polluants utilisés sont les oxydes d'azote (NOx) et les particules en suspension de taille inférieure à 2,5 µm (PM2.5), car ce sont les polluants qui portent les principaux risques sanitaires en matière de pollution atmosphérique à l'échelle de Saint-Etienne Métropole.

Les scénarii ont été étudiés à 2 échelles : le Boulevard Urbain (BU) et la zone intra-périphérique (Intra). Les graphiques ci-dessous représentent les gains attendus en matière d'émissions.



¹⁰ https://www.lcsqa.org/system/files/rapport/drc-15-15237401704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf

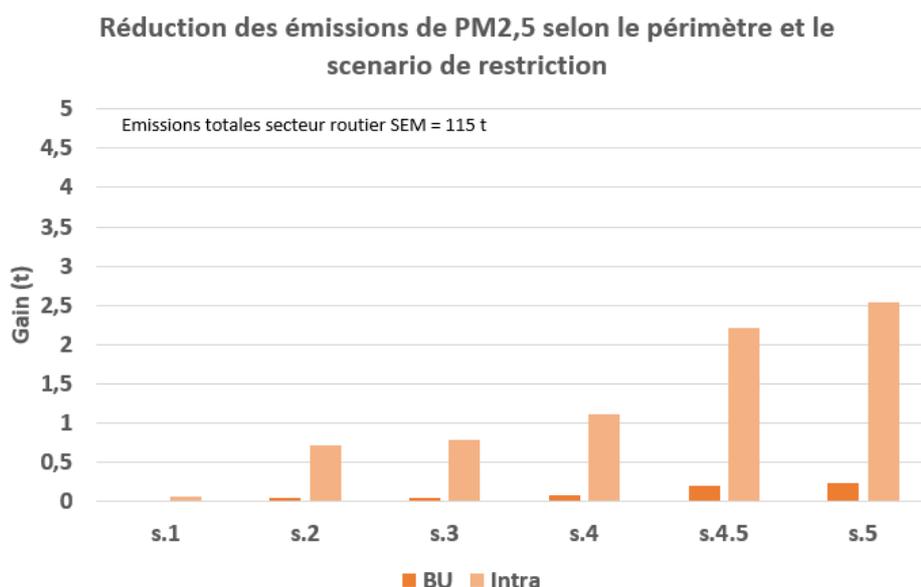


Figure 7. Gains en émissions selon le scénario appliqué et le périmètre d'étude

L'état initial considère que l'ensemble des PL (>3,5t) sont interdits entre 11h (J) et 6h (J+1).

L'application du premier scénario (s.1) induit une restriction supplémentaire des PL(>3,5t) non classés sur la plage horaire 6h-11h. Cette restriction ne concernant qu'une faible proportion de ce type de véhicule (3% des PL), les gains en émissions pour les 2 zones sont très faibles.

Un écart plus conséquent apparait entre s.1 (PL non classés) et s.2 (PL non classés + PL CQA 4/5) en raison d'une proportion importantes de PL avec CQA 4/5 (33% des PL).

Le peu de différences entre les scénarii s.2, s.3 et s.4 s'explique par le faible nombre de véhicules en jeu : 2% des VL et 1% des VUL rentrent dans la catégorie non classé (NC).

L'application de restrictions supplémentaires sur les VUL (CQA 4/5 qui représentent 22% du parc de cette catégorie) dans les scénarii s.4.5 et s.5 concourt à une réduction plus importante des émissions notamment à l'échelon de la zone intra-périphérique.

Ainsi selon les scénarii envisagés, le périmètre joue un rôle primordial. Plus ce périmètre est important, plus les restrictions de circulation vont générer des réductions d'émissions conséquentes.

Par référence aux émissions totales du secteur routier, les scénarii s2 et s.4.5 (les plus réalistes en matière d'applicabilité à l'échelon de Saint-Etienne-Métropole) concourent aux réductions suivantes :

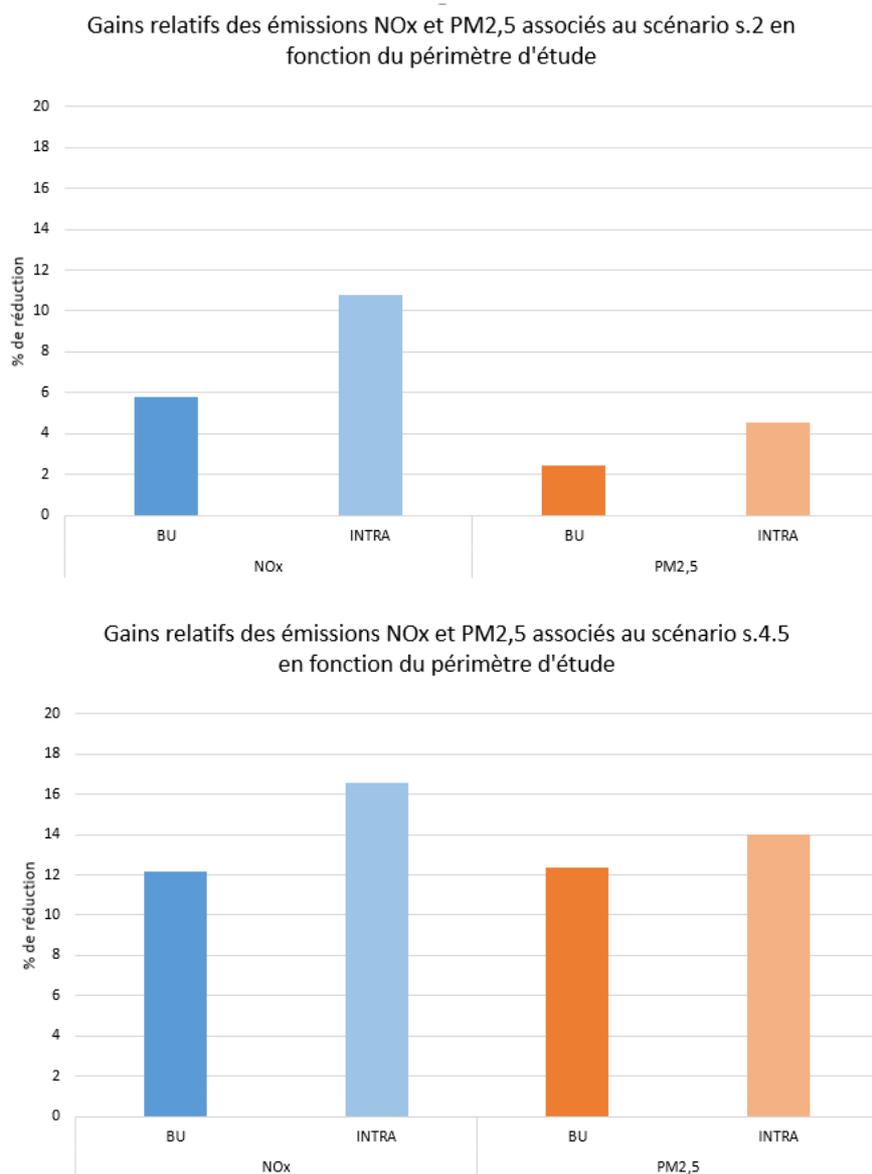


Figure 8. Pourcentage de réduction des émissions selon le scénario appliqué et le périmètre d'étude

Ainsi la mise en place des actions de régulation de circulation les plus ambitieuses envisagées dans cette étude (s.4.5 et s.5 avec un périmètre intra périphérique) pourrait permettre de réduire les émissions routières de NOx et PM2.5 de manière significative (de l'ordre de 15%). En raisonnant à l'échelle de l'ensemble de l'agglomération stéphanoise, les émissions routières seraient réduites de l'ordre de 2%.

4.2. Modélisation et exposition de la population

Il n'existe pas de relation proportionnelle entre la diminution des émissions locales évaluées dans le chapitre précédent et les concentrations en polluants attendues dans l'air. En effet, les polluants émis sont dispersés dans l'atmosphère au grès des phénomènes météorologiques. Aussi pour rendre compte de l'impact des réductions d'émissions attendues sur la qualité de l'air et sur l'exposition des populations, une modélisation annuelle des concentrations en polluants est nécessaire.

Elle a été réalisée en s'appuyant sur les données météorologiques de l'année 2017.

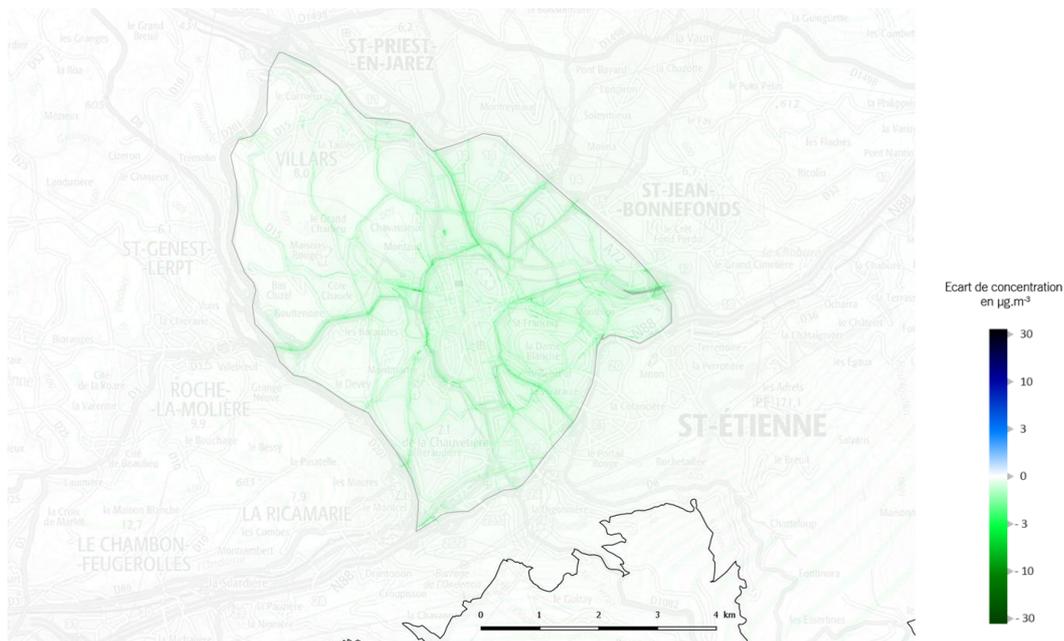
Les 3 scénarii modélisés sont :

- ✓ L'état initial de référence (Ref),
- ✓ Scénario 2 : interdiction permanente des PL classés en catégorie 4/5 ou non classés (c'est-à-dire les PL antérieurs à octobre 2009) sur la zone intra-périphérique,
- ✓ Scénario 4.5 : interdiction permanente des PL et VUL classés en catégorie 4/5 ou non classés sur la zone intra-périphérique.

L'interprétation des résultats repose sur l'analyse des différences attendus entre les 3 scénarii pour les 2 principaux polluants à enjeux sur les problématiques de trafic routier : le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules fines (PM_{2.5}).

Le dioxyde d'azote

La réduction des émissions d'oxyde d'azote s'accompagne d'une réduction des concentrations en NO₂ principalement à proximité des axes structurants les plus fréquentés. Les cartes de différences entre scénarii permettent de visualiser cet impact.



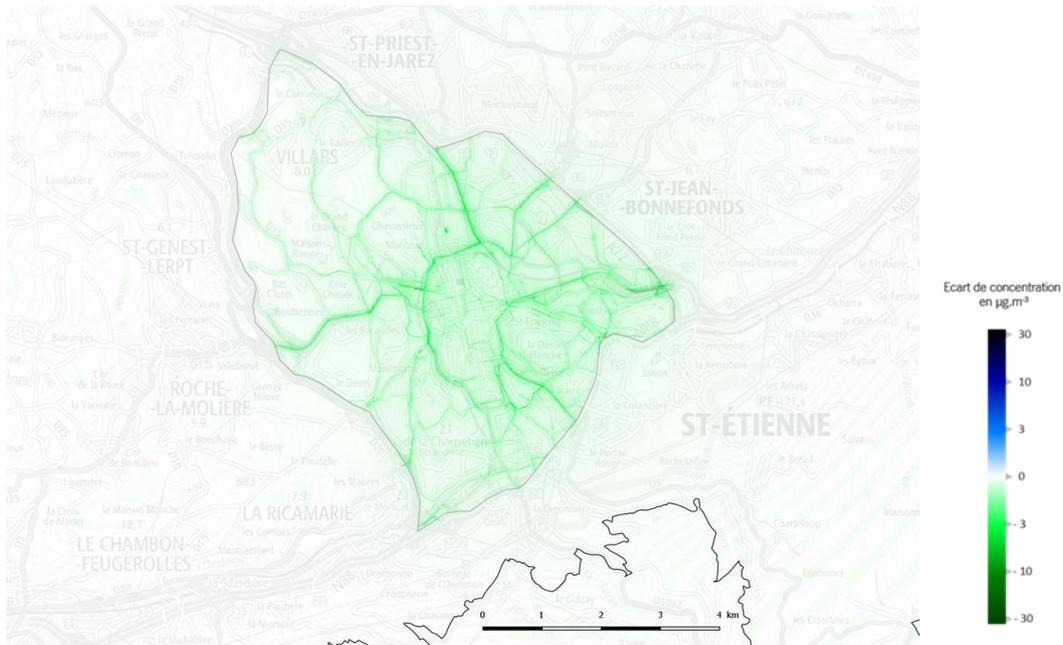


Figure 10. Ecart des concentrations en NO₂ entre Ref et s.4.5

Le croisement entre les données de concentrations et les données de population permet de rendre compte de l'impact sur les populations des différents scénarii.

A l'échelle de la zone intra-périphérique, l'indice d'exposition moyen de la population au NO₂ diminue respectivement de 0,4 µg/m³ et de 0,6 µg/m³ entre l'état initial et le scénario s.2 d'une part, et entre l'état initial et le scénario s.4.5 d'autre part.

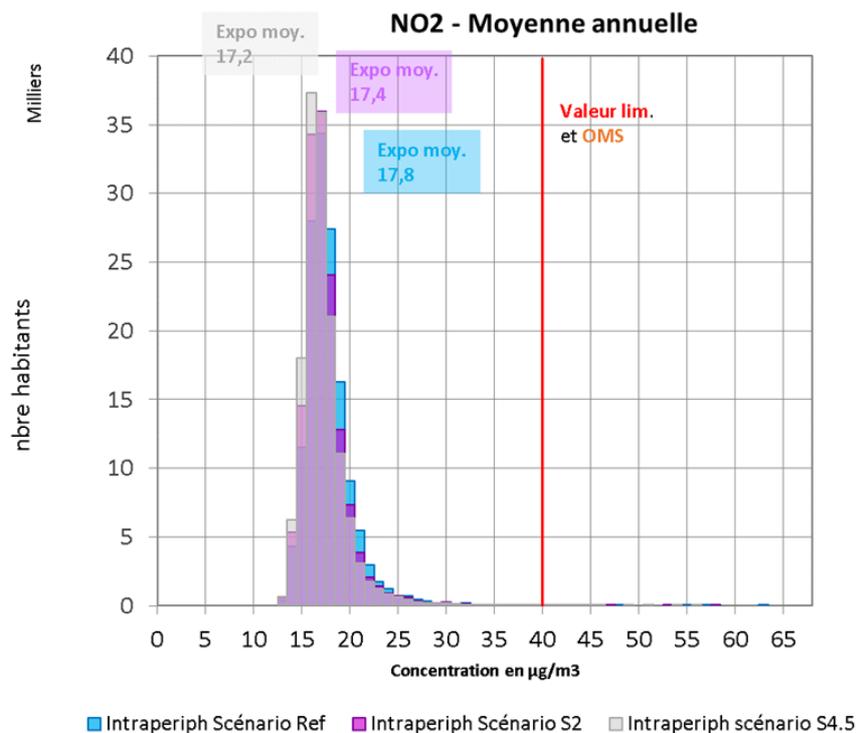


Figure 11. Distribution de la population exposée au NO₂ en fonction des scénarii

Si cette baisse de l'indice d'exposition moyen apparait toute relative (environ -3% entre le scénario de référence et le scénario 4.5), la population la plus exposée de la zone voit ses concentrations diminuer jusqu'à 8 µg/m³ dans le cas du scénario s.4.5.

En s'intéressant au 10% de la population la plus exposée, la concentration moyenne en NO₂ diminue de plus d'1 µg/m³ en passant de 23,3 µg/m³ (ref) à 22 µg/m³ (s4.5)

Ainsi on constate une baisse du nombre d'habitants exposés à un dépassement de la valeur limite réglementaire de l'ordre de 20% (< 100 habitants en situation de référence). Compte tenu du nombre de personnes concernés, ce chiffre doit être utilisé avec précaution (limite du modèle).

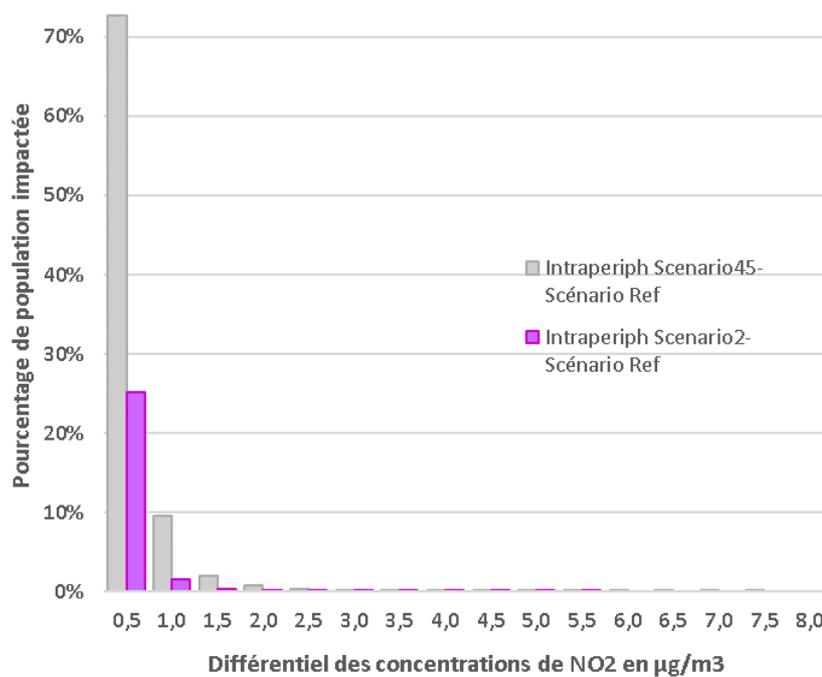


Figure 12 : Pourcentage de population impactée selon la diminution (différentiel) de la concentration moyenne annuelle de NO₂ Diminutions minimales selon les scénarii s.2 et s.4.5

Lecture des histogrammes : Plus de 70% de la population réside dans un lieu où le scénario s.4.5 entraîne une diminution de la concentration moyenne annuelle de NO₂ dans l'air ambiant extérieur supérieure à 0,5 µg/m³. 10 % de la population réside dans un lieu où la diminution est d'au moins 1 µg/m³ avec le scénario s 4.5 alors que l'impact est plus faible pour le scénario s2 où cette diminution concerne environ 2% de la population de la zone.

Les particules fines (PM_{2,5})

L'étude des différences relatives aux concentrations en PM_{2,5} entre l'état initial (Réf) et le scénario s.4.5 est présentée sur les cartes ci-dessous :

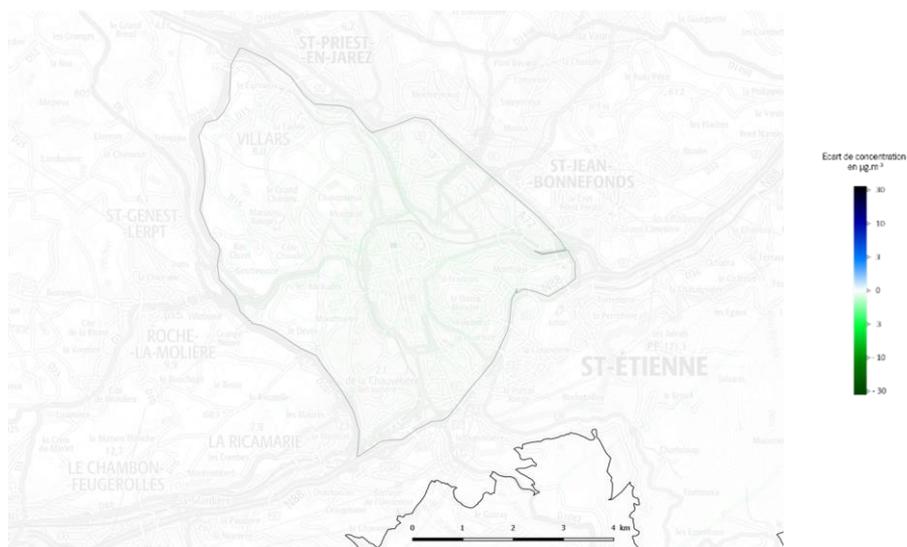


Figure 13. Ecart des concentrations en PM2.5 entre Ref et s.4.5

Les bénéfices apparaissent moins importants pour les PM2.5 que pour le NO₂. En effet, le trafic routier n'est pas la principale source de PM2,5 dans l'air (il s'agit du chauffage résidentiel). La diminution maximale est de l'ordre de 0,8 µg/m³.

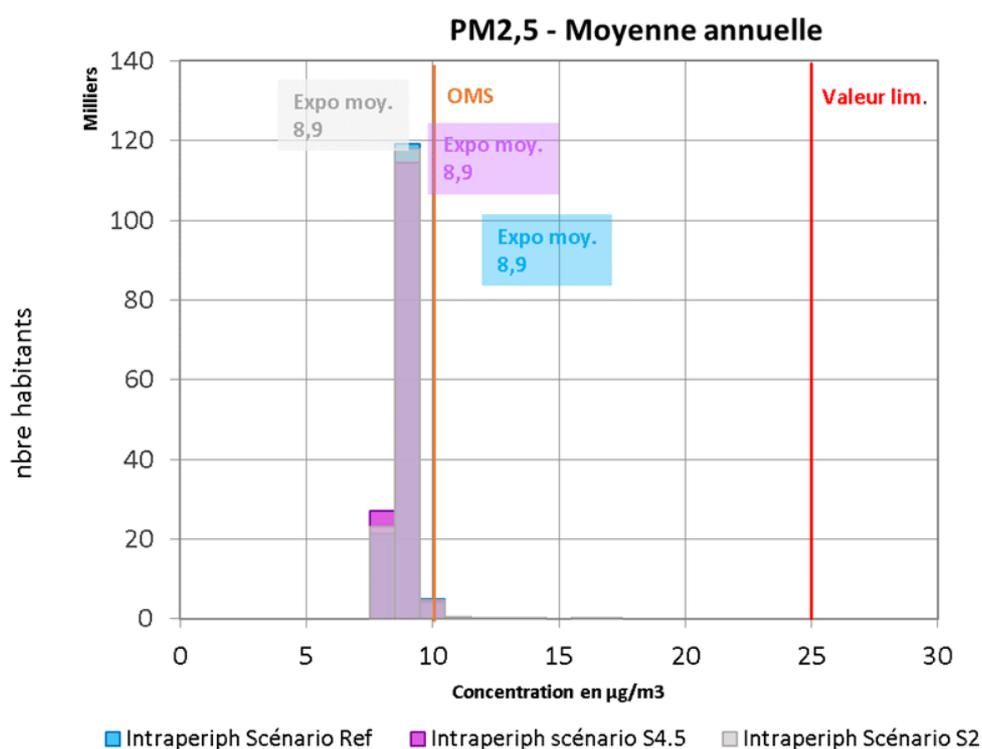


Figure 14. Distribution de la population exposée au PM2,5 en fonction des scenarii

L'ensemble des simulations montre que la valeur limite est respectée.

Néanmoins la comparaison entre l'état initial et les scenarii montre un effet significatif sur le nombre d'habitants exposés à un dépassement de la valeur recommandée par l'OMS qui passe de 5500 à 5000 avec le scénario s.2 et à 4 500 avec le scénario s.4.5, soit une diminution de l'ordre de 20%.

5. Conclusions et perspectives

Les simulations réalisées dans le cadre de cette étude ont permis d'évaluer le gain en émissions entre la situation actuelle (zone des Boulevards Urbains soumis à l'arrêté de restriction de circulation des PL >3,5 tonnes) et 6 scénarii différents (à l'échelle des Boulevards Urbains et de la zone intra-périphérique).

Les scénarios évoluent en fonction de la typologie des véhicules (PL, VL, VUL), ainsi que de leurs certificats Crit'air. La baisse des émissions est directement liée aux critères de restriction et aux gains attendus en matière de réduction du trafic automobile.

Parmi les scénarii étudiés, 2 paliers se dégagent :

- le passage du scénario 1 au scénario 2 (rajoutant une restriction des PL aux CQA 4 et 5 sur la plage 6h-11h),
- le passage du scénario 4 au scénario 4.5 (rajoutant une restriction des VUL aux CQA 4 et 5).

Afin d'évaluer l'impact des réductions d'émissions attendues sur la qualité de l'air et sur l'exposition des populations, une modélisation des concentrations en polluants a été réalisée pour ces 2 scénarii et comparée à l'état initial.

Au niveau du dioxyde d'azote, les gains en matière d'exposition moyenne de la population sont de l'ordre de 0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et de 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre l'état initial et le scénario s.2 d'une part, et entre l'état initial et le scénario s.4.5, avec des baisses de concentration jusqu'à 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ainsi on enregistre une diminution de l'ordre de 20% de la population concernée par un dépassement de la valeur limite au NO_2 en moyenne annuelle entre le scénario ref et le scénario 4.5.

Concernant les particules, un impact significatif est attendu pour les populations les plus exposées avec une réduction de 20% de la population soumise à un dépassement de la valeur cible OMS pour les $\text{PM}_{2.5}$ (9% entre état initial et s.2)

Ainsi, il apparait logiquement que plus le niveau de restriction est important (coupure CQA et étendu de la zone à faible émission) plus les gains en matière de réduction des émissions et d'exposition de la population sont conséquents.

Pour aller vers des réductions encore plus importantes et un respect de l'ensemble des valeurs recommandées par l'OMS, des restrictions relatives au véhicules particuliers pourraient être étudiées.

Annexes

ANNEXE 1 : Organisation générale de l'outil de calcul de émissions atmosphériques du transport routier MOCAT

