

# Zone à Faibles Emissions – mobilité Grand Annecy

---

Etude 2024

Diffusion : Mars 2024

---

Siège social :  
3 allée des Sorbiers 69500 BRON  
Tel. 09 72 26 48 90  
[contact@atmo-aura.fr](mailto: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 **(2024) Zone à Faibles Emissions – mobilité Grand Annecy – Etude 2024.**

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 des membres suivants :

Le Grand Annecy

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

<b>1. Introduction</b> .....	<b>7</b>
<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>7</b>
<b>2.1 Rappels du scénario modélisé dans l'étude</b> .....	<b>7</b>
<b>2.2 Méthodologie d'évaluation de l'impact sur les émissions et données utilisées</b> .....	<b>7</b>
2.2.1 Méthodologie générale .....	7
2.2.2 Connaissance des trafics.....	8
<b>2.3 Méthodologie de modélisation des concentrations et de calcul de l'exposition des populations</b> .....	<b>11</b>
2.3.1 Modélisation et évaluation de l'impact sur les concentrations .....	11
2.3.2 Evaluation de l'exposition des populations.....	12
<b>3. Les bénéfices environnementaux et sanitaires de la ZFE-m</b> .....	<b>13</b>
<b>3.1 Impact sur les émissions de polluants atmosphériques</b> .....	<b>13</b>
3.1.1 Impact sur les émissions d'oxydes d'azote NOx.....	13
3.1.2 Impact sur les émissions de particules fines PM10 et PM2,5 .....	14
3.1.3 Impact sur les émissions de dioxyde de carbone CO <sub>2</sub> .....	16
3.1.4 Synthèse de l'impact de la ZFE-m sur les émissions .....	17
<b>3.2 Impact sur les concentrations et l'exposition des populations</b> .....	<b>18</b>
3.2.1 Impact sur les concentrations et l'exposition au dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> .....	18
3.2.2 Impact sur les concentrations et l'exposition aux particules fines PM10.....	22
3.2.3 Impact sur les concentrations et l'exposition aux particules fines PM2,5.....	26
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>29</b>

# Illustrations

Figure 1 : Organisation générale de l'outil MOCAT.....	8
Figure 2 : Répartition des kilomètres parcourus selon la catégorie de véhicules dans le fil de l'eau 2030.....	10
Figure 3 : Répartition par Crit'air des kilomètres parcourus tous véhicules confondus sur le Grand Annecy .....	10
Figure 4 : Répartition par Crit'air des kilomètres parcourus tous véhicules confondus dans le périmètre ZFE-m.....	11
Figure 5 : Emissions de NOx calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy .....	13
Figure 6 : Emissions de NOx calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m.....	14
Figure 7 : Emissions de PM10 et PM2,5 calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy .....	15
Figure 8 : Emissions de PM10 et PM2,5 calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m .....	16
Figure 9 : Emissions de CO <sub>2</sub> calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy .....	17
Figure 10 : Emissions de CO <sub>2</sub> calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m.....	17
Figure 11 : Evolution des émissions du Grand Annecy entre 2022 et 2030 .....	18
Figure 12 : Moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Annecy.....	19
Figure 13 : Différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.....	20
Figure 14 : Différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup> entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030, zoom sur le périmètre ZFE-m .....	20
Figure 15 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 .....	21
Figure 16 : Expositions moyennes au NO <sub>2</sub> (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 .....	22
Figure 17 : Moyennes annuelles des concentrations de particules fines PM10 en µg/m <sup>3</sup> pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Annecy.....	23
Figure 18 : Différence des concentrations moyennes annuelles de particules fines PM10 en µg/m <sup>3</sup> entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.....	24
Figure 19 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM10 pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 .....	25
Figure 20 : Expositions moyennes aux PM10 (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.....	25
Figure 21 : Moyennes annuelles des concentrations de particules fines PM2,5 en µg/m <sup>3</sup> pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Annecy.....	26

<b>Figure 22 : Différence des concentrations moyennes annuelles de particules fines PM2,5 en <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math> entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.....</b>	<b>27</b>
<b>Figure 23 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM2,5 pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 .....</b>	<b>28</b>
<b>Figure 24 : Expositions moyennes aux PM2,5 (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.....</b>	<b>28</b>

# 1. Introduction

Ce rapport présente les résultats de l'étude prospective réalisée pour mesurer l'impact sur les polluants atmosphériques et les gaz à effet de serre de la mise en place du scénario final de la Zone à Faibles Émissions-mobilité (ZFE-m) sur le territoire de l'Agglomération du Grand Annecy en 2030.

Il comprend dans un premier temps l'évaluation de l'impact des restrictions de la ZFE-m sur les émissions de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre, puis dans un second temps l'évaluation de l'impact sur les concentrations de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), et de particules fines PM10 et PM2,5 et l'exposition de la population associée.

Cette évaluation repose sur des simulations réalisées par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre de cette étude : de la situation 2022 actuelle, de la situation 2030 fil de l'eau (sans ZFE-m) et de la situation 2030 avec ZFE-m.

## 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 du scénario modélisé dans l'étude

Interdiction des deux roues motorisés (DR), des véhicules particuliers (VP), véhicules utilitaires légers (VUL) et des poids lourds (PL) Crit'air NC, 5, 4 et 3 dans le périmètre ZFE-m en 2030.

### 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 1).

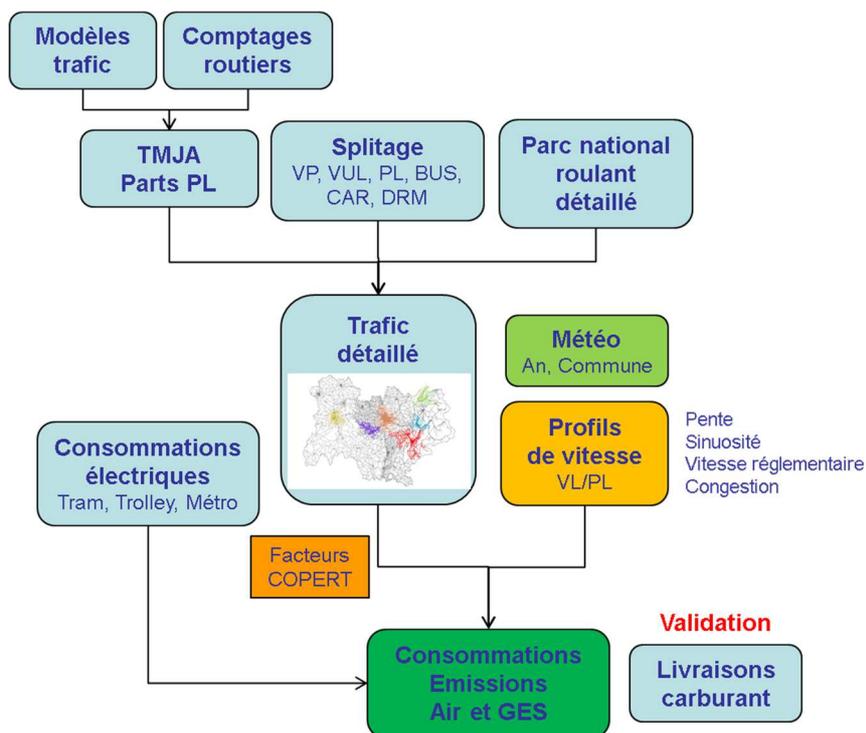


Figure 1 : Organisation générale de l'outil MOCAT

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) ;
- **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.

## 2.2.2 Connaissance des trafics

Les volumes de trafic utilisés proviennent du modèle trafic du Grand Anecy, fourni par Egis.

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

Ces trafics sont fournis pour les heures de pointe du matin et du soir. Ils sont détaillés par type de véhicules : VP, VUL et PL et par vignette Crit'air. Des coefficients de passage permettent de déterminer le trafic moyen jour annualisé, utilisé pour le calcul des émissions.

### **2.2.2.1 Parc employé**

Afin de décrire au mieux les véhicules roulant sur le territoire en 2030, un parc local de véhicules est créé. Pour les véhicules particuliers (VP), Véhicules Utilitaires Légers (VUL) et Poids Lourds (PL), les données du parc SDES sont utilisées. Elles décrivent les véhicules immatriculés sur chaque commune couverte par le modèle trafic au 01/01/2022 par carburant et vignette Crit'air.

Ce parc est raffiné par énergie et cylindrée/Poids Total Autorisé En Charge (PTAC) en utilisant les données du parc national CITEPA v2023. Pour les deux roues motorisés (DR) en l'absence de possibilité d'obtenir une information locale, c'est le parc roulant national qui est utilisé.

La projection tendancielle à 2030 de ce parc statique se fait grâce à l'outil MOCAT Parc développé par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Cet outil permet de croiser différentes hypothèses afin de décrire la part des véhicules sortant et entrant du parc à chaque échéance :

- Les hypothèses de survie des véhicules par rapport à leur âge sont issues des hypothèses nationales AME (Avec Mesures Existantes) v2022
- La répartition des véhicules neufs entrant tendanciellement selon leur motorisation est établie à partir :
  - o Des ventes nationales 2020 de véhicules neufs ;
  - o Des hypothèses nationales AME V2022.

### **2.2.2.2 Focus sur les kilomètres parcourus**

La grande majorité des kilomètres parcourus au niveau du Grand Annecy est réalisée par des voitures particulières (VP). La proportion de BUS et VUL est plus importante dans le périmètre ZFE-m. La part des deux roues motorisés (DR) est identique dans les deux périmètres (Figure 2). Les kilomètres parcourus dans le périmètre ZFE-m représentent environ 14% du total des kilomètres parcourus du Grand Annecy.



Figure 2 : Répartition des kilomètres parcourus selon la catégorie de véhicules dans le fil de l'eau 2030

La mise en place des restrictions ZFE-m permet une accélération du renouvellement tendanciel du parc roulant et ainsi une amélioration du parc de véhicules (Figure 3 et Figure 4).

En 2030, les restrictions sur les VP, VUL et PL Crit'air 3 et plus concernent 4% des VP, 8% des VUL et 14% des PL. Elles entraînent une quasi-disparition de ces véhicules dans le périmètre ZFE-m au profit de véhicules Crit'air 1 et Vert. L'impact est également sensible à l'extérieur du périmètre ZFE-m, avec une baisse de 43% des kilomètres parcourus par les véhicules Crit'air 3 et plus par rapport à la situation 2030 fil de l'eau.

La mise en place de la ZFE-m entraîne en revanche une baisse des kilomètres parcourus due au report modal des véhicules impactés par les restrictions négligeable, inférieure à 0.5% par rapport à la situation fil de l'eau 2030.

### Répartition par Crit'air des kilomètres parcourus Grand Anancy

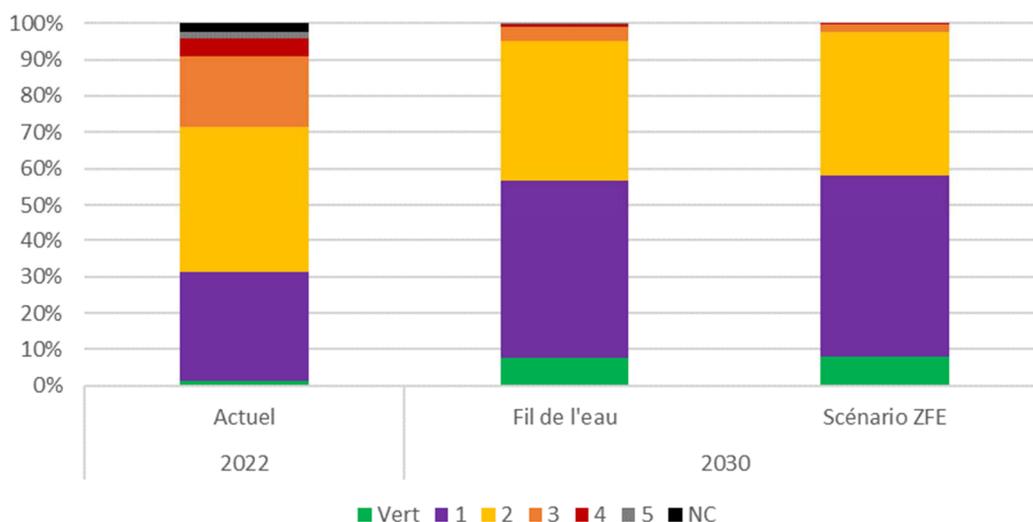


Figure 3 : Répartition par Crit'air des kilomètres parcourus tous véhicules confondus sur le Grand Anancy

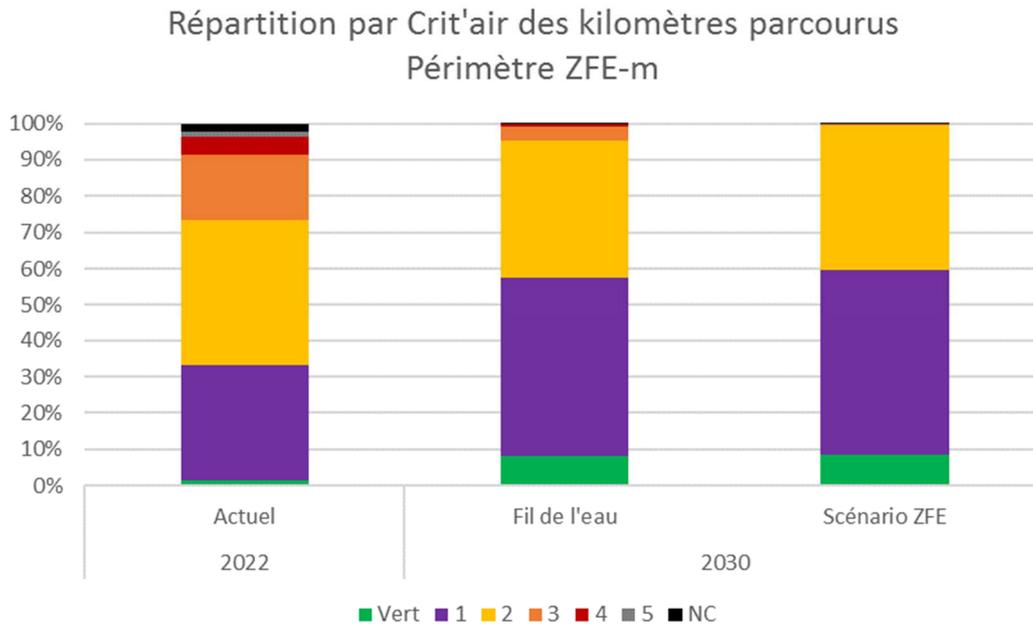


Figure 4 : Répartition par Crit'air des kilomètres parcourus tous véhicules confondus dans le périmètre ZFE-m

## 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 2022 pour tous les scénarios. Le fond régional utilisé, identique pour tous les scénarios et représentant les concentrations dues aux sources hors trafic (chauffage, industrie, agriculture...), est issue de la situation tendancielle 2027 calculée dans le cadre de travaux sur les Plan de Protection de l'Atmosphère effectuées en 2020. Il s'agit donc d'une estimation des concentrations de fond en 2030 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.

<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.

### 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 2019.

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 :

$$IPP = \frac{\sum_i (Concentration_i \times Population_i)}{\sum_i Population_i}$$

où  $i$  correspond à la maille de calcul. Il correspond à la moyenne des concentrations modélisées sur une zone, pondérée par la population et représente l'exposition moyenne des habitants d'une zone à un polluant.

### 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 des restrictions ZFE-m permet des réductions d'émissions de NOx sur le périmètre ZFE-m mais également à l'échelle du Grand Annecy (Figure 5 et Figure 6).

Par rapport à la situation fil de l'eau 2030, l'interdiction de circuler des VP, VUL et PL Crit'air 3 et plus dans le périmètre central entraîne sur les émissions de NOx :

- Pour les VP, une baisse de 11% dans le périmètre ZFE-m et de 6% à l'échelle du Grand Annecy
- Pour les VUL, une baisse de 24% dans le périmètre ZFE-m et de 17% à l'échelle du Grand Annecy
- Pour les PL, une baisse de 42% dans le périmètre ZFE-m et de 28% à l'échelle du Grand Annecy

L'impact de l'interdiction des véhicules Crit'air 3 et plus est plus important pour le transport de marchandises (VUL et PL) car la part de véhicules impactés est plus importantes pour ces véhicules.

Au total, la mise en place de la ZFE-m entraîne une baisse de 17% des émissions de NOx du périmètre ZFE-m et une baisse de 11% sur le Grand Annecy, par rapport à la situation 2030 fil de l'eau sans restriction.

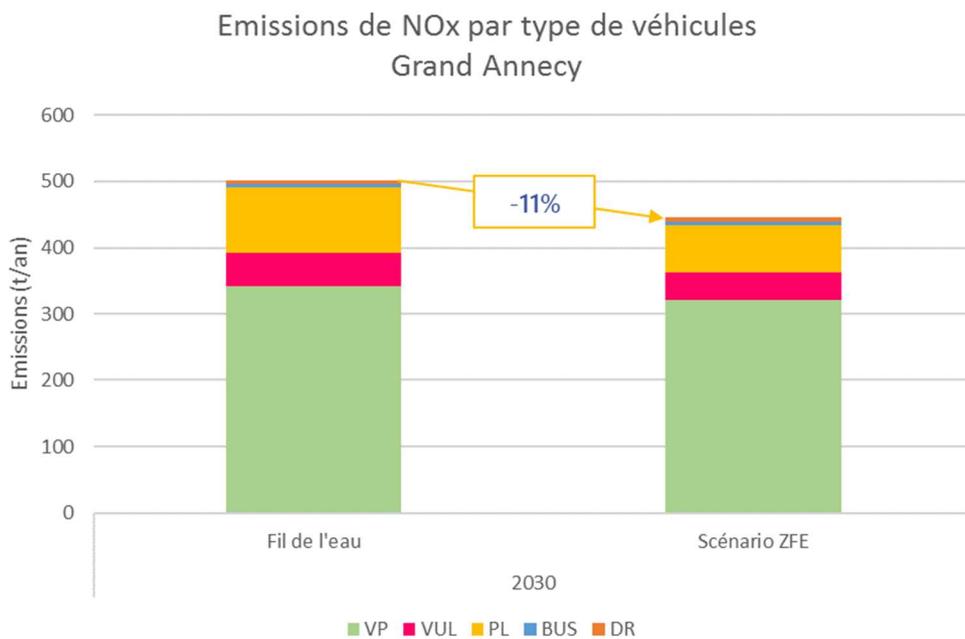


Figure 5 : Emissions de NOx calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy

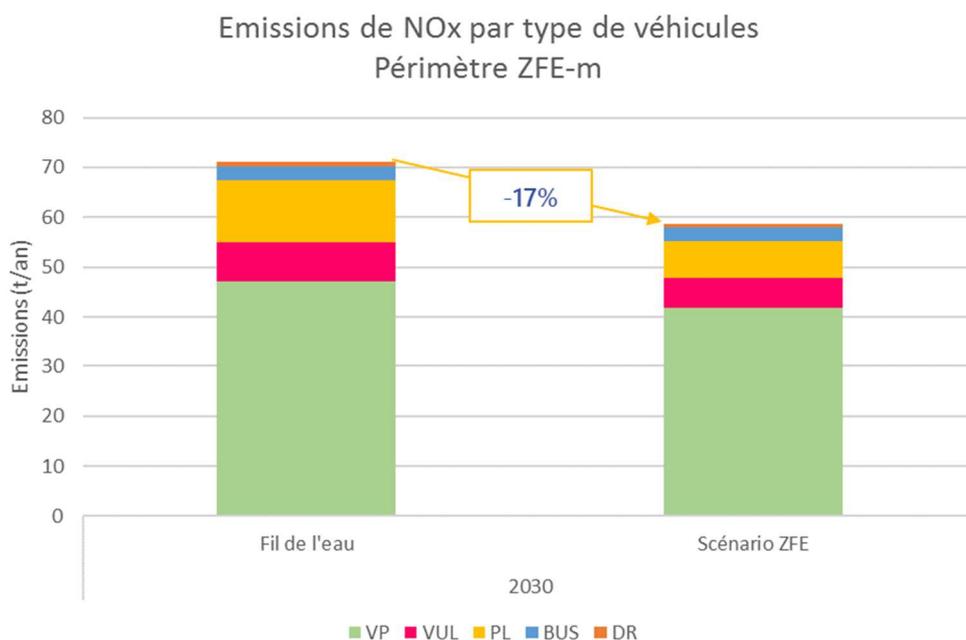


Figure 6 : Emissions de NOx calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m

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

Les émissions de particules du trafic routier proviennent de différents facteurs : la combustion du carburant, l'usure des freins lors du freinage et de celle des pneus sur la route. Les émissions de particules PM10 et PM2,5 du trafic routier issues de l'échappement sont très liées, aussi les évolutions de ces deux types de particules sont similaires.

La mise en place des restrictions ZFE-m permet de faibles réductions d'émissions de particules fines PM10 et PM2,5 (Figure 7 et Figure 8). L'impact de la ZFE-m sur les émissions de particules est la plus forte sur les VUL, avec une baisse sur le Grand Annecy de 10% des émissions de PM10 et 16% des émissions de PM2,5 par rapport à la situation fil de l'eau 2030. Pour les VP et PL, les gains liés à la ZFE-m sont inférieurs à 6% pour les deux polluants.

Au total, la mise en place de la ZFE-m entraîne une baisse de 5% des émissions de PM10 et 8% des émissions de PM2,5 sur le périmètre ZFE-m, par rapport à la situation fil de l'eau 2030. A l'échelle du Grand Annecy, les émissions de PM10 diminuent de 4% et les émissions de PM2,5 de 6%.



Figure 7 : Emissions de PM10 et PM2,5 calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy

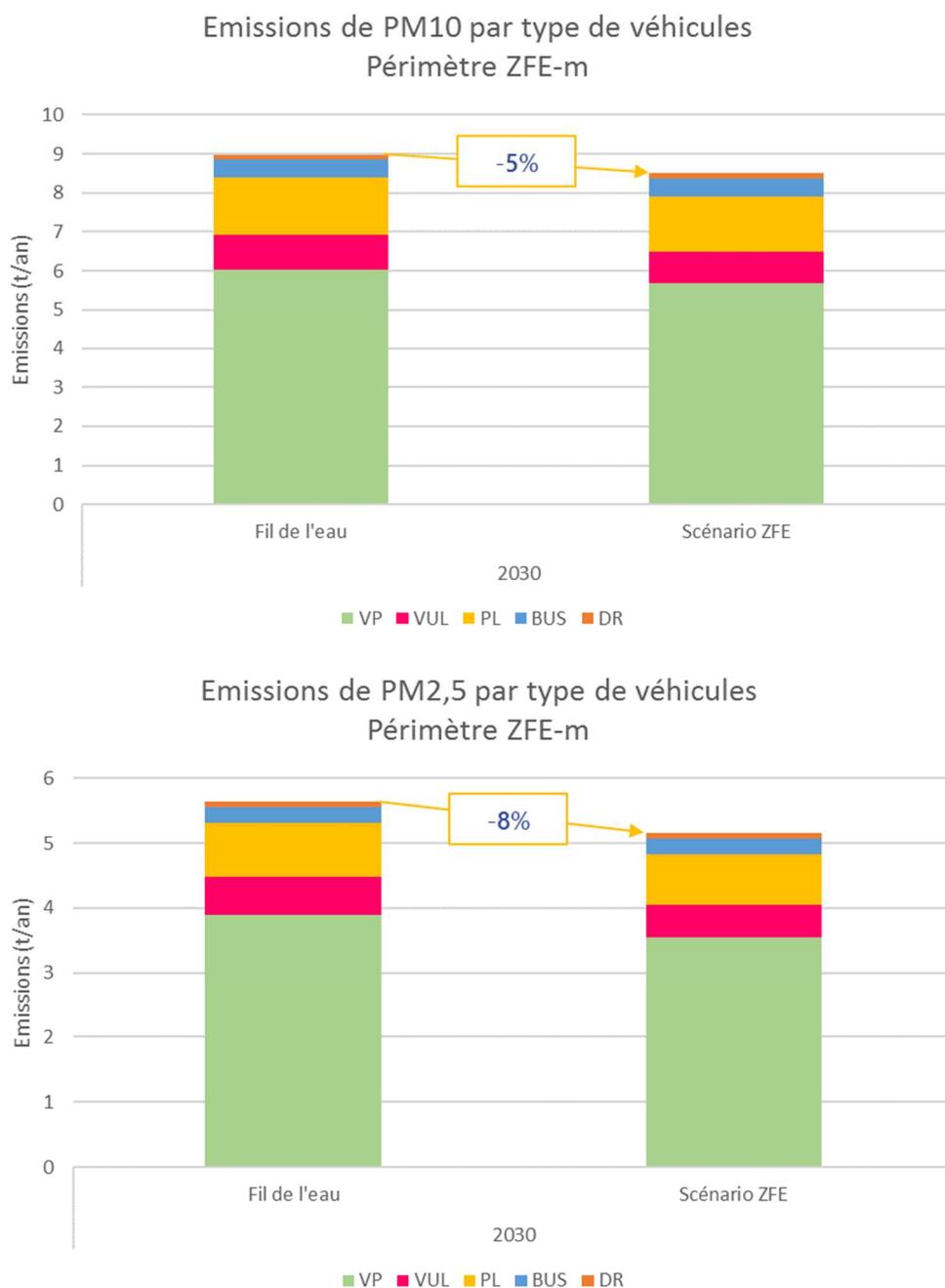


Figure 8 : Emissions de PM10 et PM2,5 calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m

### 3.1.3 Impact sur les émissions de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>

Les émissions de dioxyde de carbone CO<sub>2</sub> présentées sont d'origine anthropique. Par convention, les émissions de CO<sub>2</sub> des biocarburants sont considérées comme neutre en carbone.

La mise en place de la ZFE-m a un impact négligeable sur les émissions de CO<sub>2</sub>, avec une baisse des émissions par rapport à la situation 2030 fil de l'eau sans restriction de 0.5% sur le périmètre ZFE-m et le Grand Annecy.

Les émissions de CO<sub>2</sub> des véhicules sont liées à la consommation des véhicules : seul le renouvellement massif vers des véhicules électriques permet des gains significatifs de ce polluant.

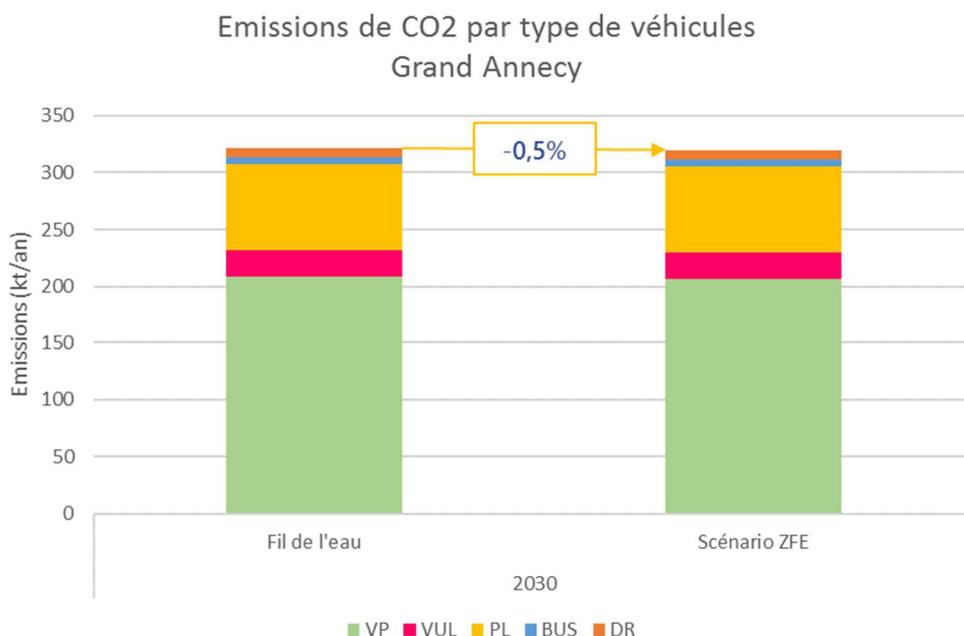


Figure 9 : Emissions de CO<sub>2</sub> calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le Grand Annecy

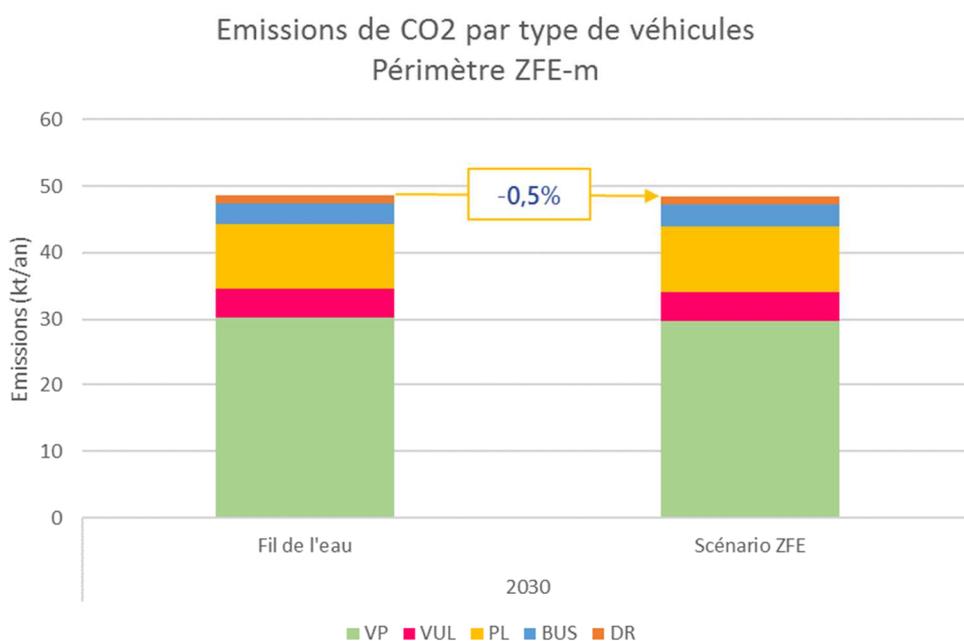


Figure 10 : Emissions de CO<sub>2</sub> calculées en 2030 pour le fil de l'eau et le scénario ZFE-m sur le périmètre ZFE-m

### 3.1.4 Synthèse de l'impact de la ZFE-m sur les émissions

Les émissions des différents polluants diminuent tendanciellement grâce à la modernisation du parc de véhicule en circulation. Entre 2022 et 2030, les émissions baissent de ce fait sur le Grand Annecy, allant d'une diminution de 10% pour les émissions de CO<sub>2</sub> et atteignant une baisse de 59% dans le cas des émissions de NO<sub>x</sub> (Figure 11).

La mise en place de restriction ZFE-m permet d'accélérer l'amélioration du parc roulant en forçant la sortie de certains véhicules. L'interdiction de circulation des VP, VUL et PL Crit'air 3 et plus dans le périmètre ZFE-m entraîne ainsi un gain supplémentaire par rapport à la baisse tendancielle. Ce dernier reste cependant modéré et est inférieur à 5% pour l'ensemble des polluants.

Evolution des émissions du Grand Annecy  
entre la situation 2022 et les scénarios ZFE-m 2030

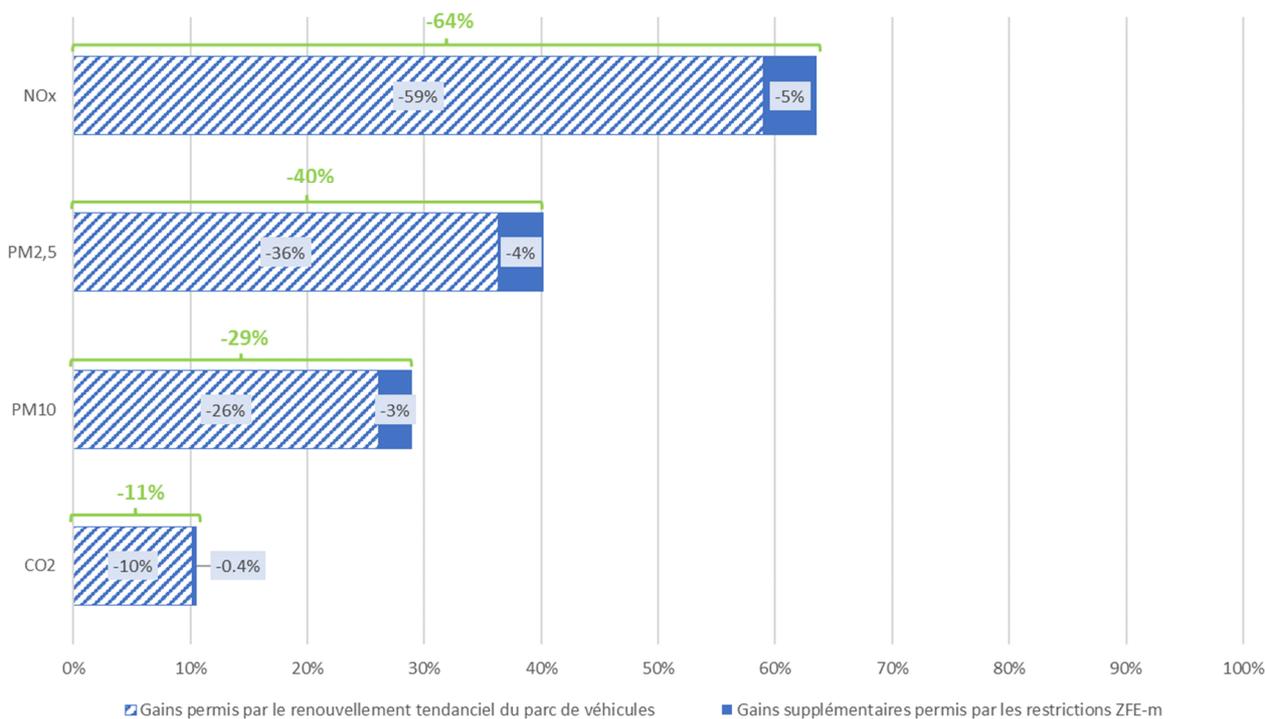


Figure 11 : Evolution des émissions du Grand Annecy entre 2022 et 2030

## 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>

#### Concentrations moyenne de NO<sub>2</sub> en 2030

En situation tendancielle 2030, les concentrations de dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> les plus importantes sont observées aux abords des axes à fort trafic du Grand Annecy, comme les autoroutes ou la rocade (Figure 12). Aucun dépassement de la valeur limite réglementaire du NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) n'est constaté.

Par rapport au fil de l'eau 2030, la mise en place des restrictions ZFE-m permet des baisses en concentrations de NO<sub>2</sub> significatives (supérieures à 1 µg/m<sup>3</sup>) uniquement en proximité des axes à fort trafic du périmètre ZFE-m, avec des gains compris entre 2 et 3 µg/m<sup>3</sup>.

Les restrictions de la ZFE-m n'ont pas d'impact significatifs sur les concentrations de NO<sub>2</sub> en fond urbain et hors du périmètre ZFE-m. L'effet de la ZFE-m est également limité sur l'autoroute A41, avec des baisses de concentrations inférieures à 1.5 µg/m<sup>3</sup> (Figure 13 et Figure 14).

CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> MODELISEE EN 2030 FIL DE L'EAU (SANS ZFE-M)

CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> MODELISEE EN 2030 AVEC LA ZFE-M

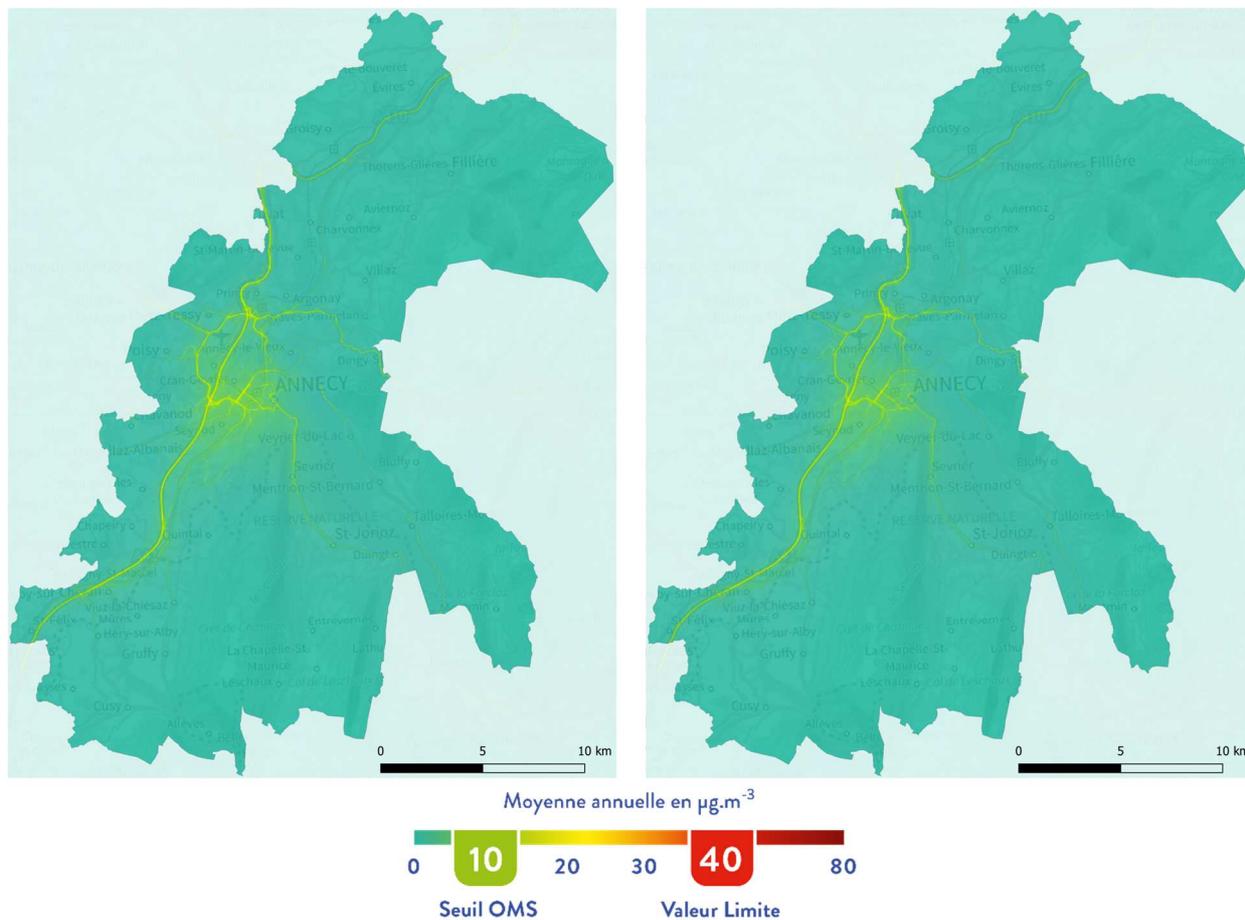


Figure 12 : Moyennes annuelles des concentrations en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Ancey

### GAINS DES CONCENTRATIONS ENTRE LE FIL DE L'EAU 2030 ET SCENARIO ZFE-M 2030

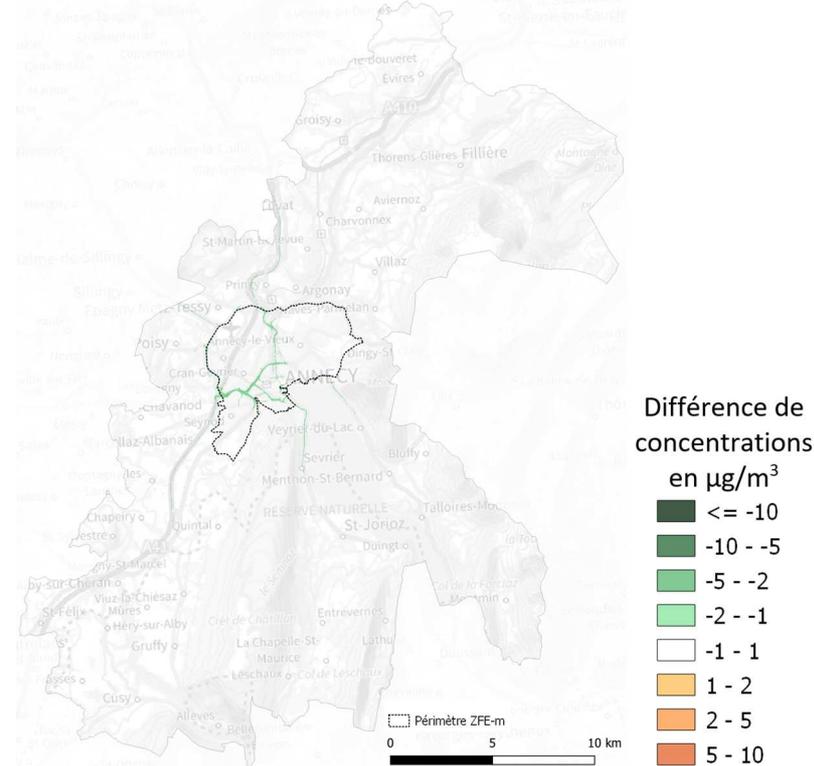


Figure 13 : Différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

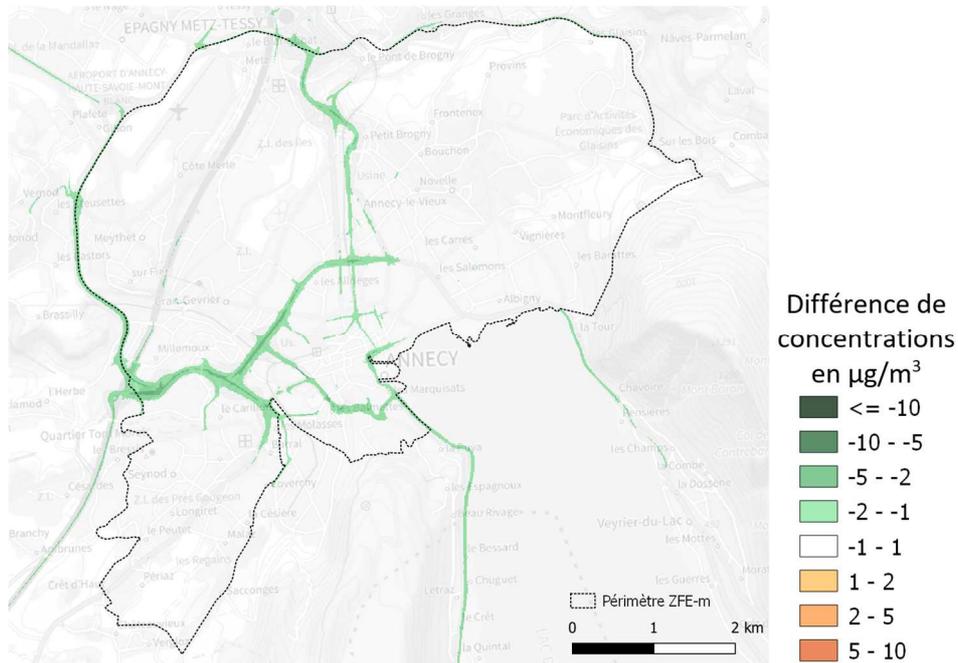


Figure 14 : Différence des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030, zoom sur le périmètre ZFE-m

### Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en $\text{NO}_2$

L'exposition de la population au dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$  diminue fortement entre 2022 et 2030 sur le Grand Anney (Tableau 1 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**).

Dès 2022, aucun habitant du Grand Anney n'est exposé à des dépassement de la valeur limite réglementaires ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). En situation fil de l'eau 2030, plus aucun habitant n'est exposé à des dépassements de la valeur

limite européenne envisagée dans le projet de nouvelle directive et qui prévoit en 2030 un seuil de 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , contre près de 23 000 habitants en 2022. Plus de 120 000 habitants passent sous le seuil de recommandation de l'OMS (10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2030, mais un tiers de la population, située en grande majorité dans le périmètre ZFE-m, est encore exposée à des dépassements de cette valeur.

La mise en place de la ZFE-m permet de passer 13 500 habitants supplémentaires sous le seuil recommandé par l'OMS en 2030.

Grand Anancy Moyenne annuelle NO <sub>2</sub>	2022	2030	
	Actuel	Fil de l'eau	Scénario ZFE-m
<b>Valeur limite réglementaire (40 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	0 hab 0%	0 hab 0%	0 hab 0%
<b>Valeur limite UE 2030 -projet de directive (20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	22 900 hab 11.1%	0 hab 0%	0 hab 0%
<b>Niveau recommandé OMS (10 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	189 230 hab 91.3%	69 000 hab 33.3%	55 500 hab 26.8%

Tableau 1 : Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> modélisées pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

Entre 2022 et 2030, l'exposition moyenne de la population au dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> diminue tendanciellement de 41% sur le territoire du Grand Anancy (Figure 15 et Figure 16), passant de 14.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2022 à 8.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2030. L'exposition moyenne au NO<sub>2</sub> est supérieure à l'intérieur du périmètre ZFE-m, du fait de sources d'émissions, comme le trafic routier, plus nombreuses.

La mise en place de la ZFE-m entraîne une légère évolution de la distribution de l'exposition de la population du Grand Anancy au dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>. L'exposition moyenne de la population diminue ainsi de 0.5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à l'intérieur du périmètre ZFE-m et de 0.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le territoire du Grand Anancy.

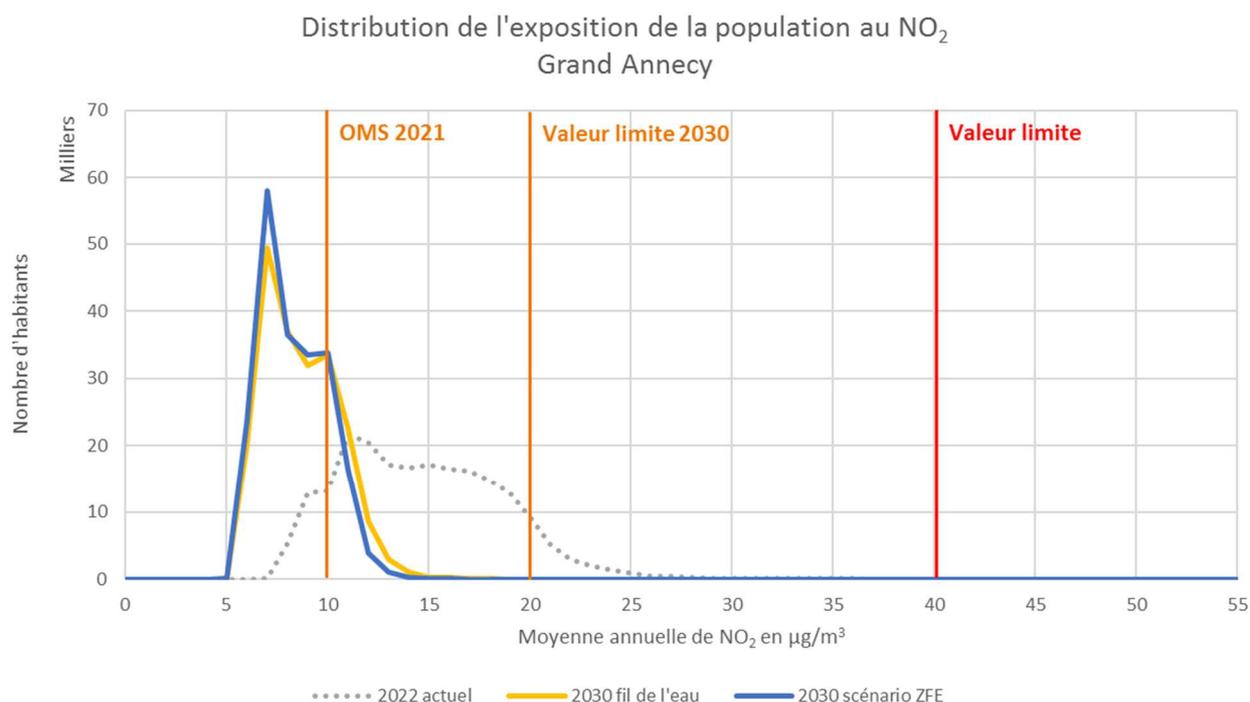


Figure 15 : Distribution de l'exposition de la population au dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030. La VL 2030 correspond au projet de directive européenne.

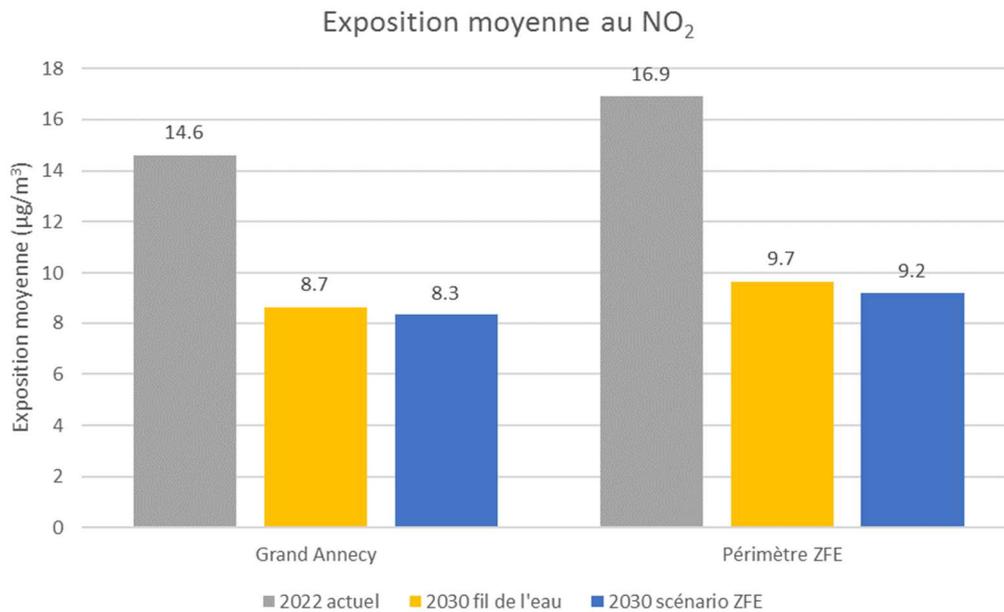


Figure 16 : Expositions moyennes au NO<sub>2</sub> (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030.

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

#### Concentrations moyenne de PM10 en 2030

Contrairement aux oxydes d'azote, pour lesquels la source majoritaire d'émissions dans l'air est le trafic routier, les concentrations en particules fines PM10 résultent d'une part des émissions locales (chauffage, trafic et industrie en particulier), des émissions extérieures au territoire et de la formation de particules dites secondaires par transformation d'autres polluants (oxydes d'azote et de soufre, ammoniac...). En 2022, les PM10 ne sont émises qu'à hauteur d'environ 20% par les transports routiers.

Les concentrations de PM10 sont assez homogènes sur le territoire, avec des concentrations cependant plus élevées dans Annecy, causées par des émissions locales plus importantes (Figure 17).

Par rapport au fil de l'eau 2030, la mise en place des restrictions ZFE-m ne permet pas des baisses de concentrations de PM10 significatives, y compris dans le périmètre ZFE-m.

CONCENTRATIONS DE PM10 MODELISEE EN 2030 FIL DE L'EAU (SANS ZFE-M)

CONCENTRATIONS DE PM10 MODELISEE EN 2030 AVEC LA ZFE-M

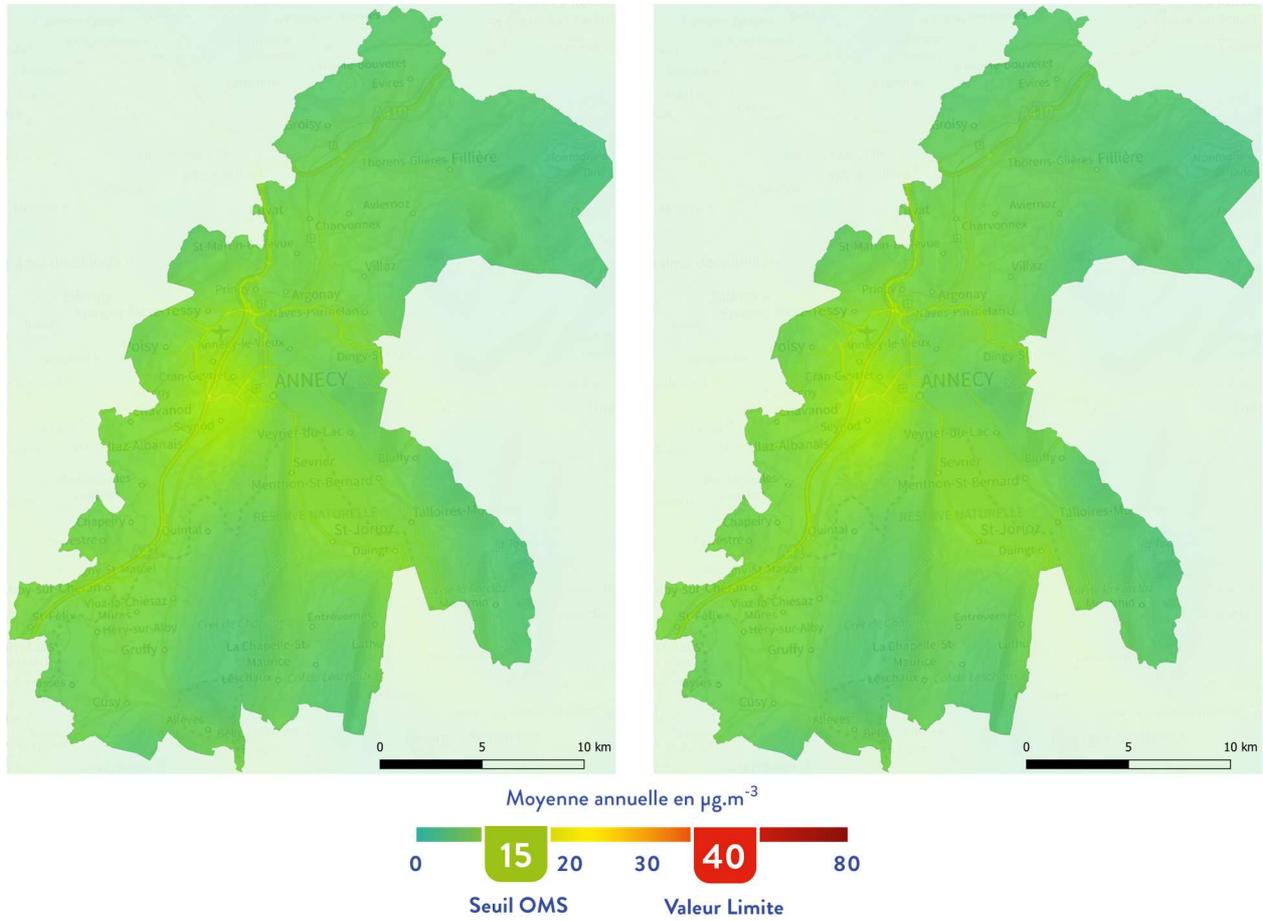


Figure 17 : Moyennes annuelles des concentrations de particules fines PM10 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Anancy

## GAINS DES CONCENTRATIONS ENTRE LE FIL DE L'EAU 2030 ET SCENARIO ZFE-m 2030

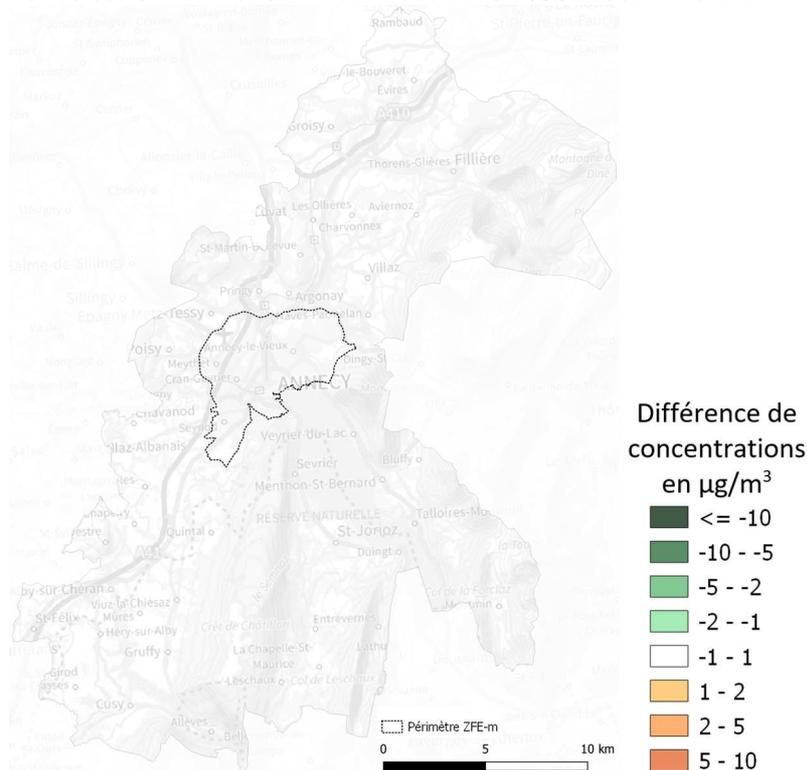


Figure 18 : Différence des concentrations moyennes annuelles de particules fines PM10 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

### Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en PM10

Aucun habitant du Grand Anancy n'est exposé à des dépassements de la valeur limite réglementaire ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les PM10 aux deux échéances, 2022 et 2030 (Tableau 2). En situation fil de l'eau 2030, plus aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur limite européenne 2030 envisagée dans le projet de nouvelle directive ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), contre 2 400 en 2022. Plus de 124 000 habitants passent sous le seuil de recommandation de l'OMS ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2030, mais 23% de la population, située en grande majorité dans le périmètre ZFE-m, est encore exposée à des dépassements de cette valeur.

La mise en place de la ZFE-m a un effet peu significatif sur l'exposition de la population au PM10 et permet de passer seulement 1 000 habitants du Grand Anancy sous le seuil de recommandation de l'OMS pour les PM10.

Grand Anancy Moyenne annuelle PM10	2022	2030	
	Actuel	Fil de l'eau	Scénario ZFE-m
Valeur limite ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	0 hab 0%	0 hab 0%	0 hab 0%
Valeur limite UE 2030 – projet de directive ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	2 400 hab 1.2%	0 hab 0%	0 hab 0%
Niveau recommandé OMS ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )	171 300 hab 82.6%	47 000 hab 22.7%	46 000 hab 22.2%

Tableau 2: Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en particules fines PM10 modélisées pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

Entre 2022 et 2030, l'exposition moyenne de la population aux particules fines PM10 diminue tendanciellement de 17% sur le territoire du Grand Annecy (Figure 19 et Figure 20), passant de 16.2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2022 à 13.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2030.

La mise en place de la ZFE-m n'a aucun impact sur l'exposition de la population du Grand Annecy aux PM10.

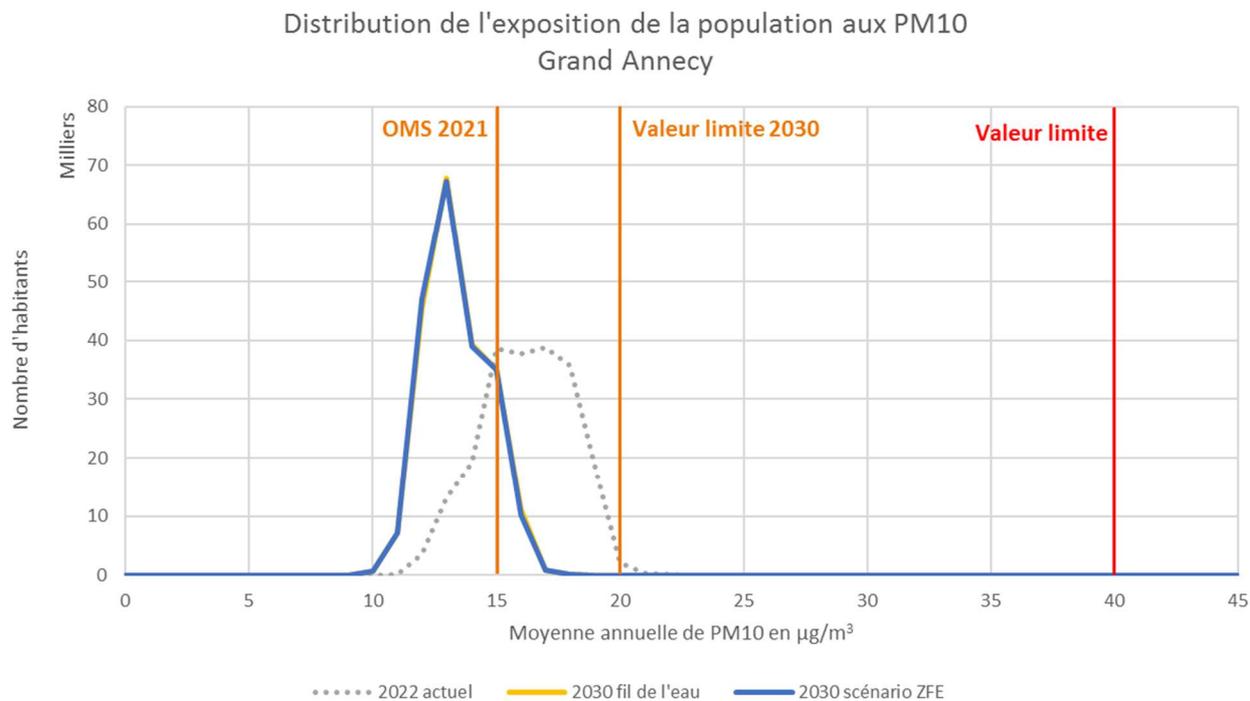


Figure 19 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM10 pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030. La VL 2030 correspond au projet de directive européenne.

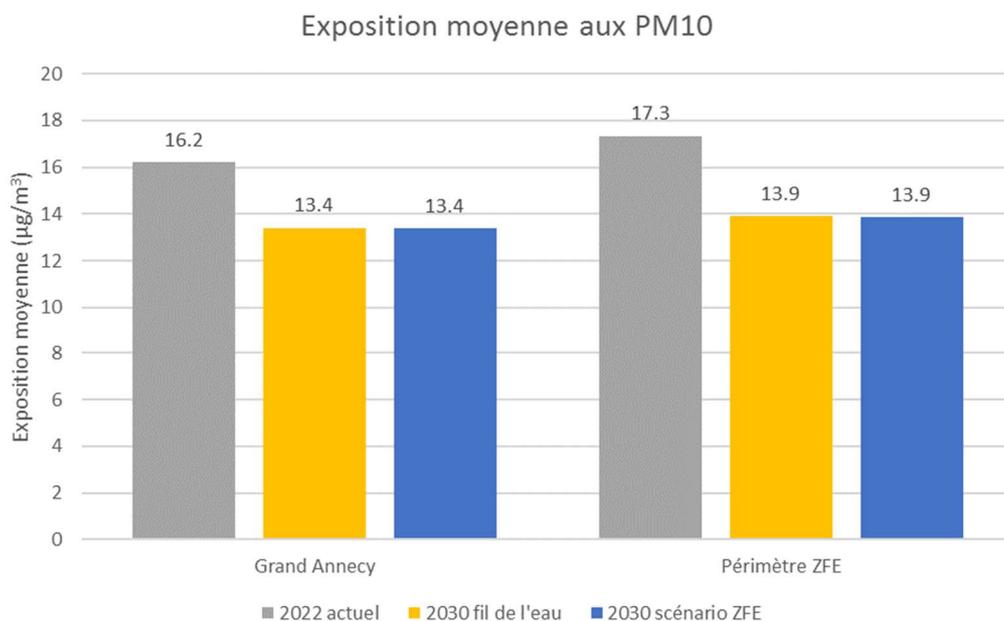


Figure 20 : Expositions moyennes aux PM10 (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

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

Concentrations moyenne de PM2,5 en 2030

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 21).

Par rapport au fil de l'eau 2030, la mise en place des restrictions ZFE-m ne permet pas des baisses de concentrations de PM2,5 significatives, y compris dans le périmètre ZFE-m.

CONCENTRATIONS DE PM2,5 MODELISEE EN 2030 FIL DE L'EAU (SANS ZFE-M)

CONCENTRATIONS DE PM2,5 MODELISEE EN 2030 AVEC LA ZFE-M

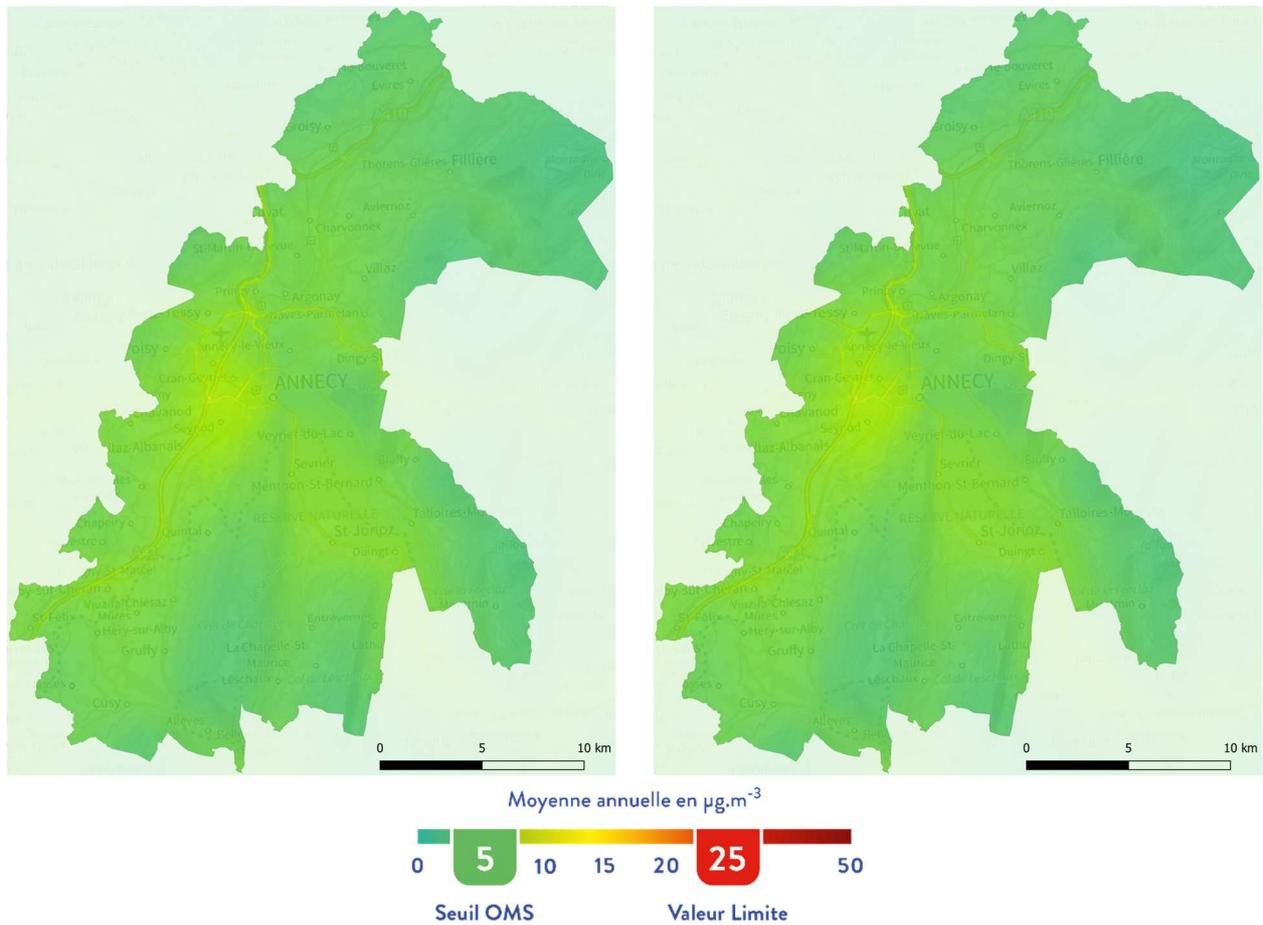


Figure 21 : Moyennes annuelles des concentrations de particules fines PM2,5 en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030 sur le Grand Ancey

## GAINS DES CONCENTRATIONS ENTRE LE FIL DE L'EAU 2030 ET SCENARIO ZFE-m 2030

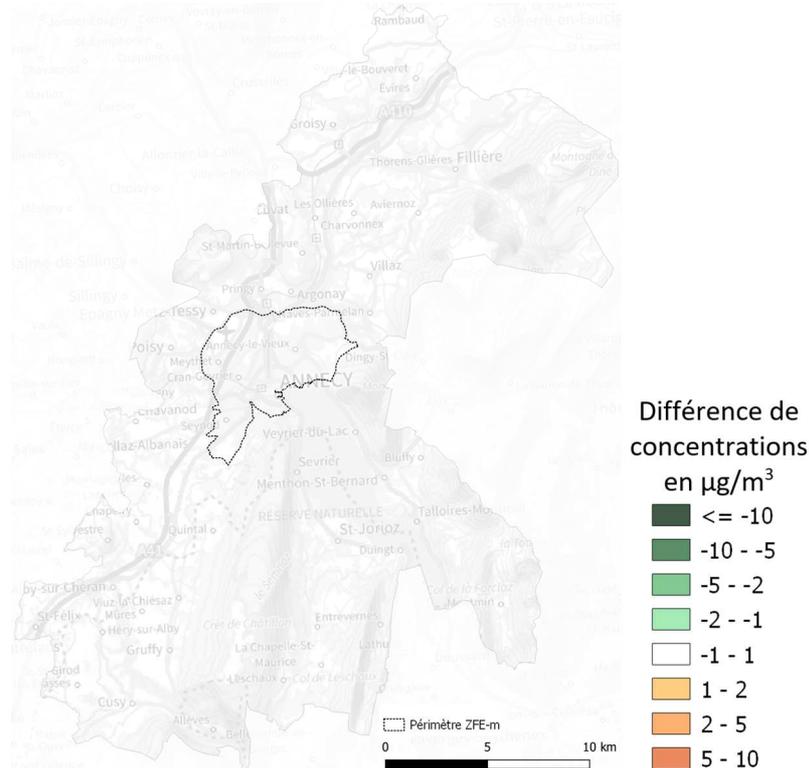


Figure 22 : Différence des concentrations moyennes annuelles de particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  entre le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

### Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en $\text{PM}_{2,5}$

Aucun habitant du Grand Anancy n'est exposé à des dépassements de la valeur limite réglementaire pour les  $\text{PM}_{2,5}$  ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) aux deux échéances, 2022 et 2030 (Tableau 3).

En situation fil de l'eau 2030, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures à la valeur du projet de nouvelle directive européenne qui fixe une nouvelle valeur limite européenne 2030 ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), contre 52% de la population en 2022. La quasi-totalité de la population du Grand Anancy restent exposées à un dépassement du seuil de recommandation de l'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en 2030.

La mise en place de la ZFE-m ne permet pas d'agir sur l'exposition de la population soumises à des concentrations supérieures au seuil recommandé par l'OMS pour les  $\text{PM}_{2,5}$ .

Grand Anancy Moyenne annuelle $\text{PM}_{2,5}$	2022	2030	
	Actuel	Fil de l'eau	Scénario ZFE-m
<b>Valeur limite (<math>25 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	0 hab 0%	0 hab 0%	0 hab 0%
<b>Valeur limite UE 2030 – projet de directive (<math>10 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	109 100 hab 52.6%	0 hab 0%	0 hab 0%
<b>Niveau recommandé OMS (<math>5 \mu\text{g}/\text{m}^3</math>)</b>	207 300 hab 100%	207 200 hab 99.9%	207 200 hab 99.9%

Tableau 3: Exposition de la population à des dépassements de la valeur réglementaire en particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  modélisées pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

Entre 2022 et 2030, l'exposition moyenne de la population aux particules fines PM<sub>2,5</sub> diminue tendanciellement de 22% sur le territoire du Grand Annecy (Figure 23 et Figure 24), passant de 9.4 µg/m<sup>3</sup> en 2022 à 7.3 µg/m<sup>3</sup> en 2030.

La mise en place de la ZFE-m n'a aucun impact sur l'exposition de la population du Grand Annecy aux PM<sub>2,5</sub>.

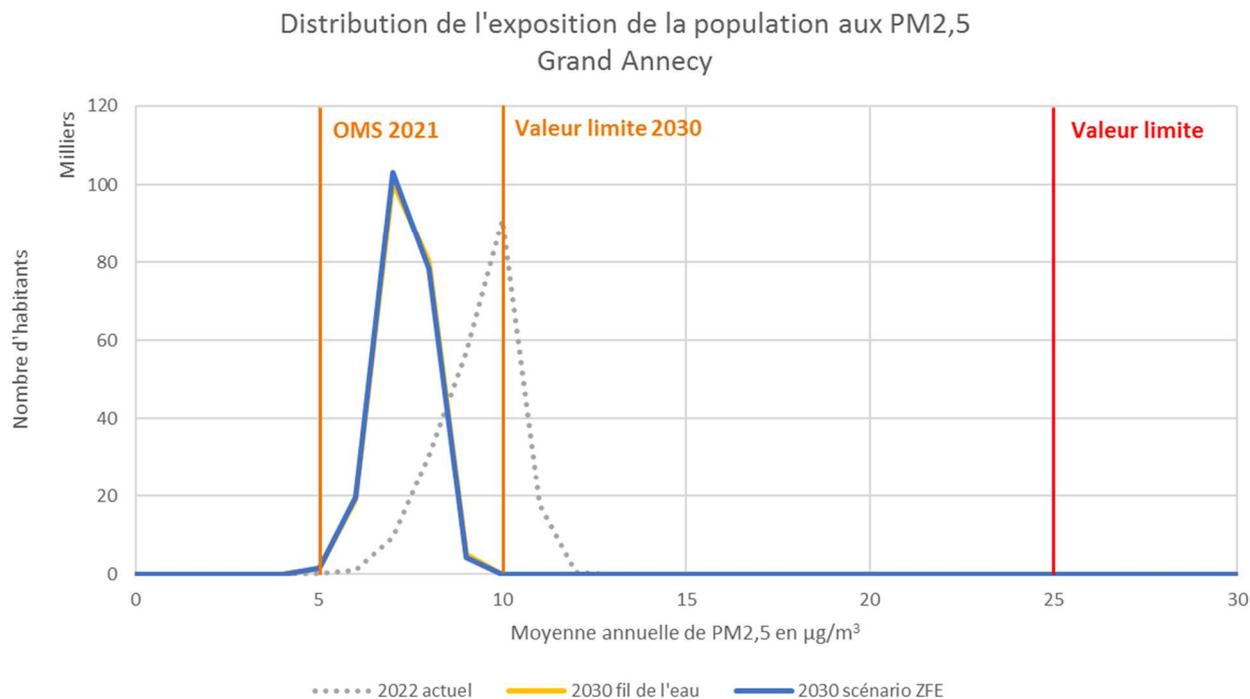


Figure 23 : Distribution de l'exposition de la population aux particules fines PM<sub>2,5</sub> pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030. La valeur limite 20230 correspond à la valeur du projet de nouvelle directive européenne.

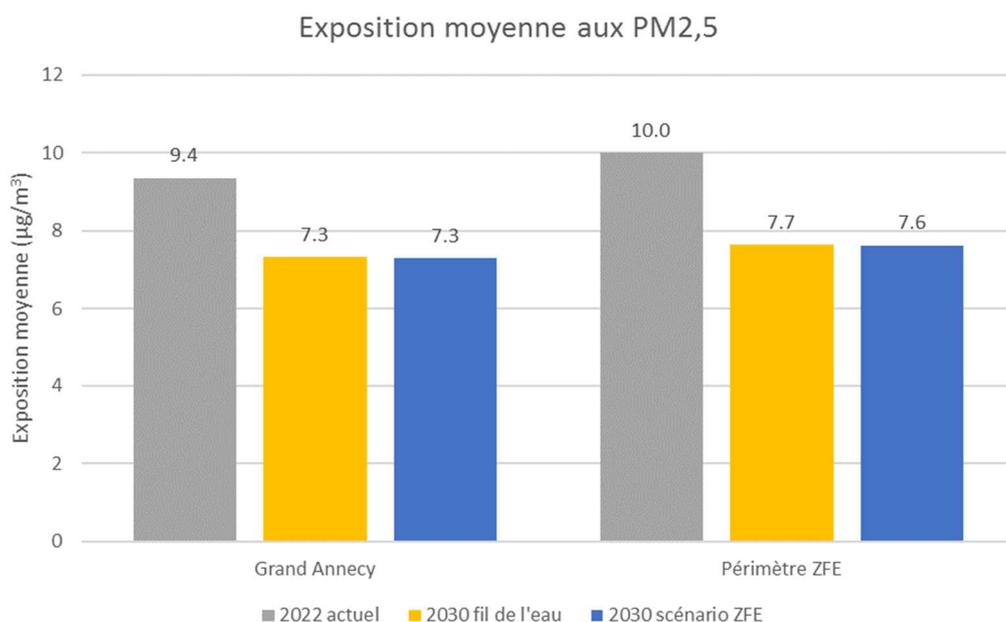


Figure 24 : Expositions moyennes aux PM<sub>2,5</sub> (IPP) pour la situation actuelle 2022, le fil de l'eau 2030 et le scénario ZFE-m 2030

## 4. Conclusion

La mise en place des restrictions ZFE-m pour les DR, VP, VUL et PL Crit'air 3 et plus permet d'accélérer l'amélioration tendancielle du parc roulant. Ces restrictions touchent en 2030 4% des VP, 8% des VUL et 14% des PL et permet une quasi-disparition de ces véhicules au profit de véhicules plus récents.

En termes d'émissions de polluant atmosphériques, cela se traduit sur le périmètre ZFE-m par :

- une baisse de 17% des émissions de NOx
- une baisse de 5% des émissions de PM10 et 8% des émissions de PM2,5
- une très légère baisse de 0.5% des émissions de CO<sub>2</sub>

par rapport à la situation fil de l'eau 2030.

L'impact de la ZFE-m est également sensible sur le territoire du Grand Annecy, avec une diminution globale des émissions de NOx de 11% et des émissions de particules fines PM10 et PM2,5 située entre 4 et 6%. Seul l'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> reste faible.

La mise en place des restrictions de la ZFE-m permet des gains en concentrations en NO<sub>2</sub> significatifs autour des axes à fort trafic. Ces gains sont compris entre 2 et 3 µg/m<sup>3</sup>. En termes d'exposition de la population, la ZFE-m permet d'améliorer l'exposition moyenne des habitants du Grand Annecy au dioxyde d'azote et de passer 13 500 habitants sous le seuil de recommandation de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>) en 2030.

La mise en place des restrictions ZFE-m ne permet pas des baisses de concentrations de particules fines PM10 et PM2,5 significatives, y compris dans le périmètre ZFE-m et n'a ainsi aucun impact significatif sur l'exposition de la population du Grand Annecy aux particules.