



Evaluation de l'impact de la mise en place  
d'une Zone Faibles Emissions – mobilité  
sur Mulhouse Alsace Agglomération

## CONDITIONS DE DIFFUSION

---

### Diffusion libre pour une réutilisation ultérieure des données dans les conditions ci-dessous :

- Les données produites par ATMO Grand Est sont accessibles à tous sous licence libre «**ODbL v1.0**».
- Sur demande, ATMO Grand Est met à disposition les caractéristiques des techniques de mesures et des méthodes d'exploitation des données mises en œuvre ainsi que les normes d'environnement en vigueur.
- ATMO Grand Est peut rediffuser ce document à d'autres destinataires.
- Rapport non rediffusé en cas de modification ultérieure des données.

## PERSONNES EN CHARGE DU DOSSIER

---

Rédaction : *SCHILLINGER Charles, Ingénieur Etudes*  
Relecture : *MARQUEZ Michel, Responsable Unité Accompagnement*  
Approbation : *Jérôme Le Paih, Responsable Unité Modélisation*

Référence du modèle de rapport : COM-FE-001\_3

Référence du projet : 00876 – ACC\_2022\_2023\_M2A\_ZFE

Référence du rapport : MOD-EN-086

Date de publication : 01/09/2023

ATMO Grand Est

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim

Tél : 03 69 24 73 73

Mail : [contact@atmo-grandest.eu](mailto:contact@atmo-grandest.eu)

## SOMMAIRE

<b>RÉSUMÉ</b> .....	<b>3</b>
<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS</b> .....	<b>4</b>
<b>2. METHODE ET MOYENS MIS EN OEUVRE</b> .....	<b>4</b>
<b>2.1. DÉMARCHE D'ÉVALUATION DES IMPACTS DE LA ZFE-M</b> .....	<b>4</b>
2.1.1. Evaluation des impacts sur les émissions.....	5
2.1.2. Méthodologie pour la simulation des concentrations polluantes .....	5
<b>2.2. LIMITES DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION</b> .....	<b>8</b>
<b>3. PHASE 1 : IMPACT DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL</b> .....	<b>10</b>
<b>3.2. EVALUATION DES 7 SCÉNARIOS SUR LE PÉRIMÈTRE HAUT-RHIN</b> .....	<b>11</b>
<b>3.3. EVALUATION DES 7 SCÉNARIOS SUR LE PÉRIMÈTRE DE M2A</b> .....	<b>13</b>
<b>4. PHASE 2 : IMPACT DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS SUR LES CONCENTRATIONS POLLUANTES</b> <b>15</b>	
<b>4.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2. IMPACT SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES</b> .....	<b>16</b>
<b>4.3. IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS POLLUANTES</b> .....	<b>17</b>
4.3.1. Dioxyde d'azote en moyenne annuelle.....	17
4.3.2. Particules PM10 en moyenne annuelle .....	20
4.3.3. Particules PM2.5 en moyenne annuelle .....	23
<b>5. CONCLUSION</b> .....	<b>26</b>
<b>ANNEXE 1 : RESULTATS CARTOGRAPHIQUES DE L'IMPACT DE LA ZFE-M AVEC LES ÉCHELLES REGLEMENTAIRES</b> .....	<b>27</b>
<b>ANNEXE 2 : DISTRIBUTION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION SUR LE HAUT-RHIN EN 2022 ET POUR LES SCÉNARIOS 2030 FIL DE L'EAU, ZFE-M SUR LE PÉRIMÈTRE HAUT-RHIN ET ZFE-M SUR LE PÉRIMÈTRE M2A</b> .....	<b>30</b>



## RÉSUMÉ

---

En 2022, la qualité de l'air au niveau de m2A fait apparaître des dépassements de la valeur limite en NO<sub>2</sub> de 40 µg/m<sup>3</sup> qui touchent potentiellement moins de 100 personnes. Des valeurs guides OMS ainsi que des valeurs limites en projet pour 2030 sont également dépassées sur le noyau urbain de l'agglomération, voire sur l'ensemble du territoire d'étude en particules PM2.5.

**L'évolution tendancielle du parc automobile à horizon 2033 et l'ensemble des mesures nationales et locales prévus à cette échéance permettent une diminution importante des niveaux de dioxyde d'azote et de particules.** Néanmoins, il reste des **dépassements des valeurs guides OMS** ainsi que des **valeurs limites en projet pour 2030**. La mise en place de la ZFE-m a comme objectif d'accélérer le renouvellement du parc automobile.

Une première évaluation de l'impact de 7 scénarios de ZFE-m sur les émissions polluantes a permis de faire ressortir 2 scénarios interdisant la circulation à tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5,4,3 et 2 sur les périmètres du Haut-Rhin ou de m2A.

L'impact sur la qualité de l'air de la mise en place d'une ZFE-m se traduit par une baisse supplémentaire des concentrations polluantes **de NO<sub>2</sub> sur le Haut-Rhin en moyenne de 0,2 µg/m<sup>3</sup> pour le scénario de ZFE-m à l'échelle du département et de 0,1 µg/m<sup>3</sup> pour le scénario de ZFE-m à l'échelle de m2A. Pour les 2 scénarios, cette baisse est de 0,4 µg/m<sup>3</sup> sur m2A.** L'impact de la ZFE-m est encore plus important aux abords des axes routiers avec des diminutions des concentrations de NO<sub>2</sub> de 0,5 à 9 µg/m<sup>3</sup>, notamment pour ceux se trouvant dans le périmètre ZFE-m. Pour ce polluant, cela se traduit par une quasi-disparition de dépassements de la valeur guide OMS. Par rapport au scénario incluant une ZFE-m à l'échelle du Haut-Rhin, la mise en place de la ZFE-m à l'échelle de m2A permet d'avoir des résultats quasi-identiques sur m2A mais des résultats proches de la simulation fil de l'eau 2033 hors m2A sauf à proximité des grands axes de transit permettant l'accès à m2A.

**L'impact de la mise en place d'une ZFE-m sur les niveaux de particules PM10 et PM2.5, quel que soit le périmètre choisi, est négligeable** car ce dispositif n'agit que sur les émissions de particules à l'échappement, minoritaires par rapport aux émissions de particules liées à l'usure des freins, pneus et abrasion de la route. En 2033, avec ou sans ZFE-m, la quasi-totalité du département reste soumis à un dépassement de la valeur guide OMS en PM2.5. A noter que les particules PM2.5 sont majoritairement émises par le secteur résidentiel.

## 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

La Loi Climat et Résilience du 24 août 2021 impose la mise en place d'une Zone à Faible Emissions mobilité (ZFE-m) pour les agglomérations de plus de 150 000 habitants, incluant Mulhouse Alsace Agglomération, 1<sup>ère</sup> communauté d'agglomération du Haut-Rhin avec ses 280 000 habitants. Dans ce cadre, Mulhouse Alsace Agglomération a sollicité ATMO Grand Est pour l'accompagner dans sa démarche, à la fois sur les aspects techniques et sur les aspects de sensibilisation.

L'objectif de la présente étude est d'évaluer l'impact sur la qualité de l'air de Mulhouse Alsace Agglomération d'une zone « faibles émissions » appliquée aux véhicules motorisés de plusieurs périmètres :

- Les communes de Mulhouse et Illzach Ville,
- Mulhouse Alsace Agglomération (m2A)
- Le département du Haut-Rhin.

**Phase 1 de l'étude : plusieurs scénarios de circulation différenciée sont évalués sur la base du dispositif CRIT'Air, et ce à l'horizon 2030, en intégrant les hypothèses nationales de renouvellement du parc automobile. Ces scénarios sont comparés aux émissions de l'année de référence 2019.**

**Phase 2 de l'étude : à partir des résultats de la première phase, 2 scénarios finaux sont modélisés afin d'évaluer l'impact de la mise en place d'une ZFE-m sur les concentrations polluantes à l'horizon 2033. Ces 2 scénarios sont comparés pour la partie émissions à l'année de référence 2019 et pour la partie concentrations polluantes à l'année de référence 2022.**

## 2. METHODE ET MOYENS MIS EN OEUVRE

Les outils d'inventaire des émissions et de modélisations disponibles à ATMO Grand Est permettent d'établir un diagnostic initial de la qualité de l'air sur la zone d'étude et d'établir une évaluation à long terme du projet de mise en place d'une ZFE-m.

### 2.1. DÉMARCHE D'ÉVALUATION DES IMPACTS DE LA ZFE-M

Les impacts sur les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules (PM10 et PM2.5) sont quantifiés, ainsi que ceux sur les gaz à effet de serre (GES) via les émissions de CO<sub>2</sub>. Ces substances sont émises de façon importante à l'échelle urbaine par le trafic routier. Les particules et le dioxyde d'azote sont des polluants réglementés dans l'air ambiant, dont les concentrations peuvent dépasser la valeur limite de qualité de l'air en dioxyde d'azote en bordure de des axes autoroutier.

### 2.1.1. Evaluation des impacts sur les émissions

Pour déterminer l'impact potentiel sur les émissions polluantes de la mise en place d'une ZFE-m sur m2A, l'outil Circul'air, développé par ATMO Grand Est est utilisé. Cet outil se base sur la méthodologie Européenne de calcul des émissions polluantes du secteur routier COPERT V.

Les facteurs d'émissions COPERT sont calculés à partir de données expérimentales (mesurées) recueillies dans différents programmes scientifiques et laboratoires européens : activités COPERT / CORINAIR26 (pour les véhicules particuliers et utilitaires des technologies les plus anciennes), projet ARTEMIS27 pour les véhicules plus récents. Les références détaillées figurent dans la documentation EMEP. Les données expérimentales intègrent des mesures suivant des cycles de conduite non réglementaires, permettant de couvrir une plage de fonctionnement du moteur plus large que les tests réglementaires et de refléter des conditions de conduite plus réalistes.

Des hypothèses d'évolution de la composition du trafic ont été déterminées en se basant sur :

- Les projections du parc national du CITEPA (MTECT-DGEC/CITEPA version 2023 - scénario AME-2021) prévues aux horizons 2030 et 2033 ;
- Les classes de véhicules Crit'Air (autorisées ou interdites) dans chacun des scénarios :
  - Le renouvellement des véhicules soumis à restriction par des véhicules de catégorie Crit'Air autorisés à pénétrer dans la ZFE-m au prorata de leur présence dans le parc automobile
  - Le taux de fraude. Un taux de fraude de 10% est appliqué aux véhicules particuliers dans la phase 2 de l'étude.

**A noter que le trafic routier sur les axes du Haut-Rhin (hors m2A) est considéré comme identique à 2019 pour chacun des scénarios.**

Ces hypothèses ont été discutées entre ATMO Grand Est, m2A et le bureau d'étude ARCADIS.

Dans la première phase, 7 scénarios ont été évalués en émissions polluantes à l'horizon 2030. Les émissions polluantes de chacun de ces scénarios sont comparées aux émissions de l'année de référence 2019 et au scénario fil de l'eau 2030 afin de quantifier les impacts de chaque étape.

### 2.1.2. Méthodologie pour la simulation des concentrations polluantes

La seconde étape de l'étude consiste à simuler l'impact de 2 scénarios choisis à la suite de la phase 1 sur la qualité de l'air et sur les populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs réglementaires ou valeurs guides OMS.

La modélisation de la qualité de l'air permet d'évaluer l'impact d'actions de mobilité en adaptant les données d'entrée d'émissions selon les hypothèses et scénarios détaillés par la suite.

Cette évaluation s'appuie sur le logiciel de dispersion physico-chimique SIRANE 2.2.1 développé par le l'Ecole Centrale de Lyon et adapté à l'échelle urbaine.

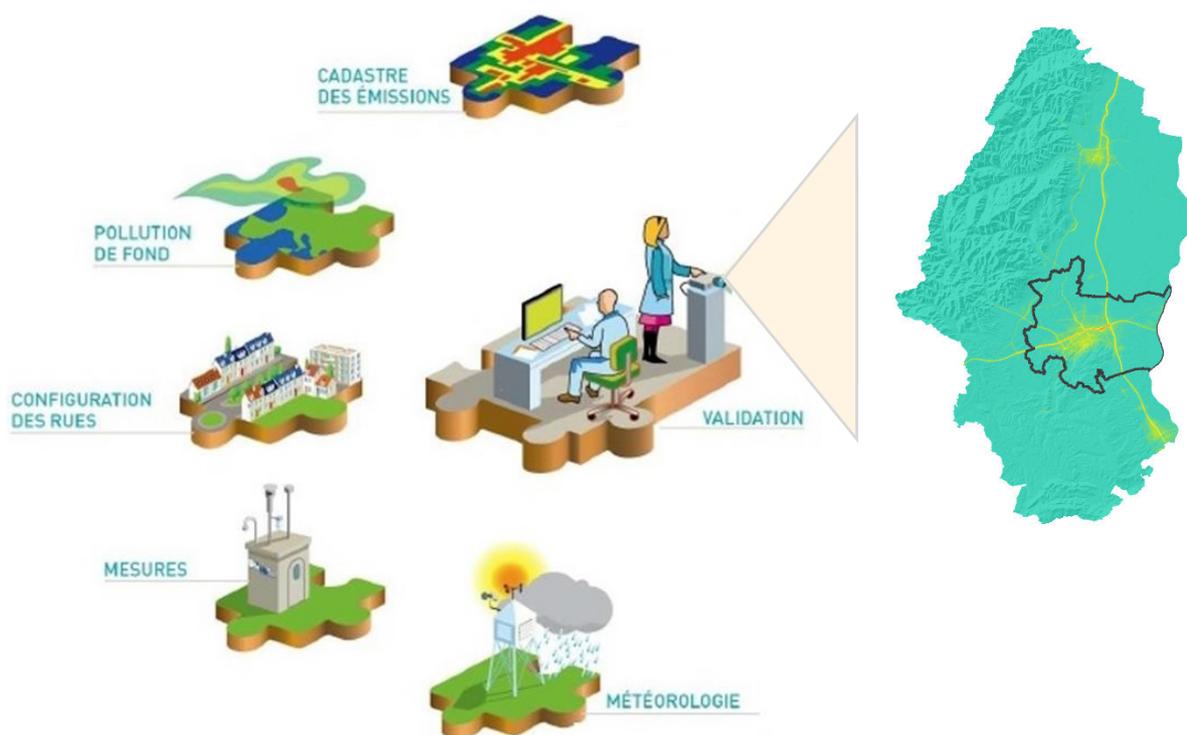


Figure 1 : Principales étapes d'une modélisation de la qualité de l'air

La modélisation de la qualité de l'air pour l'année 2022 a été réalisée en utilisant :

- Le fond de pollution issu de l'analyse régionale annuelle PREVEST pour l'année 2022 (modélisation à 3 kilomètres corrigées par les observations aux stations) ;
- Les données météorologiques du modèle météorologique régional WRF pour l'année 2022 ;
- Les émissions polluantes de l'année 2019 extraites de l'inventaire des émissions d'ATMO Grand-Est dans sa version 2021.

Le modèle a été calé pour reproduire au mieux la qualité de l'air au niveau de la zone étudiée. Les résultats du calage satisfont aux préconisations européennes et françaises (figure 2).

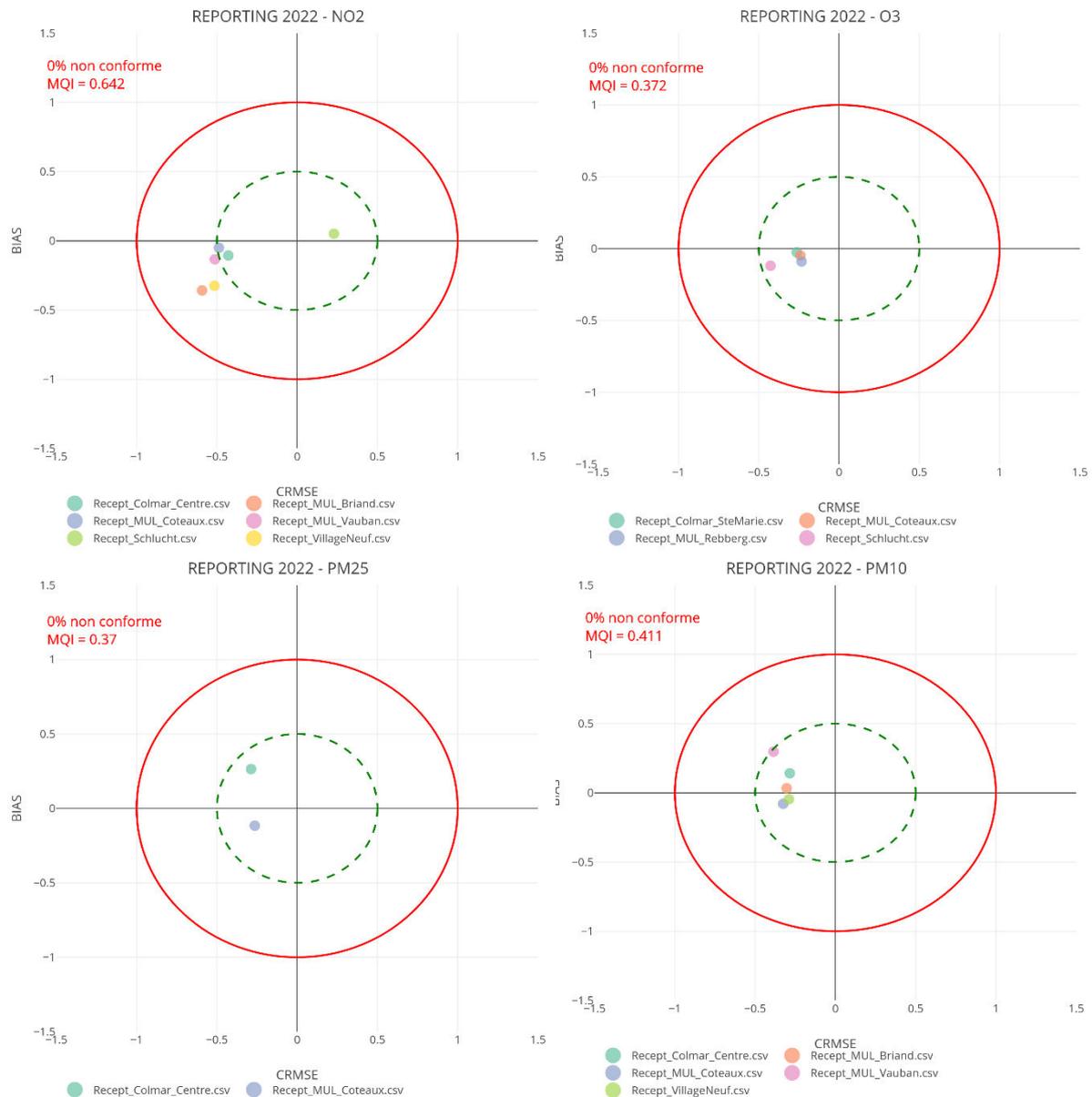


Figure 2 : Evaluation de la modélisation 2022 à partir de l'outil européen DELTA TOOL <sup>1</sup>

<sup>1</sup> L'application DELTA TOOL, développée par le JRC (Joint Research Centre) permet de réaliser les comparaisons mesures/modèles selon les critères FAIRMODE (Forum for air quality modelling in Europe) et donc de qualifier les performances des simulations. Chaque point représente une comparaison mesure/modèle au niveau d'une station, en termes de biais, corrélation et déviation standard. Pour que la modélisation soit considérée comme calée et valide, il faut que ces points se trouvent dans la cible ; plus le point est proche du centre, meilleur est le résultat de simulation.

Les modélisations couvrent **l'ensemble du Haut-Rhin** et ont été effectuées à **l'horizon 2033**. Elles sont comparées à **l'année de référence 2022** et au **scénario fil de l'eau 2033**.

Les paramètres météorologiques sont considérés identiques à ceux de 2022.

Le fond de pollution évalué pour 2033 s'appuie sur les modélisations prospectives nationales réalisées par l'INERIS en mars 2023 dans le cadre du Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA). Le fond de pollution du domaine d'étude en moyenne annuelle évolue comme suit entre 2022 et 2033 :

- Baisse de 3,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{NO}_2$
- Baisse de 3,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{PM}_{10}$
- Baisse de 2,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{PM}_{2.5}$
- Baisse de 1,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{O}_3$

Chacun des scénarios fait l'objet d'une évaluation des populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs réglementaires actuelles et en projet pour 2030 ou de valeurs guides OMS en utilisant la base 2018 de population au bâtiment construite par l'INERIS. La simulation concerne le **dioxyde d'azote et les particules  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2.5}$** .

## 2.2. LIMITES DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION

Les évaluations conduites par ATMO Grand Est dans cette étude reposent sur des outils utilisés en routine pour le suivi réglementaire de la qualité de l'air sur le Haut-Rhin et sur les données disponibles dans le cadre de ce travail prospectif. L'évaluation s'appuie sur différentes hypothèses potentiellement impactantes sur les résultats, parmi lesquelles :

- Les modélisations pour 2033 ont été effectuées en utilisant des conditions météorologiques identiques à l'année 2022 et une pollution de fond suivant des perspectives modélisées dans le cadre du Plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA).
- Le parc automobile roulant prospectif se base sur des hypothèses du scénario "Avec Mesure Existante" 2021. Ce scénario inclut toutes les mesures visant la réalisation des objectifs énergétiques français, et la réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques, effectivement adoptées ou exécutées jusqu'au 31 décembre 2019.
- Le remplacement des véhicules non autorisés au sein d'une ZFE-m se fait au prorata des véhicules autorisés sauf pour les poids lourds. Dans la phase 1, pour les scénarios 2 et 5 interdisant les véhicules CRIT'Air 2, soit la quasi-totalité des poids lourds en circulation, ces derniers ont été remplacés par des véhicules fonctionnant au GNV. Cette hypothèse a évolué pour la phase 2 vers un remplacement des poids lourds diesels par des véhicules GNV et électriques à part égale.
- Les hypothèses de report modal, d'évaporation de trafic et de report vers des catégories de véhicules Crit'Air autorisées ont été construites par ATMO Grand Est, m2A et le bureau d'étude ARCADIS sur la base d'étude et non de faits.
- Les dérogations de circulation pour certains véhicules (tels que les véhicules « d'intérêt général prioritaire » ou « bénéficiant de facilités de passage » par exemple) ne sont pas prises en compte dans cette évaluation. En effet, les études menées à ce jour sur la composition du parc roulant ne permettent pas de prendre en compte spécifiquement la dérogation

potentielle des véhicules et d'en connaître la part dans les kilomètres parcourus par l'ensemble du trafic routier.

### 3. PHASE 1 : IMPACT DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES

Pour cette première phase d'étude, m2A a sollicité ATMO Grand Est pour étudier 7 scénarios de ZFE-m pour différents périmètres d'application de la mesure et différentes restrictions :

- Scénario 1 : interdiction de tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4 et 3 sur le périmètre du Haut Rhin
- Scénario 2 : interdiction de tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4, 3 et 2 sur le périmètre du Haut Rhin
- Scénario 3 : interdiction des véhicules utilitaires non classés et CRIT'Air 5, 4 et 3 sur le périmètre du Haut Rhin
- Scénario 4 : interdiction de tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4 et 3 sur le périmètre m2A
- Scénario 5 : interdiction de tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4, 3 et 2 sur le périmètre m2A
- Scénario 6 : interdiction des véhicules utilitaires non classés et CRIT'Air 5, 4 et 3 sur le périmètre m2A
- Scénario 7 : interdiction de tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4 et 3 sur le périmètre des communes Mulhouse et Illzach

	Périmètre	Véhicules concernés	Nombre de jours/sem	Nombre d'heure/jour	Vignettes Crit'Air interdites à horizon 2030
Scénario 1	Département 68	PL/VUL/VP	ZFE Permanente 7j/7	ZFE Permanente 24h/24	NC, 5, 4, 3
Scénario 2	Département 68	PL/VUL/VP			NC, 5, 4, 3, 2
Scénario 3	Département 68	PL/VUL			NC, 5, 4, 3
Scénario 4	M2A	PL/VUL/VP			NC, 5, 4, 3
Scénario 5	M2A	PL/VUL/VP			NC, 5, 4, 3, 2
Scénario 6	M2A	PL/VUL			NC, 5, 4, 3
Scénario 7	Mulhouse et Illzach	PL/VUL/VP			NC, 5, 4, 3

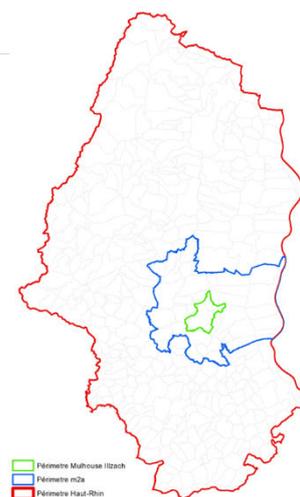


Figure 3 : Présentation des différents scénarios et des différents périmètres

Les émissions des 7 scénarios ZFE-m sont évaluées sur 2 périmètres (Haut-Rhin et m2A) pour l'année 2030, et comparées aux émissions de l'année de référence 2019 ainsi qu'à celles du scénario fil de l'eau 2030 sans ZFE-m.

### 3.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

Sur les périmètres m2A et Mulhouse-Illzach, l'A36, l'A35, la D1083 et la D1066 sont exclus du périmètre ZFE-m. Sur ces axes, une partie du trafic est considérée en transit et le reste à destination de m2A (les restrictions ZFE-m sont appliquées sur ce trafic). Pour déterminer ces taux de transit, l'analyse des trafics autoroutiers faite par le CEREMA<sup>2</sup> a été utilisée.

Pour les autres axes de la zone, ATMO Grand Est a procédé comme suit :

- Si l'axe est dans le périmètre de la ZFE-m, les restrictions de circulation sont appliquées sur l'ensemble du trafic
- Si l'axe se trouve en dehors du périmètre de la ZFE-m, les restrictions sont appliquées sur la part de trafic à destination de la ZFE-m. Cette part a été calculée à partir des déplacements domicile/travail en voiture par commune de l'INSEE en divisant le nombre de trajets domicile/travail à destination du périmètre de la ZFE-m par le nombre total de trajets domicile/travail.

Pour les scénarios sur le périmètre Haut-Rhin, les restrictions sont appliquées sur l'ensemble des axes sans considérer d'exclusion.

Il n'y a pas d'évolution de trafic, ni d'évolution d'infrastructures considérées entre 2019 et 2030.

Ce travail est effectué en s'appuyant sur le parc automobile national prospectif du CITEPA (version d'avril 2023) et sur la méthodologie de calcul des émissions polluantes COPERT V.

---

<sup>2</sup> Préfiguration de la ZFE-m Mulhouse Alsace Agglomération – Analyse des trafics autoroutier Version 2 – CEREMA Mai 2023

### 3.2. EVALUATION DES 7 SCÉNARIOS SUR LE PÉRIMÈTRE HAUT-RHIN

A l'échelle du Haut-Rhin entre les scénarios 2019 et 2030 fil de l'eau, les émissions diminuent de **61% pour les NO<sub>x</sub>, 8% pour le CO<sub>2</sub>, 79% pour les particules PM2.5 et PM10 à l'échappement**. Si l'on inclut les particules d'usure des freins, pneus et d'abrasion de la route, la baisse des émissions de PM10 s'élève à 29% et celle des PM2.5 à 40%.

**La mise en place d'une ZFE-m accentue ces baisses**, en particulier pour les scénarios interdisant les véhicules **CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2**. Cependant, comme le travail se fait à trafic routier constant, les émissions de particules baissent de façon plus modérée en lien avec la stagnation des émissions de particules d'usure (freins, pneus et abrasion de la route).

En comparant chacun des scénarios avec le fil de l'eau 2030, **le scénario 2** interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2 sur l'ensemble du Haut-Rhin apparaît comme **le plus efficace** avec une baisse de **84% des NO<sub>x</sub>, et 13% du CO<sub>2</sub>, 46% des particules à l'échappement, 5% des particules PM10 totales et 8% des particules PM2.5 totales** car les véhicules diesels, plus émetteurs de NO<sub>x</sub> et de particules, sont remplacés par des véhicules essences, GNV et électriques. La baisse du CO<sub>2</sub> est principalement attribuable à l'augmentation du nombre de véhicules électriques. Si cette même ZFE-m est appliquée sur m2A, les effets sont moins forts qu'à l'échelle du Haut-Rhin mais les diminutions restent conséquentes (-33% de NO<sub>x</sub>, -5% de CO<sub>2</sub>, - 18% de particules à l'échappement, -2% de particules PM10 totales et -3% de particules PM2.5 totales).

La mise en place d'une ZFE-m sur le Haut-Rhin interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4 et 3 (scénario 1) a un effet plus modéré avec une baisse de 10% des NO<sub>x</sub>, de 45% des particules à l'échappement, de 5% des particules PM10 totales et de 8% des particules PM2.5 totales. L'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> est nul car les véhicules légers diesels sont majoritairement remplacés par des véhicules légers essence. Plus le périmètre de la ZFE-m est restreint, plus l'impact de ce scénario est faible.

Enfin, une ZFE-m incluant une interdiction des véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3 (scénarios 3 et 6) a un impact très modéré surtout si le périmètre est restreint à m2A.

Scénario	Périmètre	Restriction	Evolution par rapport à 2019						Evolution par rapport au fil de l'eau 2030					
			NO <sub>x</sub>	PM10 à l'échappement	PM2.5 à l'échappement	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure	NO <sub>x</sub>	PM10 à l'échappement	PM2.5 à l'échappement	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure
Scénario fil de l'eau	Haut Rhin		-61%	-79%	-79%	-8%	-29%	-40%						
Scénario 1	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-65%	-88%	-88%	-8%	-32%	-45%	-10%	-45%	-45%	0%	-5%	-8%
Scénario 2	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-94%	-89%	-89%	-20%	-32%	-45%	-84%	-46%	-46%	-13%	-5%	-8%
Scénario 3	Haut Rhin	Véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-63%	-81%	-81%	-8%	-29%	-41%	-4%	-9%	-9%	0%	-1%	-2%
Scénario 4	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-63%	-83%	-83%	-8%	-30%	-42%	-4%	-18%	-18%	0%	-2%	-3%
Scénario 5	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-74%	-83%	-83%	-12%	-30%	-42%	-33%	-18%	-18%	-5%	-2%	-3%
Scénario 6	m2A	Véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-62%	-80%	-80%	-8%	-29%	-40%	-1%	-3%	-3%	0%	0%	-1%
Scénario 7	Mulhouse Illzach	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-63%	-82%	-82%	-8%	-30%	-41%	-3%	-13%	-13%	0%	-1%	-2%

Figure 4 : Evolution des émissions polluantes sur le périmètre du Haut-Rhin par rapport à l'année de référence 2019 et au fil de l'eau 2030

### 3.3. EVALUATION DES 7 SCÉNARIOS SUR LE PÉRIMÈTRE DE M2A

A l'échelle de m2A entre les scénarios 2019 et 2030 fil de l'eau, les émissions diminuent de **62% pour les NO<sub>x</sub>, 8% pour le CO<sub>2</sub>, 79% pour les particules PM2.5 et PM10 à l'échappement**. Si l'on inclut les particules d'usure des freins, pneus et d'abrasion de la route, la baisse des émissions de PM10 s'élève à 29% et celle des PM2.5 à 41%.

**La mise en place d'une ZFE-m accentue ces baisses**, en particulier pour les scénarios interdisant les véhicules **CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2**. Cependant, comme le travail se fait à trafic routier constant, les émissions de particules baissent de façon plus modérée en lien avec la stagnation des émissions de particules d'usure.

En comparant chacun des scénarios avec le fil de l'eau 2030, **le scénario 2** interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2 sur l'ensemble du Haut-Rhin apparaît comme **le plus efficace** avec une baisse de **82% des NO<sub>x</sub>, et 13% du CO<sub>2</sub>, 49% des particules à l'échappement, 5% des particules PM10 totales et 9% des particules PM2.5 totales** car les véhicules diesels, plus émetteur de NO<sub>x</sub> et de particules, sont remplacés par des véhicules essences, GNV et électriques. La baisse du CO<sub>2</sub> est principalement attribuable à l'augmentation du nombre de véhicules électriques. Si cette même ZFE-m est appliquée sur la m2A, les effets sont moins forts qu'à l'échelle du Haut-Rhin car des axes sont exclus de la ZFE-m (A35, A36, RD1066 et RD 1083). Cependant les diminutions restent conséquentes (-61% de NO<sub>x</sub>, -10% de CO<sub>2</sub>, -39% de particules à l'échappement, -4% de particules PM10 totales et -6% de particules PM2.5 totales).

La mise en place d'une ZFE-m sur m2A interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4 et 3 (scénario 4) a un effet plus modéré avec une baisse de 8% des NO<sub>x</sub>, de 35% des particules à l'échappement, de 4% des particules PM10 totales et de 6% des particules PM2.5 totales. L'impact sur les émissions de CO<sub>2</sub> est nul car les véhicules légers diesels sont majoritairement remplacés par des véhicules légers essences. Plus le périmètre de la ZFE-m est restreint, plus l'impact de ce scénario est faible et à contrario, si la ZFE-m est appliquée sur le périmètre du Haut-Rhin, les baisses d'émissions seront légèrement plus fortes.

Enfin, une ZFE-m incluant une interdiction des véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3 (scénario 6) a un impact très modéré surtout si le périmètre est restreint à m2A.

Scénario	Périmètre	Restriction	Evolution par rapport à 2019						Evolution par rapport au fil de l'eau 2030					
			NO <sub>x</sub>	PM10 à l'échappement	PM2.5 à l'échappement	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure	NO <sub>x</sub>	PM10 à l'échappement	PM2.5 à l'échappement	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure
Scénario fil de l'eau	Haut Rhin		-62%	-79%	-79%	-8%	-29%	-41%						
Scénario 1	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-66%	-89%	-89%	-9%	-33%	-45%	-10%	-46%	-46%	0%	-5%	-8%
Scénario 2	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-93%	-89%	-89%	-20%	-33%	-46%	-82%	-49%	-49%	-13%	-5%	-9%
Scénario 3	Haut Rhin	Véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-63%	-81%	-81%	-8%	-30%	-42%	-3%	-9%	-9%	0%	-1%	-2%
Scénario 4	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-65%	-87%	-87%	-9%	-32%	-44%	-8%	-35%	-35%	0%	-4%	-6%
Scénario 5	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-85%	-87%	-87%	-18%	-32%	-45%	-61%	-39%	-39%	-10%	-4%	-7%
Scénario 6	m2A	Véhicules utilitaires CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-63%	-81%	-81%	-8%	-30%	-41%	-3%	-7%	-7%	0%	-1%	-1%
Scénario 7	Mulhouse Illzach	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4 et 3	-64%	-84%	-84%	-9%	-31%	-43%	-5%	-24%	-24%	0%	-3%	-4%

Figure 5 : Evolution des émissions polluantes sur le périmètre de m2A par rapport à l'année de référence 2019 et au fil de l'eau 2030

## 4. PHASE 2 : IMPACT DES DIFFÉRENTS SCÉNARIOS SUR LES CONCENTRATIONS POLLUANTES

À la suite de la première phase de l'étude, m2A a sollicité ATMO Grand Est pour modéliser les scénarios 2 et 5 consistant en une ZFE-m interdisant l'accès à tous les véhicules non classés et CRIT'Air 5,4, 3 et 2 sur les périmètres Haut-Rhin et m2A.

**Pour rappel, pour cette deuxième phase, 2 scénarios finaux sont modélisés afin d'évaluer l'impact de la mise en place d'une ZFE-m sur les concentrations polluantes à l'horizon 2033. Ces 2 scénarios sont comparés pour la partie émissions à l'année de référence 2019 et pour la partie concentrations polluantes à l'année de référence 2022.**

### 4.1. HYPOTHÈSES DE TRAVAIL

**L'année modélisée est 2033.**

Sur les périmètres Haut-Rhin et m2A, l'A36, l'A35 et la D1083 sont exclus du périmètre ZFE-m. Sur ces axes, une partie du trafic est considérée en transit et le reste à destination de la ZFE-m (les restrictions ZFE-m sont appliquées sur ce trafic). Pour déterminer ces taux de transit, l'analyse des trafics autoroutiers faite par le CEREMA a été utilisée.

S'agissant des autres axes de la zone pour le scénario 5 sur le périmètre m2A, ATMO Grand Est a procédé comme suit :

- Si l'axe est dans le périmètre de la ZFE-m, les restrictions de circulation sont appliquées sur l'ensemble du trafic
- Si l'axe se trouve en dehors du périmètre de la ZFE-m, les restrictions sont appliquées sur la part de trafic à destination de la ZFE-m. Cette part a été calculée à partir des déplacements domicile/travail en voiture par commune de l'INSEE en divisant le nombre de trajets domicile/travail à destination du périmètre de la ZFE-m par le nombre total de trajets domicile/travail.

Le trafic est considéré identique à 2019 sur tous les EPCI y compris Mulhouse Alsace Agglomération, Colmar Agglomération et Saint-Louis Agglomération. En effet, en l'absence de modèle trafic, cela peut engendrer une différence de trafic trop brutale sur un même axe routier.

Les poids lourds diesels sont remplacés à part égale par des poids lourds GNV et électriques.

## 4.2. IMPACT SUR LES ÉMISSIONS POLLUANTES

Par rapport à la phase 1, le passage à l'année 2033 entraîne une baisse d'émissions plus forte par rapport à 2019 à l'échelle de m2A mais pas à l'échelle du Haut-Rhin en lien avec les axes nouvellement exclus sur ce périmètre. L'impact par rapport au fil de l'eau est plus faible comparativement à la phase 1 car les restrictions de la ZFE-m concernent moins de véhicules.

A l'échelle du Haut-Rhin entre les scénarios 2019 et 2033 fil de l'eau, les émissions diminuent de 70% pour les NO<sub>x</sub>, 9% pour le CO<sub>2</sub>, 30% pour les particules PM10 et 42% pour les particules PM2.5 en incluant les particules d'usure des freins, pneus et d'abrasion de la route.

La mise en place d'une ZFE-m interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2 accentue ces baisses en particulier si son périmètre couvre le département. L'impact de la ZFE-m sur les émissions de particules est faible car cette mesure n'affecte pas les émissions d'usure (freins, pneus, abrasion de la route) qui, en 2033, sont largement supérieures aux émissions à l'échappement.

Scénario	Périmètre	Restriction	Evolution par rapport à 2019				Evolution par rapport au fil de l'eau 2033			
			NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure
Scénario fil de l'eau	Haut Rhin		-70%	-9%	-30%	-42%				
Scénario 2	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-86%	-24%	-31%	-44%	-54%	-17%	-2%	-3%
Scénario 5	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-80%	-18%	-31%	-43%	-33%	-10%	-1%	-2%

Figure 6 : Evolution des émissions polluantes sur le périmètre de Haut-Rhin par rapport à l'année de référence 2019 et au fil de l'eau 2033

A l'échelle de m2A entre les scénarios 2019 et 2033 fil de l'eau, les émissions diminuent de 70% pour les NO<sub>x</sub>, 9% pour le CO<sub>2</sub>, 30% pour les particules PM10 et 43% pour les particules PM2.5 en incluant les particules d'usure des freins, pneus et d'abrasion de la route.

La mise en place d'une ZFE-m interdisant les véhicules CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2 accentue ces baisses (surtout pour les NO<sub>x</sub>) de façon équivalente quel que soit le périmètre de la ZFE-m.

Scénario	Périmètre	Restriction	Evolution par rapport à 2019				Evolution par rapport au fil de l'eau 2033			
			NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure	NO <sub>x</sub>	CO <sub>2</sub>	PM10 total incluant l'usure	PM2.5 total incluant l'usure
Scénario fil de l'eau	Haut Rhin		-70%	-9%	-30%	-43%				
Scénario 2	Haut Rhin	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-87%	-25%	-32%	-45%	-56%	-17%	-2%	-4%
Scénario 5	m2A	Tous véhicules interdiction CRIT'Air NC, 5, 4, 3 et 2	-87%	-25%	-32%	-45%	-56%	-17%	-2%	-4%

Figure 7 : Evolution des émissions polluantes sur le périmètre m2A par rapport à l'année de référence 2019 et au fil de l'eau 2033



### 4.3. IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS POLLUANTES

#### Avertissement :

- Les cartes présentées dans ce chapitre ne sont pas construites avec l'échelle de couleurs réglementaire mais avec une échelle dite « sanitaire », utilisée afin de mieux visualiser les effets des scénarios ZFE-m. Les cartographies construites avec les échelles de couleurs réglementaires sont présentes en annexe 1.
- Les résultats pour l'année 2022 peuvent présenter des différences avec les chiffres officiels diffusés par ATMO Grand Est dans son reporting annuel en lien avec l'utilisation d'un modèle de simulation différent

#### 4.3.1. Dioxyde d'azote en moyenne annuelle

##### *Actuellement*

En 2022, les niveaux en dioxyde d'azote en moyenne annuelle sur le Haut-Rhin et m2A dépassent la valeur limite de qualité de l'air de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une superficie respectivement de 1,3 et 0,6  $\text{km}^2$  et touchent potentiellement moins de 100 habitants. Des dépassements de la valeur limite en projet pour 2030 de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont simulés sur une superficie de 14,7  $\text{km}^2$  sur le Haut-Rhin dont 6,6  $\text{km}^2$  sur m2A touchant environ 4 600 habitants dont 3 300 sur m2A. Ces dépassements sont situés à proximité du réseau routier structurant. Enfin, la valeur guide OMS de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est dépassée sur une superficie de 215,3  $\text{km}^2$  dont la moitié sur m2A touchant potentiellement 337 800 habitants dont 206 500 résident au sein de m2A.

##### *Fil de l'eau 2033*

En 2033, le renouvellement du parc automobile et l'ensemble des mesures nationales et locales prévues à cette échéance permettent une diminution des niveaux de  $\text{NO}_2$  de 51% sur l'ensemble du Haut-Rhin. Les niveaux maximums marquent une baisse plus importante de 63%. A cet horizon, il n'y a plus de dépassement de la valeur limite simulé et une baisse de plus de 95% des superficies et populations exposées à des dépassements de la valeur limite en projet pour 2030 et de la valeur guide OMS est modélisée. Il reste 8 400 habitants exposés à un dépassement de la valeur guide OMS dont 6 900 résident dans m2A.

##### *Mise en place d'une ZFE-m*

La mise en place d'une ZFE-m sur l'ensemble du Haut-Rhin avec interdiction des véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4, 3 et 2 permet une baisse supplémentaire des niveaux de  $\text{NO}_2$  sur le département, plus prononcée sur m2A. Cette baisse est en moyenne de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le Haut-Rhin et  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur m2A. **L'impact de la ZFE-m est important aux abords des axes routiers** avec des diminutions de 0,5 à  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . La mise en place de cette même ZFE-m à l'échelle de m2A permet d'avoir des résultats quasi-identiques sur ce territoire. Cependant, hors m2A, les résultats restent proches de la simulation fil de l'eau 2033 sauf à proximité des grands axes de transit permettant l'accès à m2A.

**Quelle que soit la ZFE-m mise en place, il n'y a plus de population exposée à des dépassements de valeur limite actuelle ou en projet pour 2030.** La mise en place d'une ZFE-m sur l'ensemble du département permet de limiter à **100 personnes** l'exposition de la population à des niveaux supérieurs

à la valeur guide OMS. Si le périmètre de la ZFE-m est m2A, ce chiffre est de 1 000 habitants résidant pour la plupart hors de m2A.

Echelle du Haut Rhin								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 10 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	6,8	75,9	< 100	4 600	337 800	1,3	14,7	215,3
Fil de l'eau 2033	3,3 (-51%)	28,3 (-63%)	0 (-100%)	< 100 (-100%)	8 400 (-98%)	0 (-100%)	0,1 (-98%)	10,5 (-95%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	3,1 (-54%)	19,6 (-74%)	0 (-100%)	0 (-100%)	100 (-100%)	0 (-100%)	0 (-100%)	4,3 (-98%)
ZFE-m sur m2A 2033	3,2 (-53%)	19,7 (-74%)	0 (-100%)	0 (-100%)	1 000 (-99,7%)	0 (-100%)	0 (-100%)	5,1 (-97,6%)
Echelle m2A								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 10 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	9,8	75,9	< 100	3 300	206 500	0,6	6,6	105,0
Fil de l'eau 2033	4,8 (-51%)	28,3 (-63%)	0 (-100%)	< 100 (-100%)	6 900 (-97%)	0 (-100%)	0,1 (-98%)	3,7 (-96%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	4,4 (-55%)	19,6 (-74%)	0 (-100%)	0 (-100%)	< 100 (-100%)	0 (-100%)	0 (-100%)	0,7 (-99%)
ZFE-m sur m2A 2033	4,4 (-55%)	19,7 (-74%)	0 (-100%)	0 (-100%)	< 100 (-100%)	0 (-100%)	0 (-100%)	0,8 (-99%)

Figure 8 : Moyennes et maximums annuels en NO<sub>2</sub> et populations et surfaces exposées à un dépassement des valeurs réglementaires sur les périmètres Haut-Rhin et m2A pour l'année de référence 2022, le fil de l'eau 2033 et les scénarios ZFE-m 2033 sur périmètre Haut-Rhin et m2A

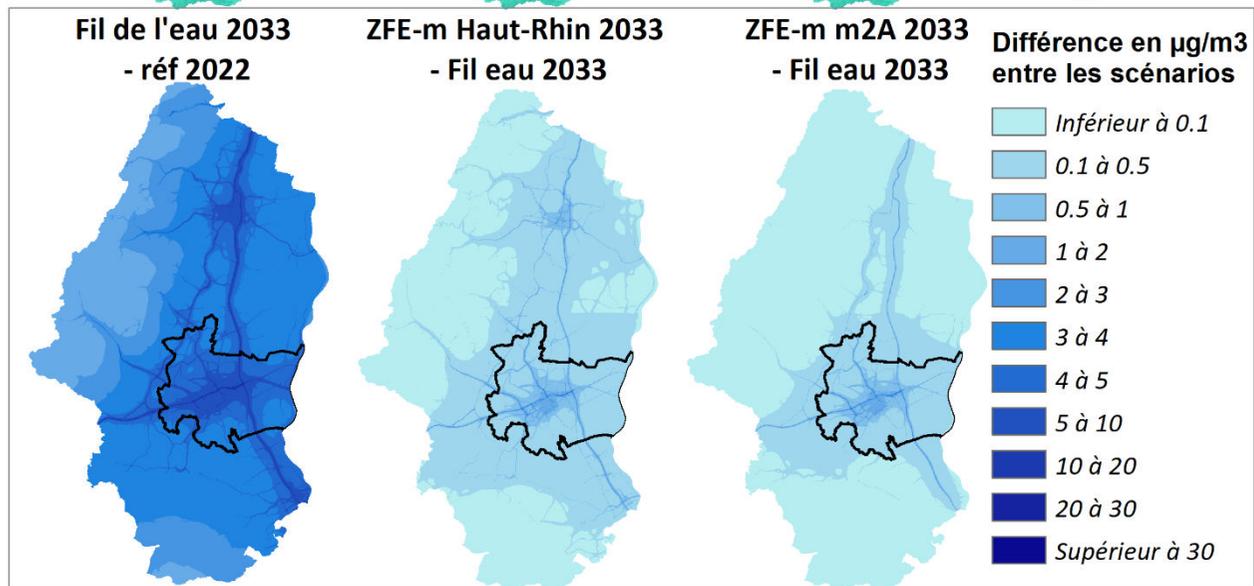
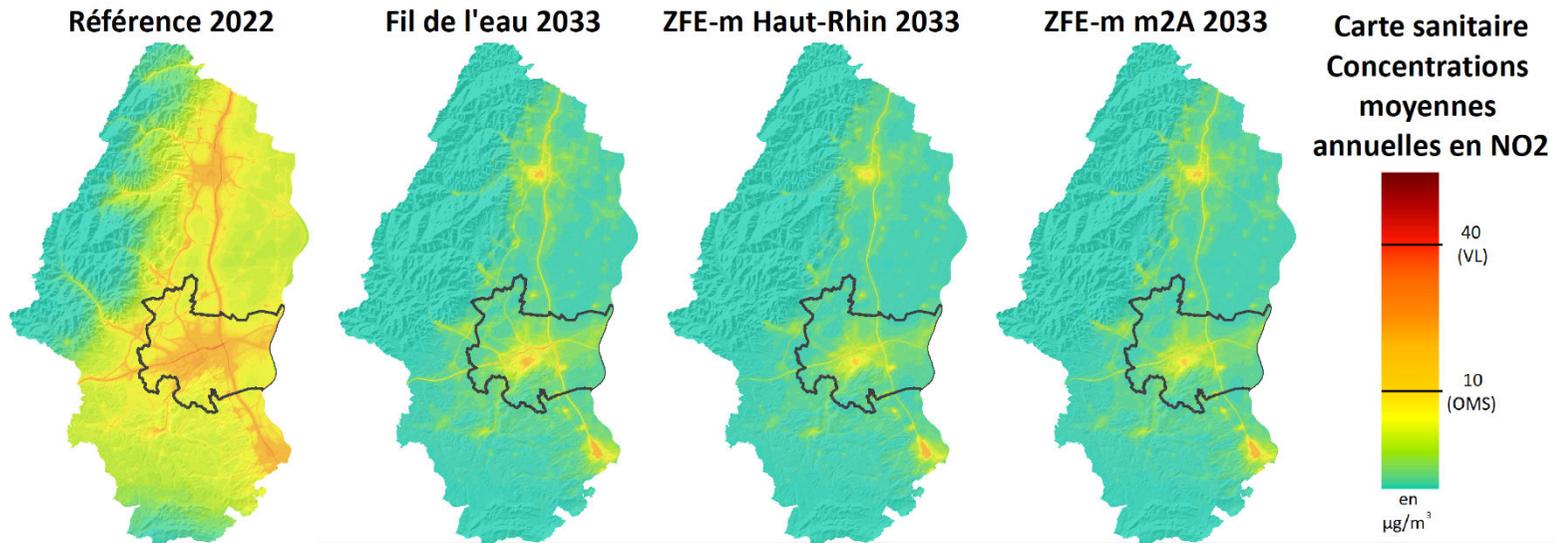


Figure 9 : Impact sur les concentrations de NO<sub>2</sub> en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

### 4.3.2. Particules PM10 en moyenne annuelle

#### *Actuellement*

En 2022, les niveaux de particules PM10 en moyenne annuelle sur le Haut-Rhin et m2A ne dépassent pas la valeur limite de qualité de l'air de 40 µg/m<sup>3</sup>. Des dépassements de la valeur limite en projet pour 2030 de 20 µg/m<sup>3</sup> sont simulés sur une superficie de 1,9 km<sup>2</sup> sur le Haut-Rhin dont 0,8 km<sup>2</sup> sur m2A touchant environ 2 600 habitants dont la moitié sur m2A. Ces dépassements sont situés à proximité du réseau routier structurant. Enfin, la valeur guide OMS de 15 µg/m<sup>3</sup> est dépassée sur une superficie de 377,8 km<sup>2</sup> dont 147,7 km<sup>2</sup> sur la m2A touchant potentiellement 555 800 habitants dont 261 300 résident au sein de m2A.

#### *Fil de l'eau 2033*

En 2033, le renouvellement du parc automobile et l'ensemble des mesures nationales et locales prévues à cette échéance permettent une diminution des niveaux de particules PM10 de 25% sur le Haut-Rhin et 23% sur m2A. Les niveaux maximums marquent une baisse de 24%. A cet horizon, il n'y a plus de dépassement de la valeur limite en projet pour 2030 simulé, et une baisse de plus de 99% des superficies et populations exposées à des dépassements de la valeur guide OMS est modélisée. Il reste 700 habitants exposés à un dépassement de la valeur guide OMS dont 400 résident dans m2A.

#### *Mise en place d'une ZFE-m*

La mise en place d'une ZFE-m avec interdiction des véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4, 3 et 2, quel que soit le périmètre choisi, n'a quasiment pas d'impact sur la qualité de l'air car la baisse des émissions de particules PM10 résultant de cette mesure est très faible. L'impact de la ZFE-m concerne principalement les émissions de particules à l'échappement, minoritaires par rapport aux émissions de particules liées à l'usure des freins, pneus et abrasion de la route.

Echelle du Haut Rhin								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 15 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 15 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	14,0	31,8	0	200	555 800	0	1,9	377,8
Fil de l'eau 2033	10,5 (-25%)	25,8 (-18,9%)	0	0 (-100%)	700 (-99,87%)	0	0,1 (-93,5%)	2,8 (-99,25%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	10,5 (-25%)	25,6 (-19,5%)	0	0 (-100%)	600 (-99,88%)	0	0,1 (-93,71%)	2,8 (-99,26%)
ZFE-m sur m2A 2033	10,5 (-25%)	25,6 (-19,5%)	0	0 (-100%)	600 (-99,88%)	0	0,1 (-93,70%)	2,8 (-99,25%)
Echelle m2A								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 15 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 40 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 20 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 15 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	15,4	31,8	0	100	261 300	0	0,8	147,7
Fil de l'eau 2033	11,8 (-23%)	25,8 (-18,9%)	0	0 (-100%)	400 (-99,85%)	0	0,1 (-86,2%)	1,1 (-99,2%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	11,8 (-23%)	25,6 (-19,5%)	0	0 (-100%)	400 (-99,86%)	0	0,1 (-86,6%)	1,1 (-99,2%)
ZFE-m sur m2A 2033	11,8 (-23%)	25,6 (-19,5%)	0	0 (-100%)	400 (-99,86%)	0	0,1 (-86,6%)	1,1 (-99,2%)

Figure 10 : Moyennes et maximums annuels en particules PM10 et populations et surfaces exposées à un dépassement des valeurs règlementaires sur les périmètres Haut-Rhin et m2A pour l'année de référence 2022, le fil de l'eau 2033 et les scénarios ZFE-m 2033 sur périmètre Haut-Rhin et m2A

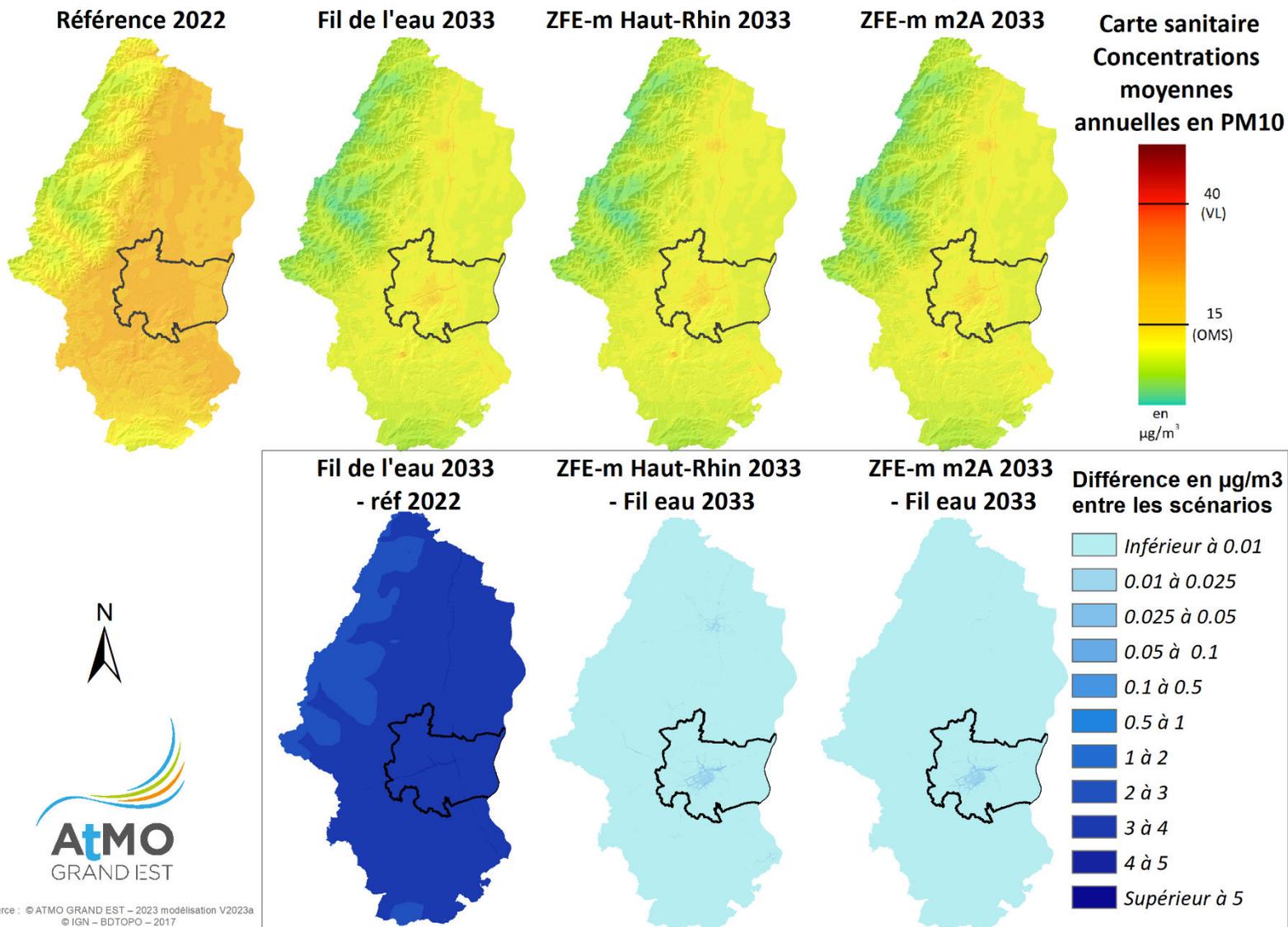


Figure 11 : Impact sur les concentrations de particules PM10 en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

Source : © ATMO GRAND EST – 2023 modélisation V2023a  
© IGN – BDTOPO – 2017

### 4.3.3. Particules PM2.5 en moyenne annuelle

#### *Actuellement*

En 2022, les niveaux de particules PM2.5 en moyenne annuelle sur le Haut-Rhin et m2A ne dépassent pas la valeur limite de qualité de l'air de 25 µg/m<sup>3</sup>. Des dépassements de la valeur limite en projet pour 2030 de 10 µg/m<sup>3</sup> sont simulés sur une superficie de 5,5 km<sup>2</sup> sur le Haut-Rhin dont 2,7 km<sup>2</sup> sur m2A touchant environ 7 700 habitants dont 5 100 sur m2A. Ces dépassement sont situés à proximité du réseau routier structurant. Enfin, la valeur guide OMS de 5 µg/m<sup>3</sup> est dépassée sur la totalité du Haut-Rhin et touche ainsi 764 400 personnes.

#### *Fil de l'eau 2033*

En 2033, le renouvellement du parc automobile et l'ensemble des mesures nationales et locales prévus à cette échéance permettent une diminution des niveaux de particules PM2.5 de 34% sur l'ensemble du Haut-Rhin. Les niveaux maximums marquent une baisse plus faible de 27%. A cet horizon, il n'y a quasiment plus de dépassement de la valeur limite en projet pour 2030 simulé. La valeur guide OMS reste dépassée sur la majeure partie des zones habitées du Haut-Rhin. Il y a 679 100 habitants exposés à un dépassement de la valeur guide OMS dont 274 000 résident dans m2A.

#### *Mise en place d'une ZFE-m*

La mise en place d'une ZFE-m avec interdiction des véhicules non classés et CRIT'Air 5, 4, 3 et 2, quel que soit le périmètre choisi, n'a quasiment pas d'impact sur la qualité de l'air car la baisse des émissions de particules PM2.5 résultant de cette mesure est très faible. L'impact de la ZFE-m concerne principalement les émissions de particules à l'échappement, minoritaires par rapport aux émissions de particules liées à l'usure des freins, pneus et abrasion de la route. Néanmoins une légère baisse de la superficie exposée à un dépassement de la valeur guide OMS est observée mais sans réel impact sur la population exposée.

Echelle du Haut Rhin								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 25 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 5 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 25 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 5 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	7,8	18,6	0	7 700	764 400	0	5,5	3 474,0
Fil de l'eau 2033	5,2 (-34%)	13,5 (-27%)	0	< 100 (-100%)	679 100 (-11,16%)	0	0,1 (-97,75%)	1 280,2 (-63,1%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	5,2 (-34%)	13,4 (-28%)	0	0 (-100%)	678 900 (-11,19%)	0	0,1 (-97,84%)	1 263,4 (-63,6%)
ZFE-m sur m2A 2033	5,2 (-34%)	13,4 (-28%)	0	< 100 (-100%)	679 100 (-11,16%)	0	0,1 (-97,83%)	1 272,1 (-63,4%)
Echelle m2A								
Scénario	Moyenne en µg/m <sup>3</sup>	Maximum en µg/m <sup>3</sup>	Population exposée à un dépassement			Superficie exposée à un dépassement (km <sup>2</sup> )		
			Valeur limite 25 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 5 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite 25 µg/m <sup>3</sup>	Valeur limite projet 2030 10 µg/m <sup>3</sup>	Valeur guide OMS 5 µg/m <sup>3</sup>
Réf 2022	8,6	18,6	0	5 100	274 100	0	2,7	439,7
Fil de l'eau 2033	5,7 (-34%)	13,5 (-27%)	0	0 (-100%)	274 000 (-0,03%)	0	0,1 (-95,80%)	347,1 (-21,0%)
ZFE-m sur Haut-Rhin 2033	5,7 (-34%)	13,4 (-28%)	0	0 (-100%)	274 000 (-0,03%)	0	0,1 (-95,94%)	343,0 (-22,0%)
ZFE-m sur m2A 2033	5,7 (-34%)	13,4 (-28%)	0	0 (-100%)	274 000 (-0,03%)	0	0,1 (-95,94%)	343,6 (-21,8 %)

Figure 12 : Moyennes et maximums annuels en particules PM2.5 et populations et surfaces exposées à un dépassement des valeurs règlementaires sur les périmètres Haut-Rhin et m2A pour l'année de référence 2022, le fil de l'eau 2033 et les scénarios ZFE-m 2033 sur périmètre Haut-Rhin et m2A

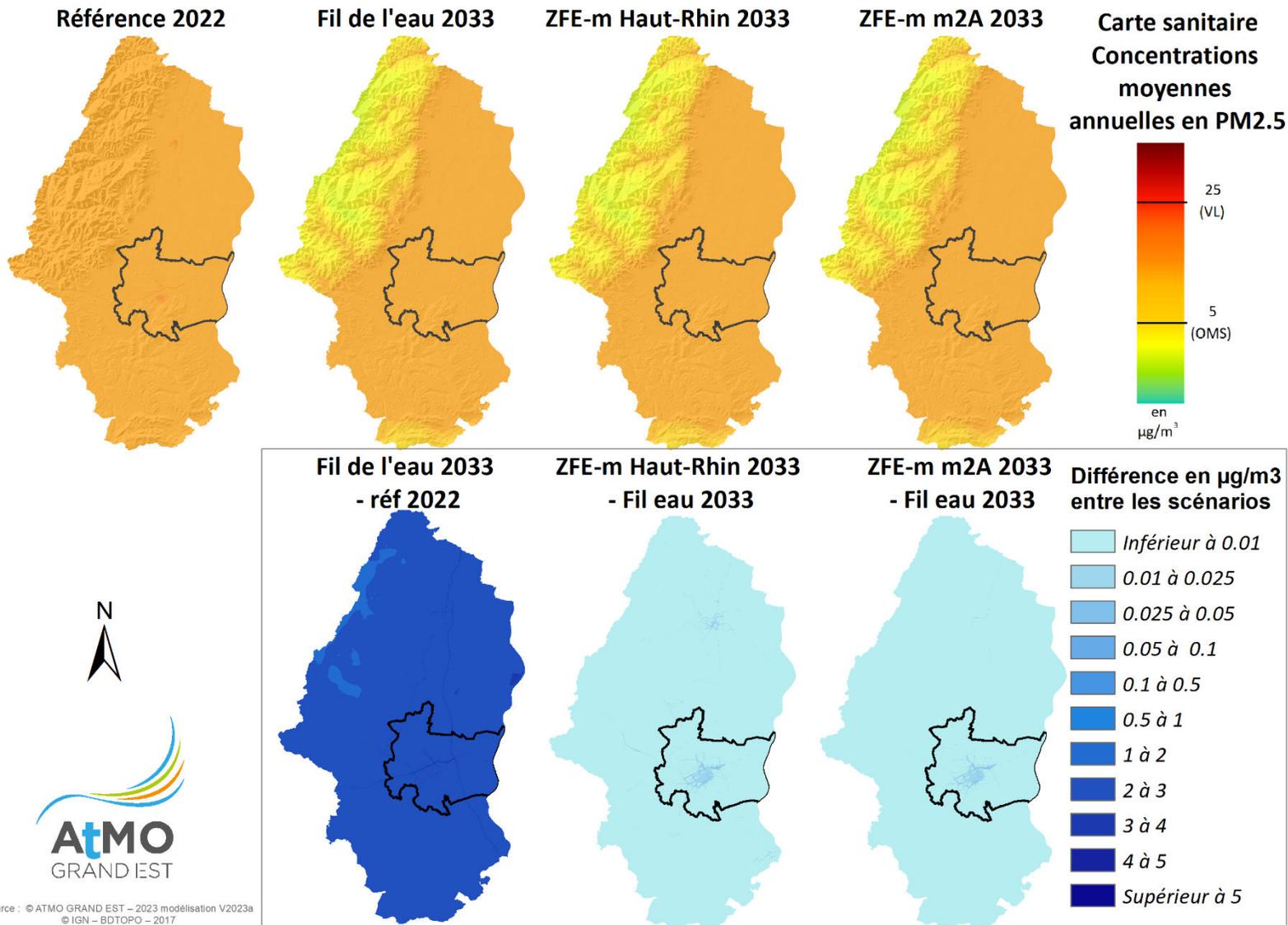


Figure 13 : Impact sur les concentrations de particules PM2.5 en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

Source : © ATMO GRAND EST – 2023 modélisation V2023a  
© IGN – BDTOPO – 2017

## 5. CONCLUSION

En 2022, la qualité de l'air au niveau de m2A fait apparaître des dépassements de la valeur limite en NO<sub>2</sub> de 40 µg/m<sup>3</sup> qui touchent potentiellement moins de 100 personnes. Des valeurs guides OMS ainsi que des valeurs limites en projet pour 2030 sont également dépassées sur le noyau urbain de l'agglomération, voire sur l'ensemble du territoire d'étude en particules PM2.5.

**L'évolution tendancielle du parc automobile à horizon 2033 et l'ensemble des mesures nationales et locales prévus à cette échéance permettent une diminution importante des niveaux de dioxyde d'azote et de particules.** Néanmoins, il reste des **dépassements des valeurs guides OMS** ainsi que des **valeurs limites en projet pour 2030**. La mise en place de la ZFE-m a comme objectif d'accélérer le renouvellement du parc automobile.

Une première évaluation de l'impact de 7 scénarios de ZFE-m sur les émissions polluantes a permis de faire ressortir 2 scénarios interdisant la circulation à tous les véhicules non classés et CRIT'Ait 5,4,3 et 2 sur les périmètres du Haut-Rhin ou de m2A.

L'impact sur la qualité de l'air de la mise en place d'une ZFE-m se traduit par une baisse supplémentaire des concentrations polluantes **de NO<sub>2</sub> sur le Haut-Rhin en moyenne de 0,2 µg/m<sup>3</sup> pour le scénario de ZFE-m à l'échelle du département et de 0,1 µg/m<sup>3</sup> pour le scénario de ZFE-m à l'échelle de m2A. Pour les 2 scénarios, cette baisse est de 0,4 µg/m<sup>3</sup> sur m2A.** L'impact de la ZFE-m est encore plus important aux abords des axes routiers avec des diminutions des concentrations de NO<sub>2</sub> de 0,5 à 9 µg/m<sup>3</sup>, notamment pour ceux se trouvant dans le périmètre ZFE-m. Pour ce polluant, cela se traduit par une quasi-disparition de dépassements de la valeur guide OMS. Par rapport au scénario incluant une ZFE-m à l'échelle du Haut-Rhin, la mise en place de la ZFE-m à l'échelle de m2A permet d'avoir des résultats quasi-identiques sur m2A mais des résultats proches de la simulation fil de l'eau 2033 hors m2A sauf à proximité des grands axes de transit permettant l'accès à m2A.

**L'impact de la mise en place d'une ZFE-m sur les niveaux de particules PM10 et PM2.5, quel que soit le périmètre choisi, est négligeable** car ce dispositif n'agit que sur les émissions de particules à l'échappement, minoritaires par rapport aux émissions de particules liées à l'usure des freins, pneus et abrasion de la route. En 2033, avec ou sans ZFE-m, la quasi-totalité du département reste soumis à un dépassement de la valeur guide OMS en PM2.5. A noter que les particules PM2.5 sont majoritairement émises par le secteur résidentiel.

## **ANNEXE 1 : RESULTATS CARTOGRAPHIQUES DE L'IMPACT DE LA ZFE-M AVEC LES ÉCHELLES REGLEMENTAIRES**

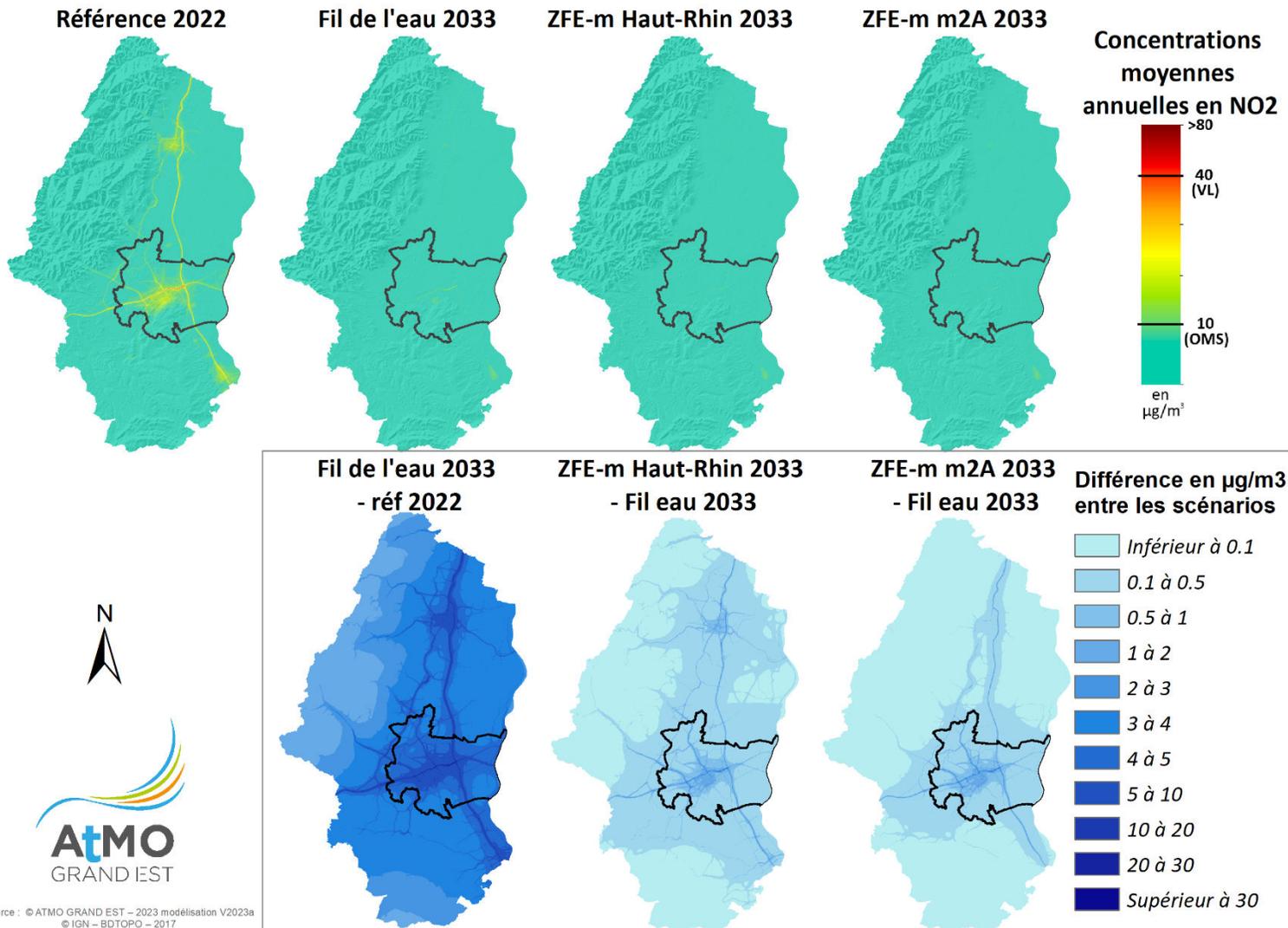


Figure 14 : Impact sur les concentrations de NO<sub>2</sub> en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

Source : © ATMO GRAND EST – 2023 modélisation V2023a  
© IGN – BDTOPO – 2017

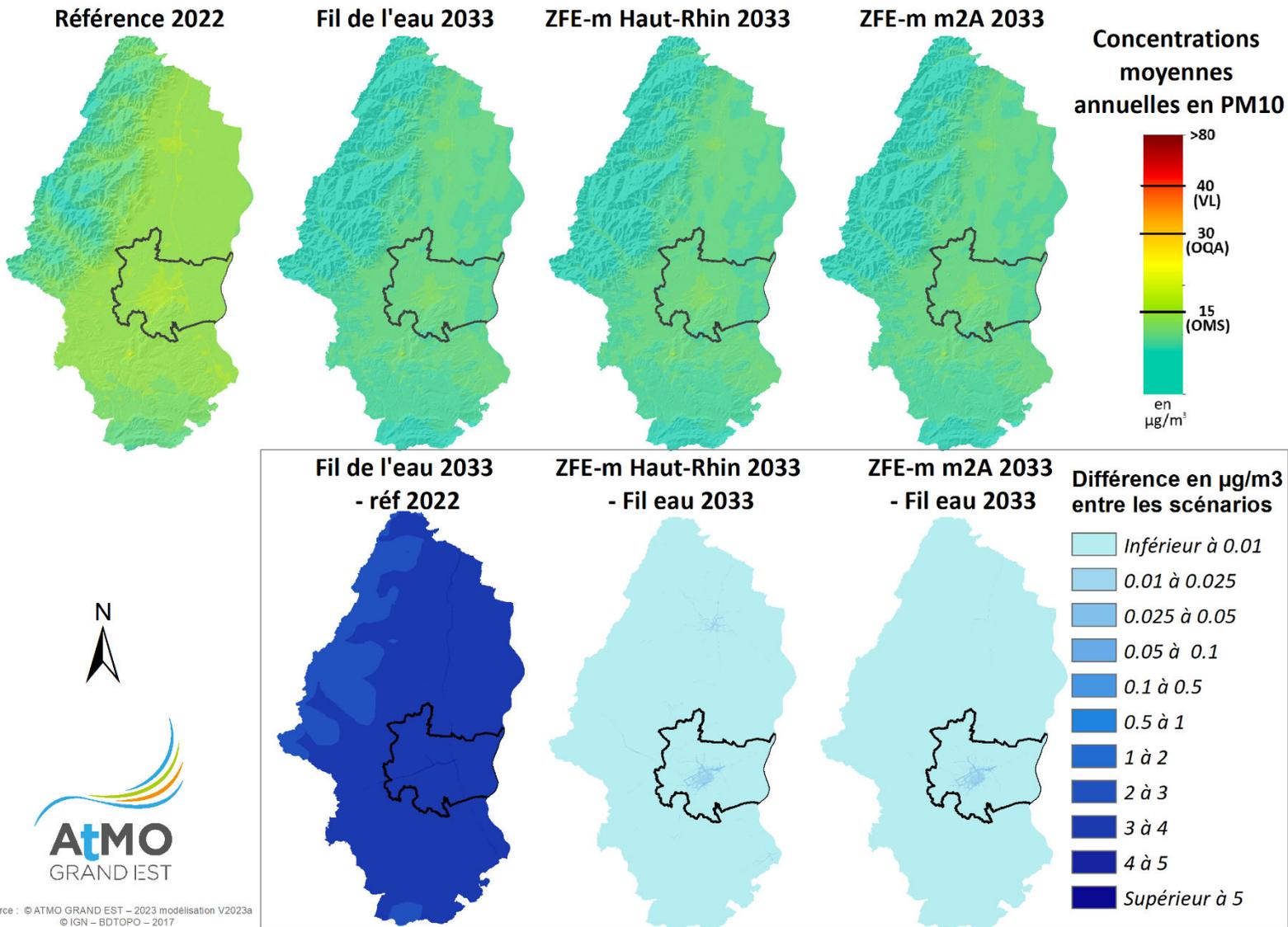


Figure 15 : Impact sur les concentrations de particules PM10 en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

Source : © AtMO GRAND EST – 2023 modélisation V2023a  
© IGN – BDTOP0 – 2017

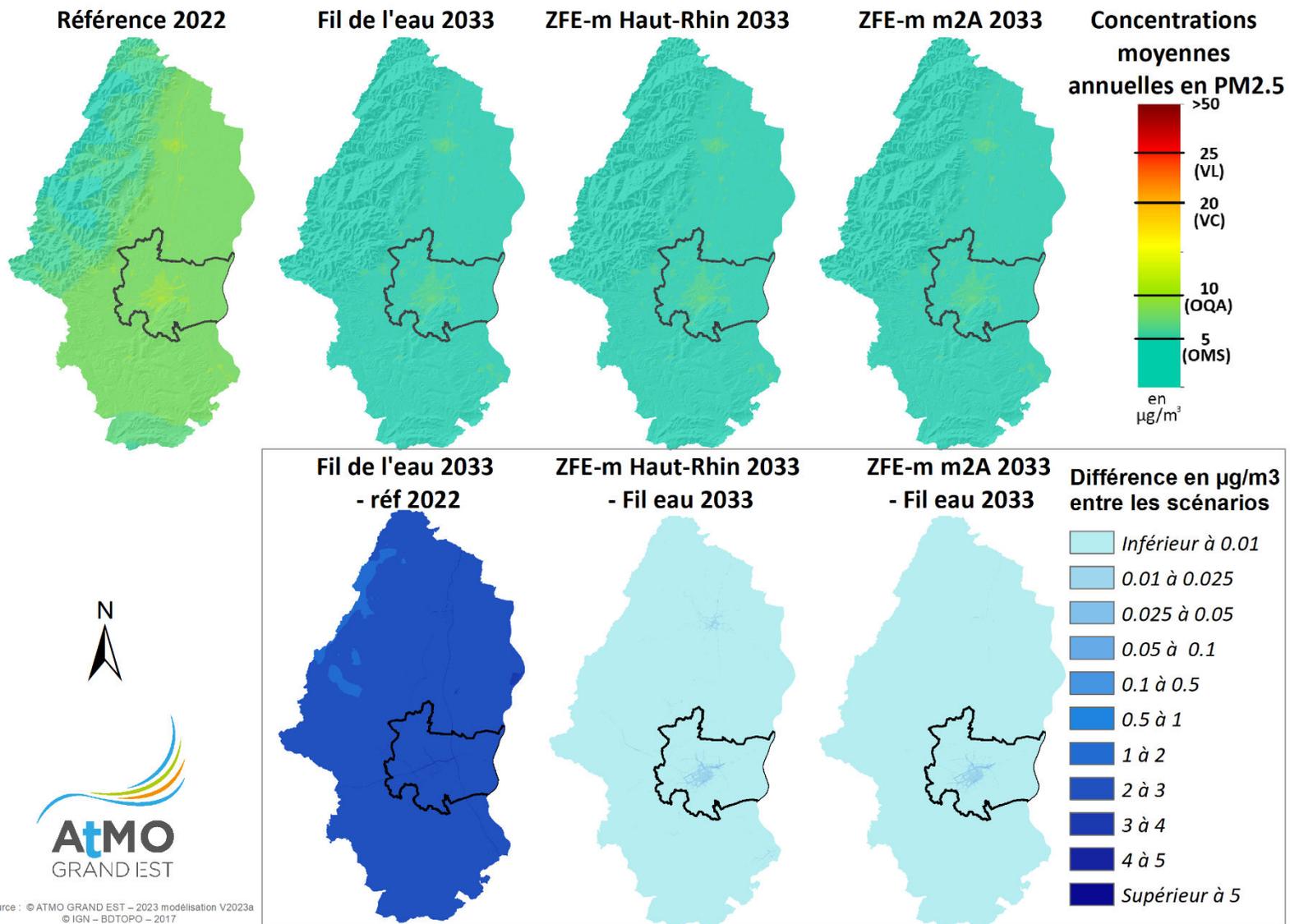
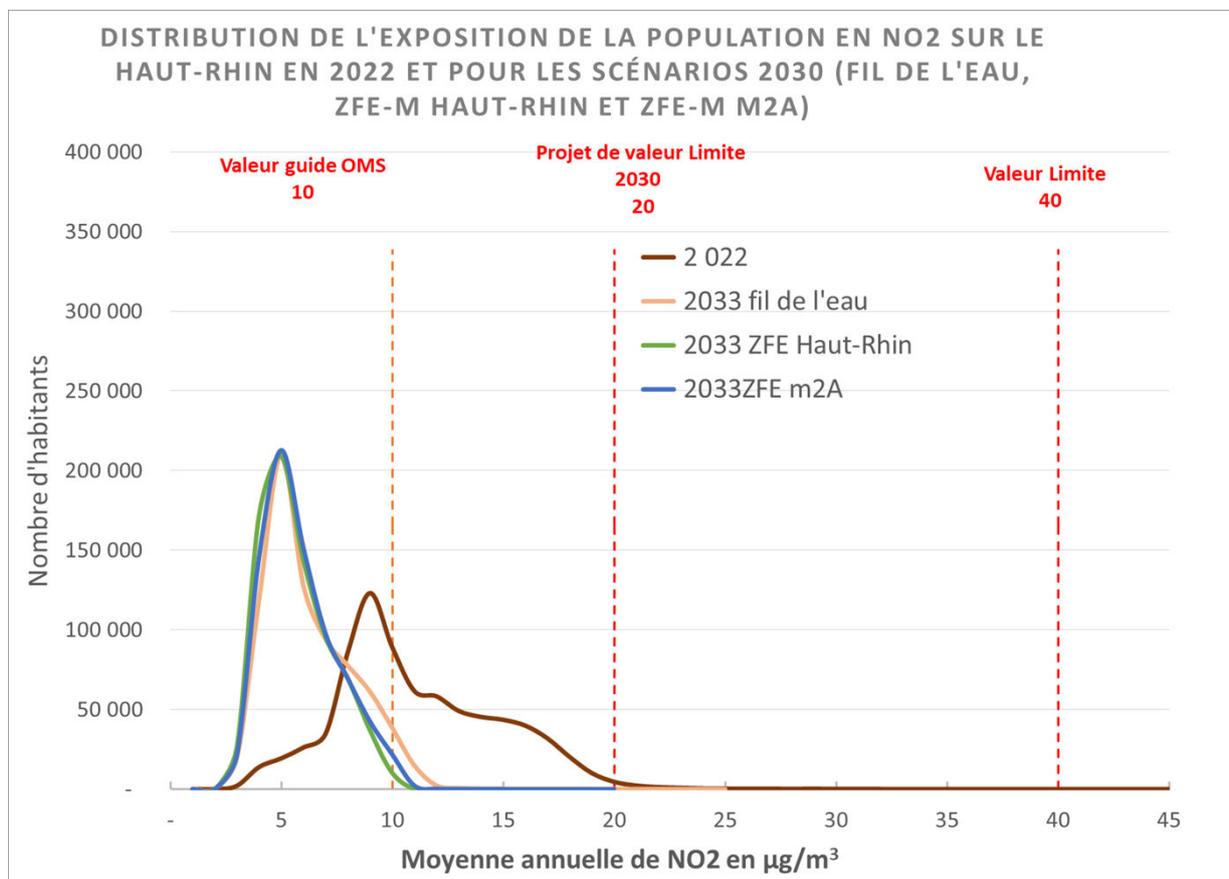


Figure 16 : Impact sur les concentrations de particules PM2.5 en moyenne annuelle des mesures nationales et locales et du renouvellement du parc automobile à horizon 2033 d'une part et de la mise en place en supplément d'une ZFE-m sur différents périmètres d'autre part

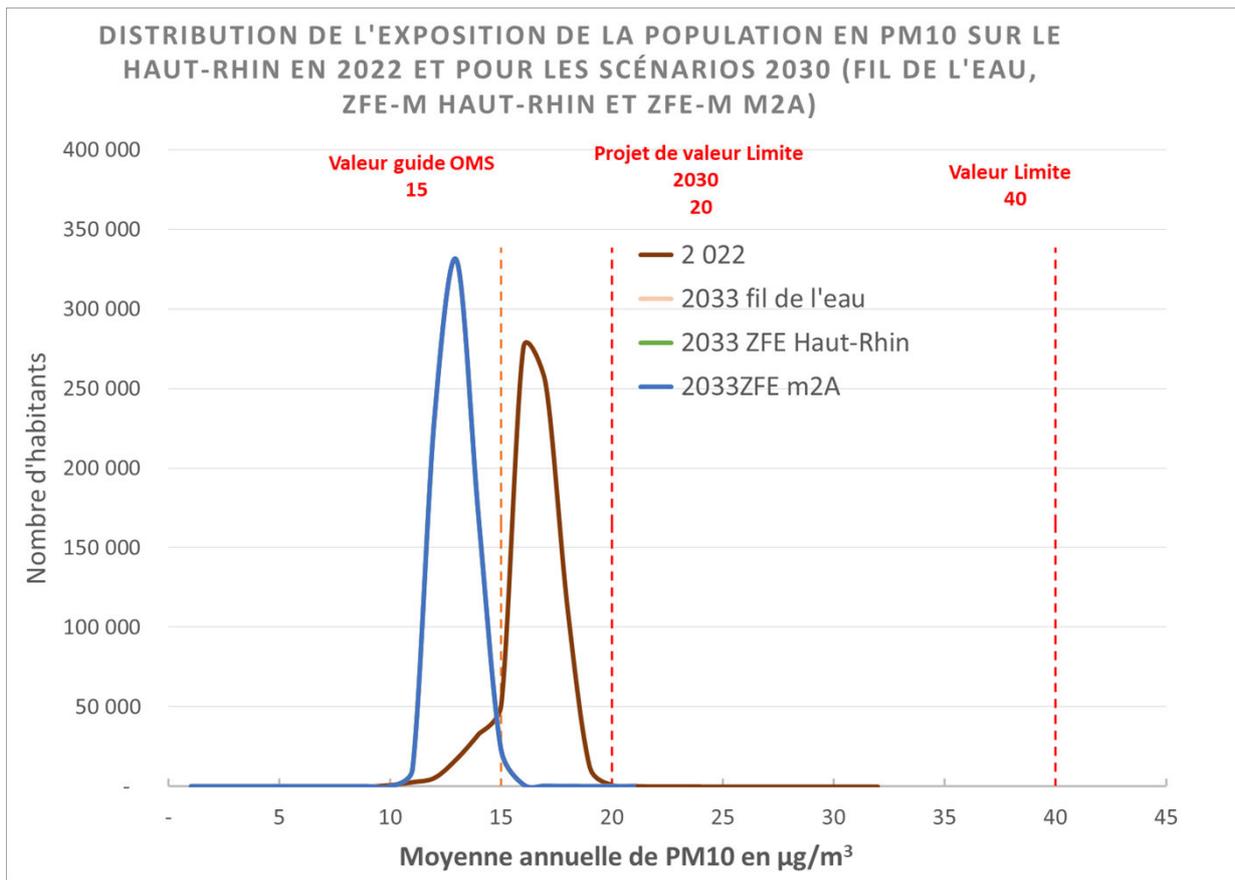
Source : © ATMO GRAND EST – 2023 modélisation V2023a  
© IGN – BDTOP0 – 2017

## ANNEXE 2 : DISTRIBUTION DE L'EXPOSITION DE LA POPULATION SUR LE HAUT-RHIN EN 2022 ET POUR LES SCÉNARIOS 2030 FIL DE L'EAU, ZFE-M SUR LE PÉRIMÈTRE HAUT-RHIN ET ZFE-M SUR LE PÉRIMÈTRE M2A



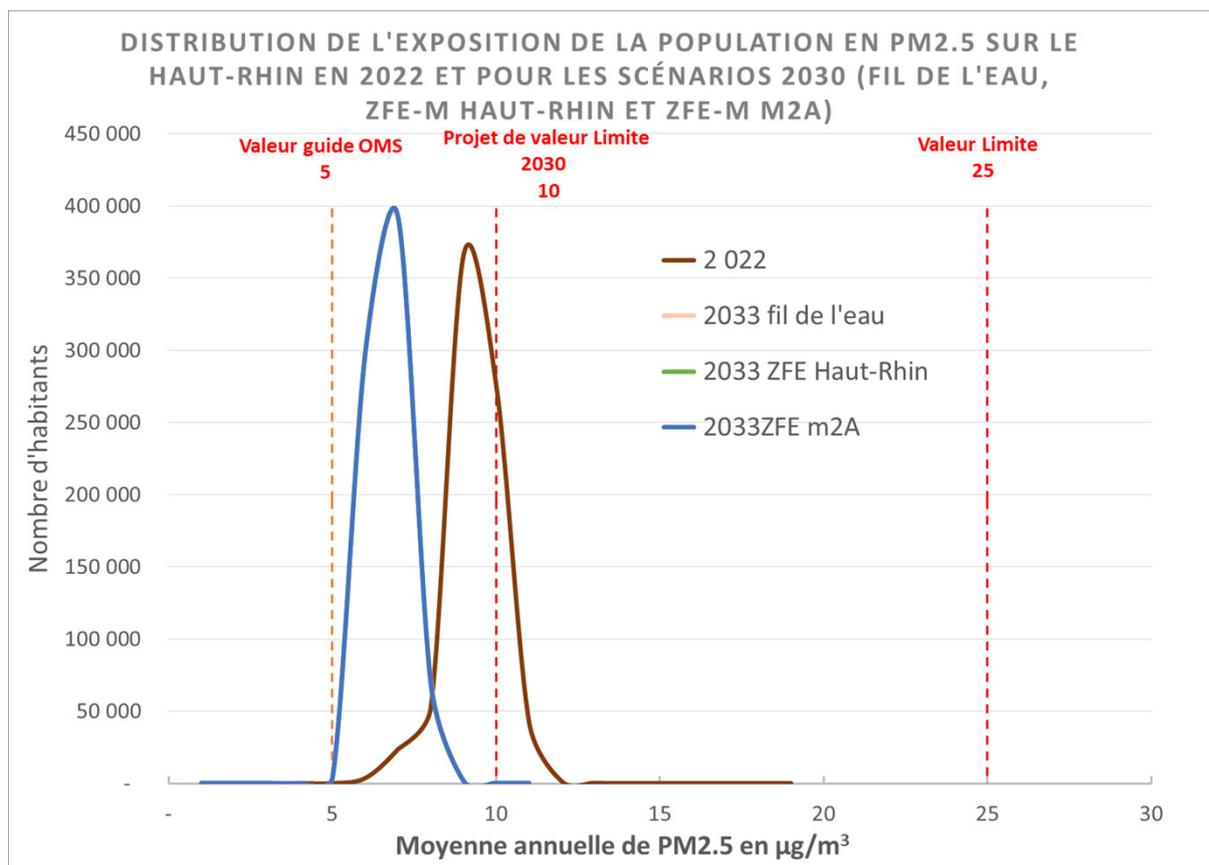
Ce graphique représente la distribution de l'exposition de la population en NO<sub>2</sub> en 2022 et sur les scénarios 2030 fil de l'eau, ZFE-m sur le Haut-Rhin et ZFE-m sur m2A.

L'exposition médiane est de 9,8 µg/m<sup>3</sup> en 2022, ce qui signifie que la moitié de la population du Haut Rhin est exposée à des niveaux supérieurs à cette valeur. En 2030, cette exposition médiane passe à 5,3 µg/m<sup>3</sup> pour le scénario fil de l'eau. La mise en place d'une ZFE-m permet de baisser cette exposition médiane de 0,4 µg/m<sup>3</sup> dans le cas d'une ZFE sur périmètre Haut-Rhin et de 0,3 µg/m<sup>3</sup> dans le cas d'une ZFE sur périmètre m2A.



Ce graphique représente la distribution de l'exposition de la population en PM10 en 2022 et sur les scénarios 2030 fil de l'eau, ZFE-m sur le Haut-Rhin et ZFE-m sur m2A.

L'exposition médiane est de 16  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2022, ce qui signifie que la moitié de la population du Haut Rhin est exposée à des niveaux supérieurs à cette valeur. En 2030, cette exposition médiane passe à 12,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour l'ensemble des scénarios.



Ce graphique représente la distribution de l'exposition de la population en PM10 en 2022 et sur les scénarios 2030 fil de l'eau, ZFE-m sur le Haut-Rhin et ZFE-m sur m2A.

L'exposition médiane est de 8,8 µg/m<sup>3</sup> en 2022, ce qui signifie que la moitié de la population du Haut Rhin est exposée à des niveaux supérieurs à cette valeur. En 2030, cette exposition médiane passe à 6,2 µg/m<sup>3</sup> pour l'ensemble des scénarios.





**Air • Climat • Energie • Santé**

Espace Européen de l'Entreprise – 5 rue de Madrid – 67300 Schiltigheim  
Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67 - [contact@atmo-grandest.eu](mailto:contact@atmo-grandest.eu)  
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

**Association agréée de surveillance de la qualité de l'air**