



Evaluation de l'impact de la mise en œuvre de l'autoroute A355 et du Plan de Déplacements Urbains de l'Eurométropole de Strasbourg

Complément d'informations suite à l'article 24 de la décision du tribunal administratif de Strasbourg du 20 juillet 2021 n°1805541

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, Ingénieurs d'études*
Relecture : *LE PAIH Jérôme, Responsable Unité Modélisation*
Approbation : *PALLARES Cyril, Directeur Opérationnel*

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

Référence du projet : 00788 – MOD_2021_GCO_ARCOS

Référence du rapport : MOD-EN-056

Date de publication : Septembre 2021

ATMO Grand Est

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

Tél : 03 88 19 26 66 - Fax : 03 88 19 26 67

Mail : contact@atmo-grandest.eu

SOMMAIRE

RÉSUMÉ	4
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	5
2. COMPLÉMENT D'INFORMATIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES ÉMISSIONS COPERT	6
2.1. MÉTHODOLOGIE COPERT	6
2.1.1. Méthode d'estimation des facteurs d'émissions de COPERT	6
2.1.2. Emissions calculées par le modèle COPERT	6
2.2. DIFFÉRENCE ENTRE LES VERSIONS COPERT IV ET COPERT V	7
2.2.1. Cas des oxydes d'azote	7
2.2.2. Cas des autres polluants	8
2.3. CALCULS DES ÉMISSIONS DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'AUTOROUTE A355	9
2.4. CONCLUSION	9
3. MÉTHODES ET MOYENS POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DE L'AIR	10
3.1. ÉVALUATION DES IMPACTS SUR LES ÉMISSIONS	10
3.2. MÉTHODOLOGIE POUR LA SIMULATION DES CONCENTRATIONS POLLUANTES	10
4. SITUATION DE RÉFÉRENCE 2019	12
4.1. LES ÉMISSIONS POLLUANTES	12
4.1.1. Le dioxyde de carbone.....	12
4.1.2. Les oxydes d'azote.....	12
4.1.3. Les particules PM10.....	12
4.1.4. Les particules PM2.5.....	13
4.1.5. Le benzène.....	13
4.1.6. Le monoxyde de carbone	13
4.1.7. Le dioxyde de soufre	13
4.1.8. Les composés organiques non volatils.....	14

4.1.9.	Les 1-3-butadiène	14
4.1.10.	L'arsenic	14
4.1.11.	Le chrome	14
4.1.12.	Le Nickel	14
4.1.13.	Le Benzo(a)pyrène	14
4.2.	CONCENTRATIONS ET POPULATION EXPOSEE.....	15
4.2.1.	Le dioxyde d'azote	15
4.2.2.	Les particules PM10.....	16
4.2.3.	Les particules PM2.5.....	18
4.2.4.	Le benzène.....	20
4.2.5.	Le monoxyde de carbone	21
4.2.6.	Le dioxyde de soufre	22
4.2.7.	Autres polluants non modélisés.....	23
4.2.8.	Récapitulatif des dépassements en 2019.....	24
5.	SITUATION DE L'A355 À LONG TERME – ANNÉE 2040	25
5.1.	LIMITE DE LA DÉMARCHE D'ÉVALUATION.....	25
5.2.	IMPACT SUR LES ÉMISSIONS	26
5.3.	IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS ET POPULATION EXPOSEE	27
5.3.1.	Le dioxyde d'azote	27
5.3.2.	Les particules PM10.....	29
5.3.3.	Les particules PM2.5.....	31
5.3.4.	Le benzène.....	33
5.3.5.	Le monoxyde de carbone	35
5.3.6.	Le dioxyde de soufre	37
5.3.7.	Récapitulatif des dépassements.....	39
5.4.	INDICE POLLUTION POPULATION (IPP)	40
5.5.	CONCLUSION	42

RÉSUMÉ

Ce rapport a pour objet d'apporter des éléments de réponse au point 24 de la décision n°1805541 du tribunal administratif de Strasbourg et aborde les sujets suivants :

- Complément d'informations relatif à la version de la méthodologie de calcul des émissions routières utilisée dans le cadre de l'étude de décembre 2016 (COPERT IV Version 11.3) et comparaison avec la méthodologie actuelle COPERT V ;
- Mise à jour de la situation de référence pour l'année 2019 avec utilisation des derniers outils disponibles à ATMO Grand Est ;
- Modélisation du projet à long terme (année 2040).

Au moment de la réalisation de l'étude rendue en septembre 2016, les dernières connaissances en matière de facteurs d'émissions ont été utilisées, en l'occurrence la méthodologie COPERT IV V11.3. Cette méthodologie, s'appuyant sur des facteurs d'émissions déterminés à partir de mesures faites sur banc et en conditions réelles de circulation, était à jour pour les facteurs d'émissions pré EURO 6 et s'est appuyée sur des normes réglementaires pour l'estimation des facteurs d'émissions des véhicules EURO 6. La différence entre les méthodologies COPERT IV et COPERT V concerne plus particulièrement les oxydes d'azote des véhicules légers diesels EURO 6.

De plus, l'utilisation de l'outil Circul'Air a également permis d'adapter le calcul des émissions polluantes (méthodologie COPERT) aux données réelles de trafic local (trafic, vitesse moyenne, encombrement des voies...).

En complément, la situation de référence a été mise à jour pour l'année 2019 en intégrant les dernières connaissances disponibles en matière d'inventaire des émissions et de modèles de qualité de l'air. En 2019, des dépassements de valeurs limite de qualité de l'air sont observés sur la zone d'étude touchant potentiellement 300 personnes. L'ensemble du territoire étudié présente un dépassement de valeur guide OMS.

Enfin une simulation 2040 a été engagée. Elle présente des résultats différenciés en fonction de la localisation mais également en fonction du polluant. Cette simulation montre que malgré une hausse globale du trafic routier envisagée sur la zone d'étude, les populations potentiellement exposées à des valeurs réglementaires diminuent.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

L'A355 est un projet d'autoroute à péage, contournant l'agglomération strasbourgeoise par l'Ouest et dont la fin des travaux est prévue fin 2021. L'Eurométropole de Strasbourg et les services de l'Etat souhaitent accompagner cette ouverture par une requalification de l'actuelle A35, visant à limiter fortement le trafic routier sur l'actuelle autoroute et à favoriser au maximum le report des véhicules, en particulier en transit, sur la future A355. Cette volonté s'est traduite dans le plan de déplacements urbains de l'Eurométropole.

En décembre 2016, l'étude « Evaluation de l'impact de la mise en œuvre de l'autoroute A355 et du Plan de Déplacements Urbains de l'Eurométropole de Strasbourg conformément à la disposition 5 du Plan de Protection de l'Atmosphère de Strasbourg » a permis une première évaluation de l'impact de ces projets sur la qualité de l'air.

L'actualisation de l'étude d'impact d'ARCOS, intégrant ce rapport, vient d'être étudié par le tribunal administratif de Strasbourg qui demande certains compléments à travers l'article 24.

Article 24

Dans le cadre de l'étude sur l'A355, l'arrêt du tribunal administratif de Strasbourg stipule :

"24. (...) D'autre part, il résulte de l'instruction que le calcul des émissions prévisibles a été effectué à partir de l'outil « ASPA Circul'air », basé sur les facteurs d'émission « Copert IV ». Or l'association Alsace Nature est fondée à soutenir, ainsi que l'Autorité environnementale l'a relevé dans son avis du 21 février 2018, que l'utilisation de la version la plus récente de cet outil, dénommée « Copert V », était requise pour prendre en compte les émissions en conditions réelles de circulation des véhicules diesel, et non les seules déclarations des constructeurs. Si la société Arcos fait valoir que l'étude relative aux émissions de polluants aériens a été réalisée avant septembre 2016, date à laquelle l'outil « Copert V » a été rendu disponible, il est toutefois constant qu'elle a déposé la synthèse actualisée seulement au mois de mars 2018. Dès lors, l'analyse des effets du projet en termes d'émissions de polluants aériens, qui n'a pas été réalisée pour le moyen et le long terme, et n'a pas pris en compte les émissions des véhicules en conditions réelles de circulation, ne saurait être regardée comme suffisante."

Ce rapport a pour objet d'apporter des éléments de réponse au point 24 de la décision n°1805541 du tribunal administratif de Strasbourg et abordera les sujets suivants :

- Complément d'informations relatif à la version de la méthodologie de calcul des émissions routières utilisée dans le cadre de l'étude de décembre 2016 (COPERT IV Version 11.3) et comparaison avec la méthodologie actuelle COPERT V ;
- Mise à jour de la situation de référence pour l'année 2019 avec utilisation des derniers outils disponibles à ATMO Grand Est ;
- Modélisation du projet à long terme (année 2040).

2. COMPLÉMENT D'INFORMATIONS SUR LA MÉTHODOLOGIE DE CALCUL DES ÉMISSIONS COPERT

2.1. MÉTHODOLOGIE COPERT

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne de calcul des émissions. Le développement technique de COPERT a été financé par l'Agence européenne de l'environnement dans le cadre des activités du « Centre thématique européen sur l'air et les changements climatiques » (European Topic Centre on Air and Climate Change) et depuis 2007, sous l'égide du Centre commun de recherche de la Commission européenne qui assure la coordination scientifique du programme COPERT.

Cette méthode est mise à jour régulièrement au fur et à mesure de l'amélioration des connaissances sur les facteurs d'émissions des véhicules acquises à partir des mesures faites sur banc et en conditions réelles de circulation. La version actuelle est COPERT V Version 5.4¹. A noter que l'outil Circul'Air actuellement utilisé à ATMO Grand Est se base sur la version 5.3.

La méthodologie COPERT fournit des facteurs d'émissions pour un grand nombre de polluants estimés à partir de mesures faites soit sur banc, soit en conditions réelles de circulation.

2.1.1. Méthode d'estimation des facteurs d'émissions de COPERT

Le modèle est fondé sur une base de données des facteurs d'émission routiers, facteurs qui permettent de convertir des données quantitatives d'activité (ici des données relatives aux caractéristiques du trafic routier) en émissions de polluants. Les facteurs d'émissions proposés par COPERT sont issus de mesures d'émissions en laboratoire sur divers cycles de conduite, visant à représenter les différentes conditions de circulation réelle, et non de données constructeurs. Ces cycles sont constitués à partir de mesures embarquées de vitesses et accélérations instantanées. Chacun des cycles est ensuite reproduit sur bancs de test pour différentes catégories de véhicules (VP ou PL), différentes motorisations (essence / diesel), différentes cylindrées, etc., et les émissions de polluants sont mesurées à l'échelle du cycle complet. Les émissions totales sont alors rapportées au kilométrage effectué pendant le cycle pour obtenir une émission moyenne en g/km. Ces valeurs sont associées à la vitesse moyenne du cycle pour permettre de construire des lois d'émissions continues fonction de la vitesse moyenne.

2.1.2. Emissions calculées par le modèle COPERT

COPERT intègre plusieurs types d'émissions :

¹ <https://www.emisia.com/utilities/copert/versions/>

- les émissions à chaud : émissions produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- les émissions à froid : émissions produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;
- les surémissions liées à la charge des poids-lourds.
- les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- les corrections liées aux améliorations des carburants.

Les émissions hors échappement, produites notamment par l'usure des pneumatiques, des pièces mécaniques du véhicule, des freins et du revêtement de chaussée sont également prises en compte dans le modèle COPERT.

2.2. DIFFÉRENCE ENTRE LES VERSIONS COPERT IV ET COPERT V

2.2.1. Cas des oxydes d'azote

La principale différence entre les 2 versions de COPERT IV et V réside dans les facteurs d'émissions des véhicules EURO 6, en particuliers les véhicules légers (particuliers et utilitaires légers) diesels (cf. figure 1).

- Dans COPERT IV, ces facteurs d'émissions sont estimés à partir des facteurs d'émissions des véhicules EURO 5 et des textes réglementaires de la norme EURO 6. Pour faire cette estimation, il faut d'abord partir du constat que les facteurs d'émissions des véhicules diesels EURO 5 présents dans la méthodologie COPERT IV présentaient déjà un écart conséquent avec la norme et étaient plus élevés que ceux des véhicules EURO 4 et bien plus élevés que ce que prévoyaient les textes réglementaires (cette différence du facteur COPERT par rapport au texte réglementaire prouve, de ce fait, que la méthodologie COPERT est construite à partir de mesures faites en conditions réelles et non de données constructeurs).

Les véhicules EURO 6 n'existant pas lors de l'évaluation des facteurs d'émissions de COPERT IV, l'hypothèse faite par les concepteurs de COPERT a été d'estimer le facteur d'émissions à partir des données réglementaires de la norme EURO 4 qui se rapprochait plus du facteur d'émissions fourni par COPERT IV pour les véhicules EURO 5. Cette estimation a donc consisté à multiplier le facteur d'émissions calculé par COPERT du véhicule EURO 5 par la projection de norme EURO 6 (80 mg/km) et à diviser le tout par la donnée pour la norme EURO 4 (250 mg/km), ce qui revient à multiplier le facteur EURO 5 par 0,32.

$$FEM_{EURO\ 6} = FEM_{EURO\ 5} \times (NORME_{EURO\ 6} / NORME_{EURO4})$$

- Dans COPERT V, le facteur EURO 6 est construit sur la base de mesures faites sur banc et en conditions réelles.

L'estimation des émissions de NO_x faite dans COPERT IV V11.3 pour les véhicules EURO 6 a donc été sous-estimée. Pour les véhicules pré EURO 6, les facteurs d'émissions sont identiques dans les méthodologies COPERT IV V11.3 et COPERT V comme le montre la figure 1.

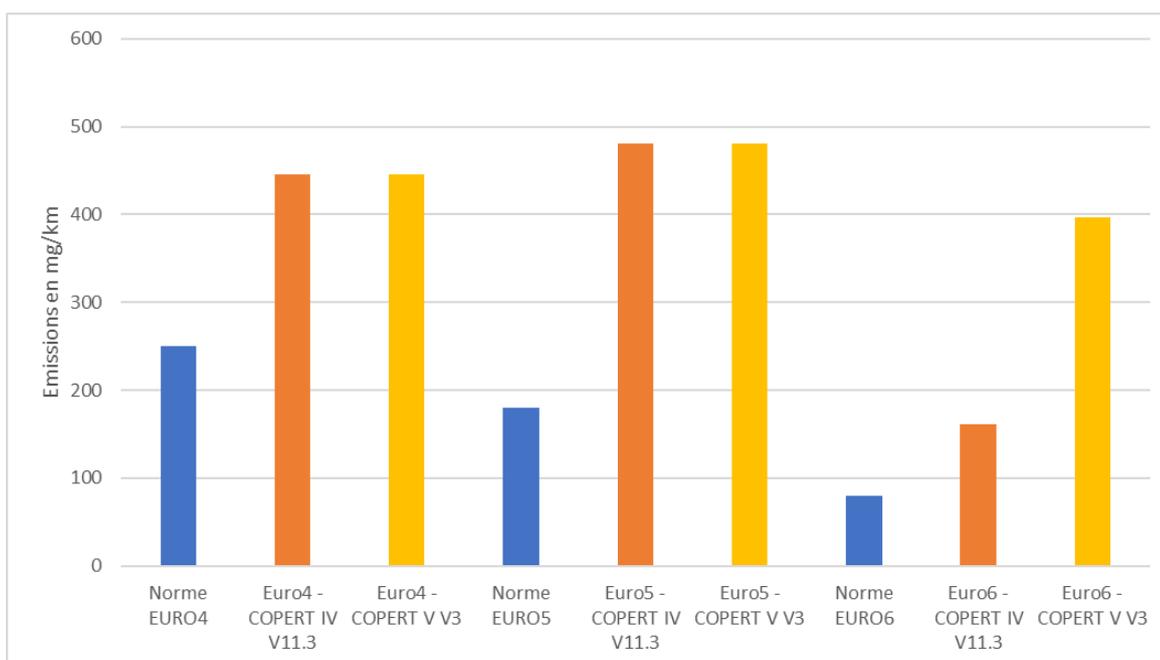


Figure 1 : Emissions de NO_x en mg/km pour un véhicule particulier diesel circulant à 80 km/h calculées pour différentes normes EUROs en utilisant différentes méthodologies et comparées à la norme réglementaire EURO.

Critère de la norme (bleu) - Emissions retenues dans le logiciel COPERT IV-v11.3 (orange) - Emissions retenues dans le logiciel COPERT V-v3 (jaune)

Norme	Euro 1	Euro 2	Euro 3	Euro 4	Euro 5a	Euro 5b	Euro 6b	Euro 6c	Euro 6d
Oxydes d'azote (NO _x)	-	-	500	250	180	180	80	80	80
Monoxyde de carbone (CO)	2 720	1 000	640	500	500	500	500	500	500
Hydrocarbures (HC)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Hydrocarbures non méthaniques (HCNM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Particules (PM)	140	80	50	25	5	4,5	4,5	4,5	4,5

Figure 2 : Normes européennes d'émissions pour les véhicules légers diesels en mg/km

Il faut également noter que ces différences ne concernent que les véhicules légers et non les poids lourds qui sont équipés de systèmes de dépollution des NO_x depuis 2010 et l'instauration de la norme EURO 5.

2.2.2. Cas des autres polluants

Les autres polluants présentent très peu de différences entre les méthodologies COPERT IV et COPERT V car l'évolution normative est quasi nulle entre les véhicules EURO 5 et EURO 6 (figure 2).

2.3. CALCULS DES ÉMISSIONS DANS LE CADRE DE L'ÉVALUATION DE L'IMPACT DE LA MISE EN ŒUVRE DE L'AUTOROUTE A355

Pour l'étude « Evaluation de l'impact de la mise en œuvre de l'autoroute A355 et du Plan de Déplacements Urbains de l'Eurométropole de Strasbourg conformément à la disposition 5 du Plan de Protection de l'Atmosphère de Strasbourg » datant du 1^{er} décembre 2016, la version COPERT IV version 11.3 de juin 2015 a été utilisée via l'outil Circul'Air. A noter qu'à cette période, les facteurs d'émissions COPERT V n'étaient pas encore disponibles. Le logiciel COPERT V a été révisé en septembre 2016 mais les facteurs d'émissions n'ont été mis à disposition des différents organismes qu'en janvier 2017 via le guidebook EMEP CORINAIR.

ATMO Grand Est a donc appliqué la méthodologie COPERT IV V11.3 via l'outil Circul'Air pour tenir compte des conditions de circulation de chaque axe. La méthodologie COPERT fournit des facteurs d'émissions dépendant de la vitesse de circulation. L'outil Circul'Air permet de calculer la vitesse de circulation horaire pour 3 types de jours (jours ouvrés, samedi et dimanche) et pour chaque mois à partir de plusieurs données :

- Le trafic moyen journalier annuel tout véhicule de l'axe
- Le trafic moyen journalier annuel poids lourds de l'axe
- Le parc automobile national
- La capacité horaire de l'axe
- Des profils de trafic issus des données de comptage des stations SIREDO de la DIR Est et du département du Bas-Rhin
- Des courbes débit/vitesses

A partir de l'ensemble de ces données, l'outil Circul'Air calcule une charge horaire de l'axe en uvp (unité de véhicule particulier) et la divise par la capacité de l'axe pour déterminer l'encombrement de la voie. A partir de cette donnée et de courbes débit/vitesse, l'outil Circul'Air calcule un profil de vitesse horaire pour chaque axe, chaque type de jour et chaque mois. Ces vitesses horaires sont ensuite intégrées aux équations COPERT pour un calcul horaire des émissions polluantes.

L'outil Circul'Air permet donc de calculer des émissions polluantes à partir de données réelles de trafic en se basant sur la méthodologie COPERT qui s'appuie sur des facteurs d'émissions déterminés à partir de mesures faites sur banc et en conditions réelles de circulation.

2.4. CONCLUSION

Au moment de la réalisation de cette étude rendue en septembre 2016, **les dernières connaissances en matière de facteurs d'émissions ont bien été utilisées**, en l'occurrence la méthodologie COPERT IV V11.3. Cette méthodologie, s'appuyant sur des **facteurs d'émissions déterminés à partir de mesures faites sur banc et en conditions réelles de circulation**, était à jour pour les facteurs d'émissions pré EURO 6 et s'est appuyée sur des normes réglementaires pour l'estimation des facteurs d'émissions des

véhicules EURO 6. **La différence entre les méthodologies COPERT IV et COPERT V concerne plus particulièrement les oxydes d'azote des véhicules légers diesels EURO 6.**

De plus, l'utilisation de l'outil Circul'Air a également permis **d'adapter le calcul des émissions polluantes (méthodologie COPERT) aux données réelles de trafic local** (trafic, vitesse moyenne, encombrement des voies...).

3. MÉTHODES ET MOYENS POUR ÉVALUER LA QUALITÉ DE L'AIR

3.1. EVALUATION DES IMPACTS SUR LES ÉMISSIONS

Pour déterminer l'impact potentiel sur les émissions polluantes d'aménagements routiers, 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.

Comme évoqué dans le paragraphe 2, 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.

3.2. MÉTHODOLOGIE POUR LA SIMULATION DES CONCENTRATIONS POLLUANTES

La seconde étape d'une étude consiste à simuler la qualité de l'air et les populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs règlementaires ou valeurs guides OMS.

Cette évaluation s'appuie sur le logiciel de dispersion physico-chimique ADMS Urban développé par le CERC et adapté à l'échelle urbaine.

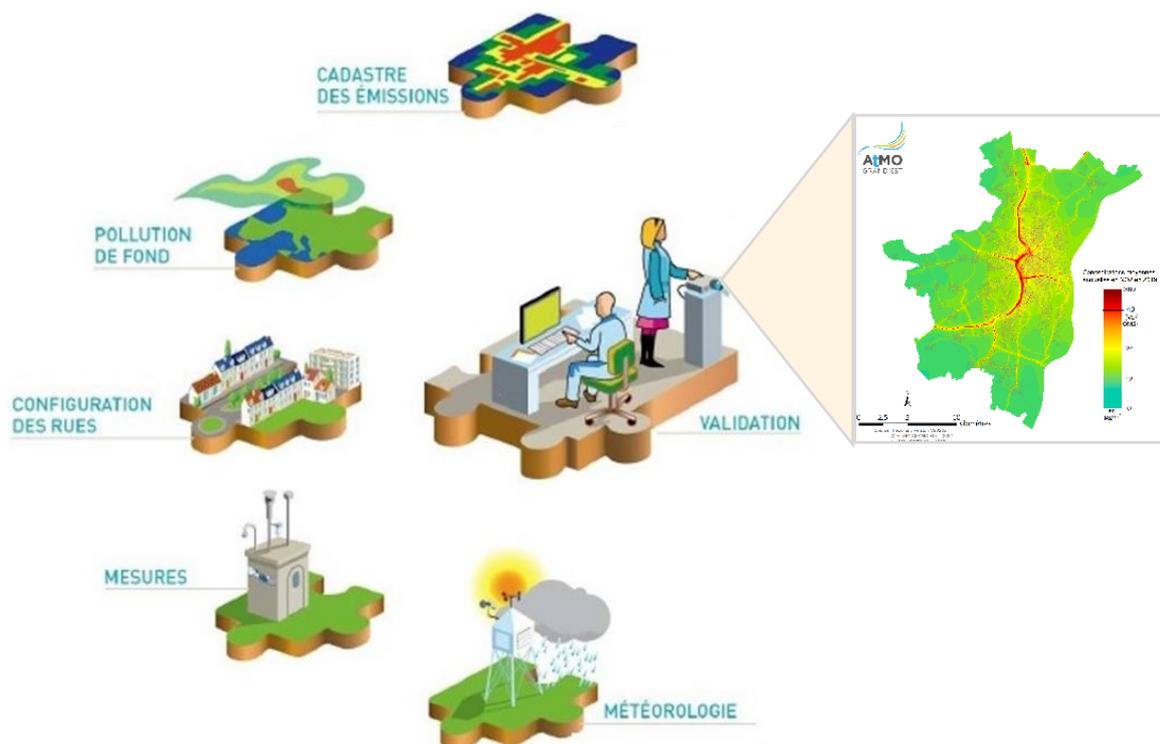


Figure 3 : Principales étapes d'une modélisation de la qualité de l'air

La modélisation de la qualité de l'air pour l'année 2019 a été réalisée en utilisant :

- Le fond de pollution issu des stations de mesure d'ATMO Grand-Est pour l'année 2019 ;
- Les données météorologiques de la station Strasbourg Entzheim de Météo France pour l'année 2019 ;
- Les émissions polluantes de l'année 2018 extraites de l'inventaire des émissions d'ATMO Grand-Est dans sa version 2020.

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 4).

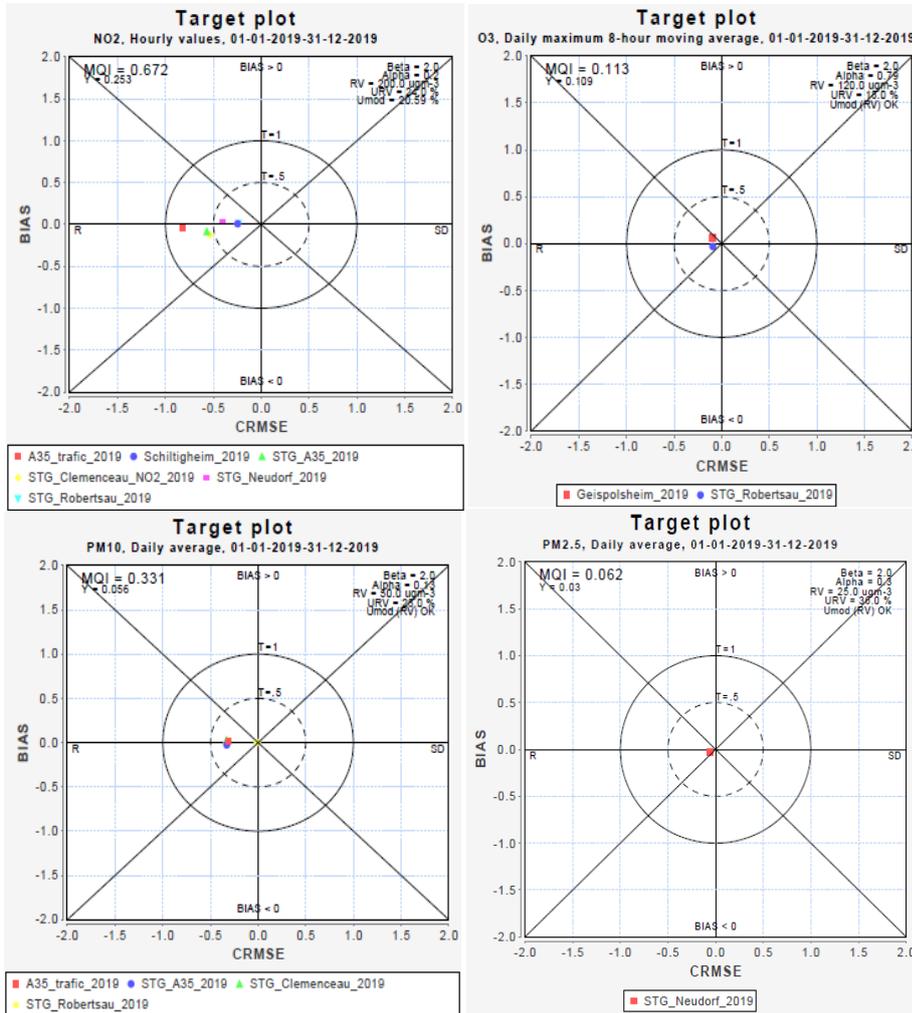


Figure 4 : Evaluation de la modélisation 2019 à partir de l'outil européen DELTA TOOL ²

² 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. Les points représentent les comparaisons mesure/modèle 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.

4. SITUATION DE RÉFÉRENCE 2019

Les éléments suivants concernant les concentrations et populations exposées sont issus des résultats des bilans de qualité de l'air 2019³ sur la zone d'étude. Ceux relatifs aux émissions sont issus de l'inventaire des émissions 2019⁴ à l'échelle de la zone d'étude. Les versions de ces jeux de données sont les plus récentes disponibles à la date à laquelle l'état des lieux de la qualité de l'air et des émissions a été rédigé pour le projet.

La zone d'étude couvre les 33 communes de l'Eurométropole de Strasbourg auxquelles sont ajoutées 12 communes à l'ouest de la métropole permettant de couvrir le tracé de l'A355 (Ernolsheim-Bruche, Griesheim-sur-Souffel, Hurtigheim, Berstett, Stutzheim-Offenheim, Dingsheim, Duppigheim, Ittenheim, Truchtersheim, Pfulgriesheim, Duttlenheim et Handschuheim)

4.1. LES EMISSIONS POLLUANTES

4.1.1. Le dioxyde de carbone

Le dioxyde de carbone est le principal gaz à effet de serre. Ses rejets proviennent essentiellement de la combustion de combustibles de tous types (gazole, essence, charbons, fiouls, gaz naturel...). Tous les secteurs utilisateurs de combustibles sont concernés, en particulier la production d'énergie, l'industrie, le chauffage résidentiel et tertiaire et les transports routiers. Le CO₂ est directement lié à la consommation des véhicules et n'est pas soumis aux directives EURO.

Les émissions de CO₂ du transport routier s'élèvent à 713 ktonnes en 2019, soit 38% du total de 1 877 ktonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.2. Les oxydes d'azote

Les rejets d'oxydes d'azote (NO+NO₂) proviennent essentiellement de la combustion de combustibles de tous types (gazole, essence, charbons, fiouls, gaz naturel...). Ils se forment par combinaison de l'azote (atmosphérique et contenu dans les combustibles) et de l'oxygène de l'air à hautes températures. Tous les secteurs utilisateurs de combustibles sont concernés, en particulier les transports routiers. Enfin quelques procédés industriels émettent des NO_x en particulier la production d'acide nitrique et la production d'engrais azotés.

Les émissions de NO_x du transport routier s'élèvent à 2 128 tonnes en 2019, soit 53% du total de 3 984 tonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.3. Les particules PM10

Les particules en suspension sont des aérosols, des cendres, des fumées particulières. Les PM10 correspondent aux particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres. Les émissions

³ Bilan de la qualité de l'air pour l'année 2019 dans sa version V2020a

⁴ Inventaire des émissions 2019 dans sa version V2021

de PM10 proviennent de nombreuses sources, en particulier de la combustion de biomasse et de combustibles fossiles comme le charbon et les fiouls, de certains procédés industriels et industries particulières (exploitation de carrières, travail du bois, chantiers et BTP, manutention de céréales, chimie, fonderies, cimenteries...), de l'agriculture (élevage et culture), du transport routier...

Les émissions de particules PM10 du transport routier s'élèvent à 152 tonnes en 2019, soit 17% du total de 885 tonnes émis sur la zone d'étude.

Il est rappelé que la remise en suspension de particules par le passage des véhicules n'est pas considérée dans les émissions primaires mais est utilisée pour la simulation de la qualité de l'air.

4.1.4. Les particules PM2.5

Les particules PM2.5 correspondent aux particules fines de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 micromètres. Les émissions de PM2.5 proviennent de nombreuses sources, en particulier de la combustion de biomasse (brûlage de bois et déchets verts par exemple) et de combustibles fossiles comme le charbon et les fiouls, de certains procédés industriels et industries particulières (exploitation de carrières, chantiers et BTP, travail du bois, fonderies, cimenteries...), du transport routier...

Les émissions de particules PM2.5 du transport routier s'élèvent à 105 tonnes en 2019, soit 18% du total de 569 tonnes émis sur la zone d'étude.

Il est rappelé que la remise en suspension de particules par le passage des véhicules n'est pas considéré dans les émissions primaires mais est utilisé pour la simulation de la qualité de l'air.

4.1.5. Le benzène

Le benzène, polluant cancérigène pour l'homme, est émis majoritairement par le secteur résidentiel, principalement par le chauffage au bois, et par les transports.

Les émissions de benzène du transport routier s'élèvent à 7 tonnes en 2019, soit 25% du total de 28 tonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.6. Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone, gaz insipide, inodore et incolore, est émis majoritairement par le secteur résidentiel, principalement par le chauffage au bois.

Les émissions de CO du transport routier s'élèvent à 1 400 tonnes en 2019, soit 24% du total de 5 869 tonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.7. Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre, gaz irritant des muqueuses, de la peau, et des voies respiratoires supérieures, est émis majoritairement par le secteur industriel et par les chauffages résidentiels et tertiaire. La contribution des transports est très faible.

Les émissions de SO₂ du transport routier s'élèvent à 5 tonnes en 2019, soit 2% du total de 207 tonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.8. Les composés organiques non volatils

Les COVNM sont émis majoritairement par les secteur résidentiel et industriel.

Les émissions de COVNM du transport routier s'élèvent à 608 tonnes en 2019, soit 16% du total de 3 728 tonnes émis sur la zone d'étude.

4.1.9. Les 1-3-butadiène

Le 1-3-butadiène est émis principalement par l'échappement des moteurs automobiles. Le 1,3-butadiène est classé cancérigène pour l'homme de catégorie 1 par le Centre international de recherche sur le cancer (Circ).

Les émissions de 1-3-butadiène du transport routier s'élèvent à 2 150 kg en 2019, soit 78% du total de 2 753 kg émis sur la zone d'étude.

4.1.10. L'arsenic

L'arsenic est émis majoritairement par le secteur extraction, transformation et distribution d'énergie.

Les émissions d'arsenic du transport routier s'élèvent à 8 kg en 2019, soit 26% du total de 32 kg émis sur la zone d'étude.

4.1.11. Le chrome

Le chrome est émis majoritairement par le secteur extraction, transformation et distribution d'énergie.

Les émissions de chrome du transport routier s'élèvent à 7 kg en 2019, soit 5% du total de 151 kg émis sur la zone d'étude

4.1.12. Le Nickel

Le nickel est émis majoritairement par le secteur industriel.

Les émissions de nickel du transport routier s'élèvent à 7 kg en 2019, soit 10% du total de 67 kg émis sur la zone d'étude

4.1.13. Le Benzo(a)pyrène

Le benzo(a)pyrène est émis majoritairement par le secteur résidentiel, principalement par le chauffage au bois.

Les émissions de benzo(a)pyrène du transport routier s'élèvent à 3kg en 2019, soit 19% du total de 14 kg émis sur la zone d'étude.

4.2. CONCENTRATIONS ET POPULATION EXPOSEE

Dans ce chapitre sont exposés les résultats en NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2 , benzène et CO pour l'ensemble de la zone d'étude. Les autres polluants exposés en émissions ne font pas l'objet d'une modélisation mais ils ont été mesurés ponctuellement au niveau de stations de mesure d'ATMO Grand Est.

4.2.1. Le dioxyde d'azote

En 2019, les niveaux de dioxyde d'azote en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont en moyenne de $15,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur limite de qualité de l'air, qui se situe à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, est dépassée sur une superficie de $2,7 \text{ km}^2$ située principalement le long des axes autoroutiers (A35, A4, A351) et nationales (N83, N2350, N4, N353) et des grands axes urbains (avenue du Rhin, avenue des Vosges, boulevard de Metz, boulevard de Nancy, boulevard du Président Wilson, boulevard Clémenceau, quai Pasteur...). Environ 300 personnes sont potentiellement exposées à un dépassement de cette valeur limite. La valeur guide OMS de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée sur l'ensemble de la zone d'étude.

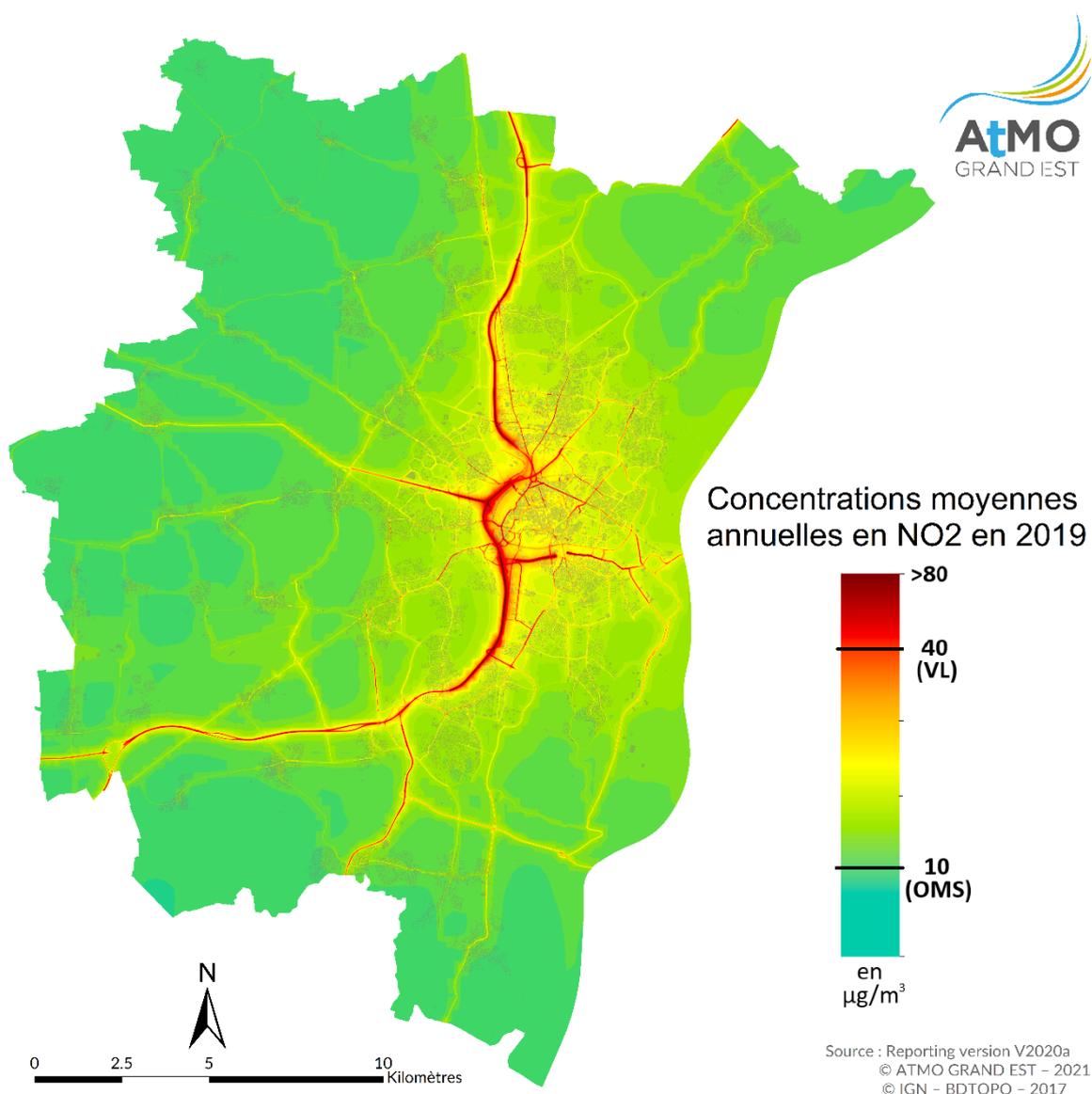


Figure 5 : Concentrations annuelles de NO_2 sur la zone d'étude en 2019

Ces dernières années, les concentrations annuelles en NO₂ mesurées sur les stations du réseau d'ATMO Grand Est montrent une tendance à la baisse (-26% entre 2010 et 2019), notamment en proximité trafic. Cette diminution est plus prononcée sur la première moitié de la décennie et ralentie depuis 2015. Cette décroissance des concentrations de NO₂ est liée pour partie au renouvellement du parc automobile qui s'accompagne d'une baisse des émissions de NO_x. Elle a permis également une baisse de la population potentiellement exposées de 1 200 habitants en 2015 à 300 habitants en 2019.

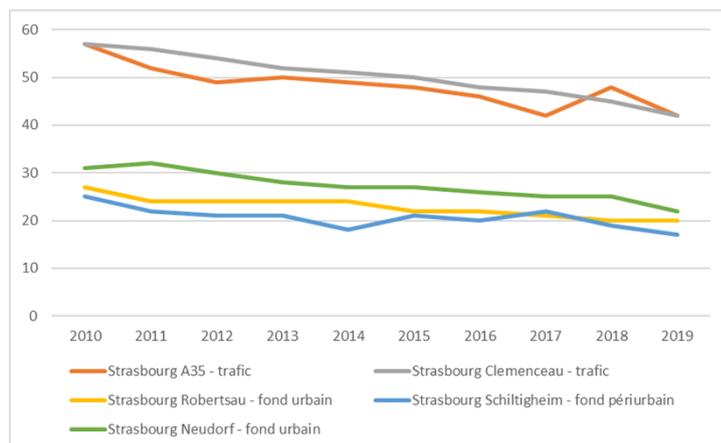


Figure 6 : Evolution des concentrations annuelles de NO₂ sur le réseau de station d'ATMO Grand Est

4.2.2. Les particules PM10

En 2019, les niveaux de particules PM10 en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont en moyenne de 16,8 µg/m³. La valeur limite de qualité de l'air, qui se situe à 40 µg/m³, est dépassée sur une superficie de 6 ha située principalement le long de l'axe autoroutier (A35, A4). Il en est de même pour les dépassements de l'objectif de qualité de l'air (30 µg/m³) qui touchent une superficie de 53 ha. Il n'y a pas de personnes exposées à ces valeurs réglementaires. En revanche, environ 512 400 habitants sont potentiellement exposés à un dépassement de la valeur guide OMS de 15 µg/m³ sur une superficie de 414,5 km² couvrant la quasi-totalité de la zone d'étude.

Pour les particules PM10, il est également possible de confronter les niveaux à d'autres valeurs réglementaires de qualité de l'air concernant le nombre de jour dépassant 50 µg/m³ en moyenne journalière. La valeur limite de qualité de l'air consiste à ne pas dépasser cette valeur moyenne journalière plus de 35 jours par an. Sur l'Eurométropole de Strasbourg, cette valeur limite est dépassée sur 46 ha sans toutefois toucher de population. En revanche, l'ancienne valeur guide OMS préconisant de ne pas dépasser 50 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 jour par an, est dépassée sur une superficie de 41 km² touchant potentiellement 236 000 habitants (ATMO Grand Est n'est pas en mesure de faire cette analyse sur la nouvelle valeur guide OMS préconisant de ne pas dépasser 45 µg/m³ en moyenne journalière plus de 3 jour par an parue le 21 septembre 2021) .

Les niveaux de particules sont dépendants des conditions météorologiques comme le prouve l'année 2013 où les mesures de particules ont marqué une augmentation assez prononcée. Néanmoins, une tendance à la baisse est mesurée depuis 2010 (-25% entre 2010 et 2019) mais la tendance depuis 2016, bien qu'en légère baisse, se rapproche plus d'une stagnation des niveaux. Il est probable, que

l'amélioration du parc automobile, intégrant la généralisation des filtres à particules à partir de 2010, soit pour partie à l'origine cette baisse des niveaux de PM10.

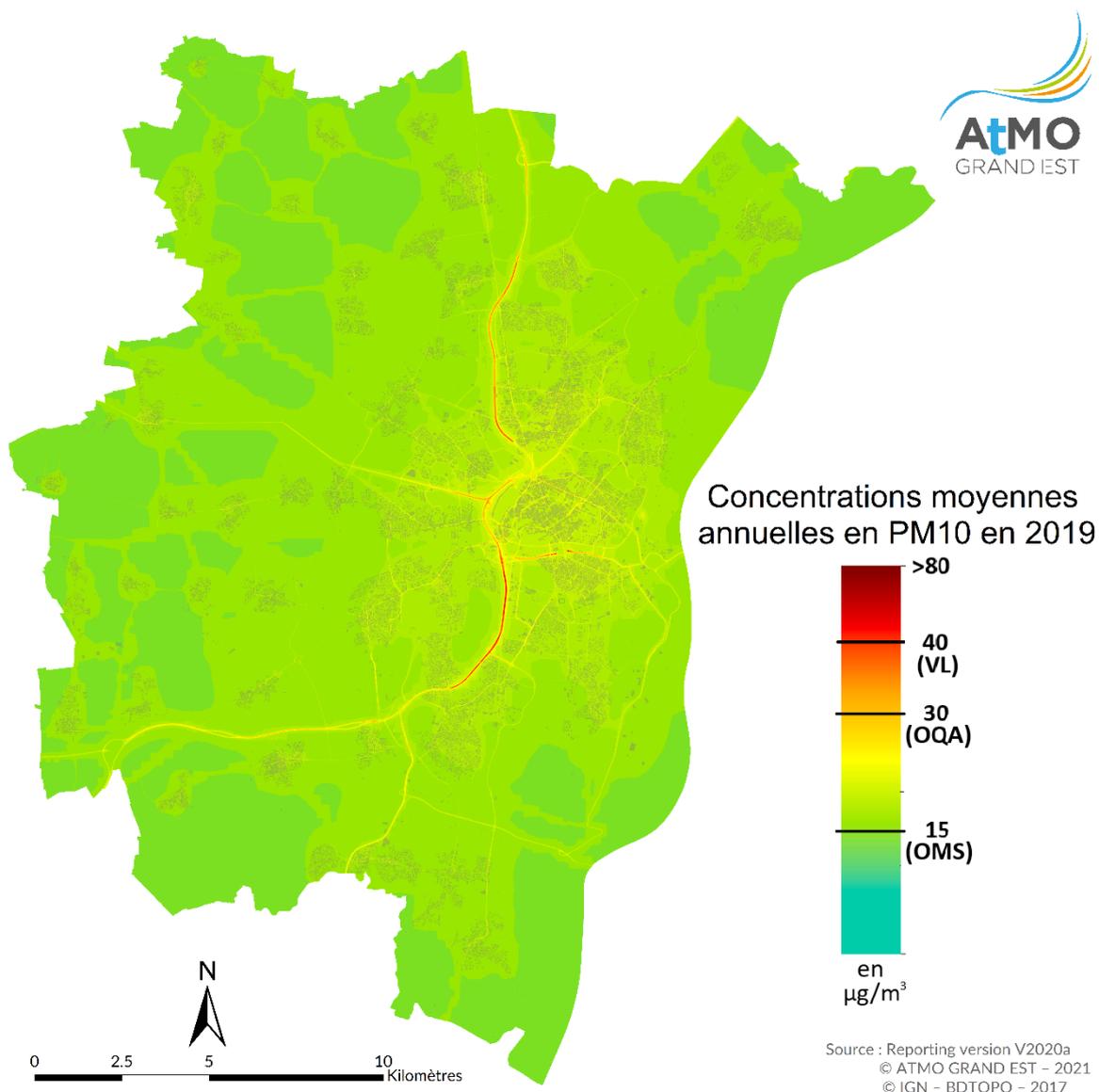


Figure 7 : Concentrations annuelles de PM10 sur la zone d'étude en 2019

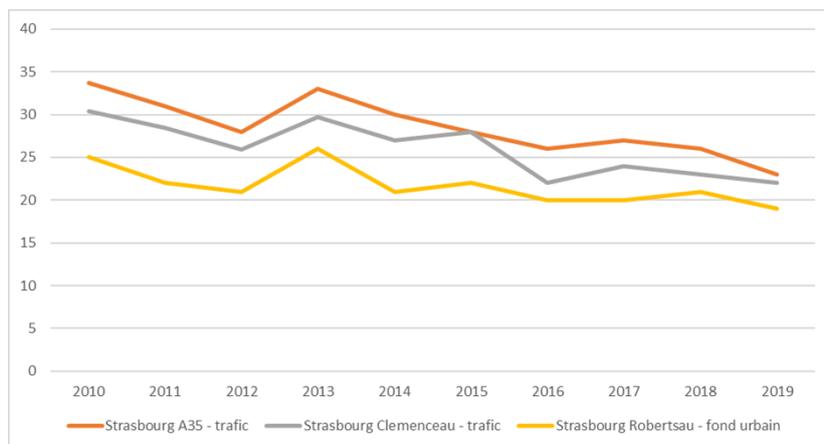


Figure 8 : Evolution des concentrations annuelles de PM10 sur le réseau de station d'ATMO Grand Est

4.2.3. Les particules PM2.5

En 2019, les niveaux de particules PM2.5 en moyenne annuelle sur l'Eurométropole de Strasbourg sont en moyenne de 11,5 µg/m³. La valeur limite de qualité de l'air qui se situe à 25 µg/m³ est dépassée sur une superficie de 9 ha située principalement le long de l'axe autoroutier (A35, A4). Il en est de même pour les dépassements de la valeur cible de qualité de l'air (20 µg/m³) qui touchent une superficie de 49 ha. Il n'y a pas de personnes exposées à ces valeurs réglementaires. En revanche, l'ensemble de la population de la zone d'étude est potentiellement exposé à un dépassement de la valeur guide OMS de 5 µg/m³. Le même résultat est constaté pour la valeur guide OMS consistant à ne pas dépasser 15 µg/m³ valeur moyenne journalière plus de 3 jours par an.

Une seule station du réseau d'ATMO Grand Est mesure les niveaux de PM2.5 sur l'agglomération strasbourgeoise. Elle montre une tendance à la baisse de la mesure depuis 2010 (-25% entre 2010 et 2019) mais, comme pour les PM10, la tendance depuis 2016, bien qu'en légère baisse, se rapproche plus d'une stagnation des niveaux. Il est probable, que l'amélioration du parc automobile, intégrant la généralisation des filtres à particules à partir de 2010, soit pour partie à l'origine de la baisse des niveaux de PM2.5. Entre 2015 et 2019, la population potentiellement exposée à un dépassement de la valeur guide OMS n'a pas évolué.

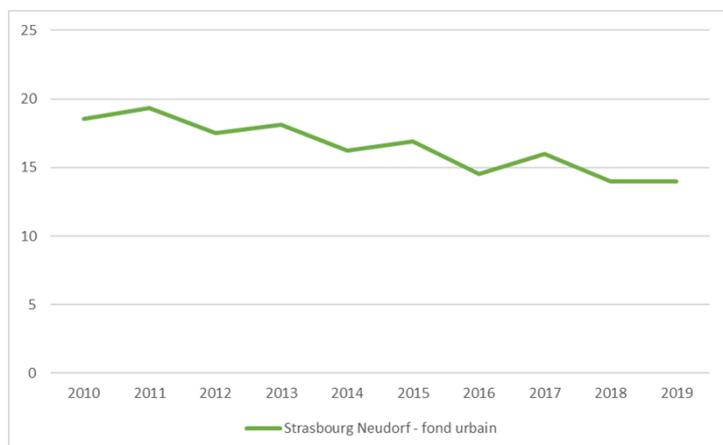


Figure 9 : Evolution des concentrations annuelles de PM2.5 sur le réseau de station d'ATMO Grand Est

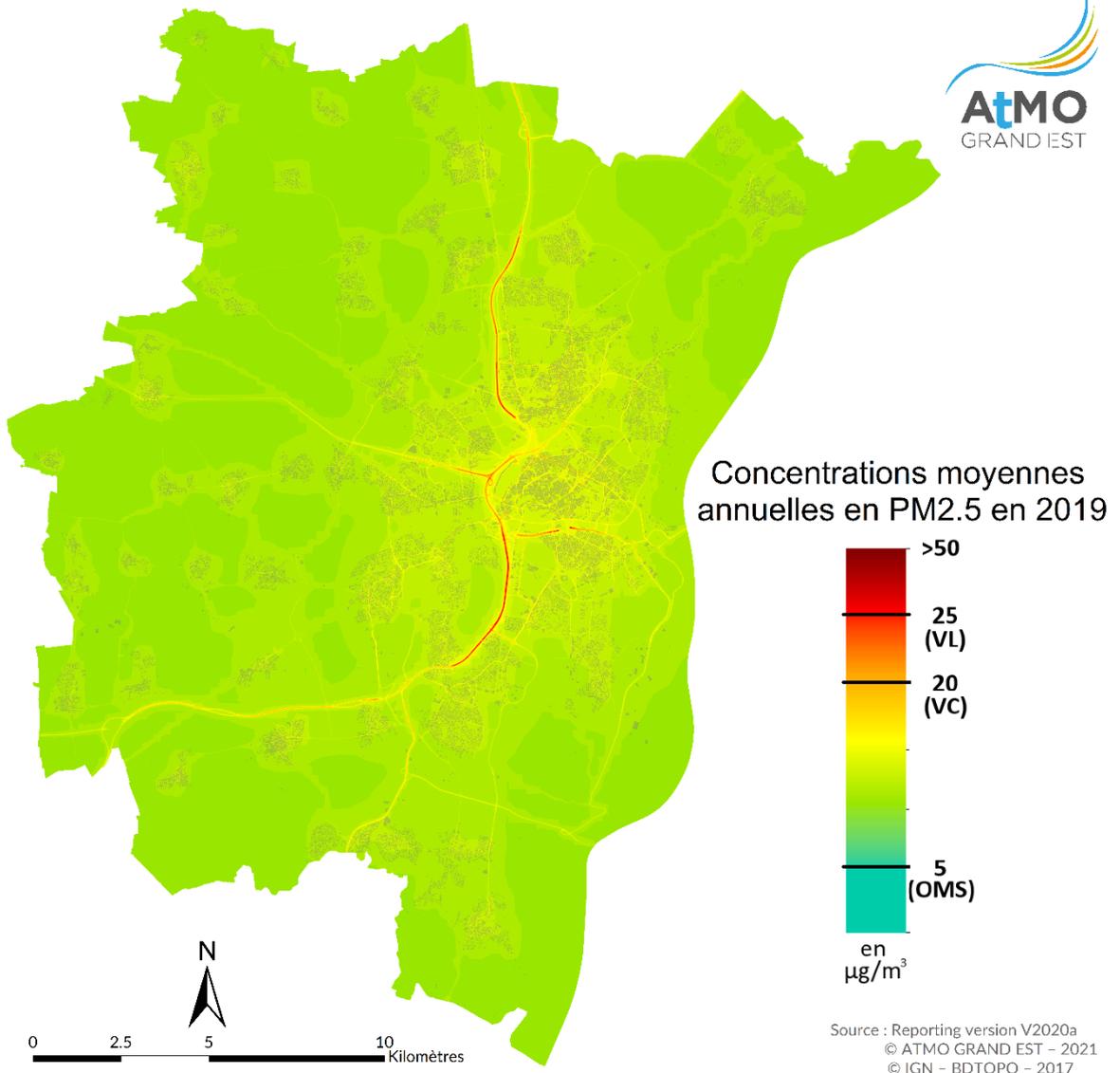


Figure 10 : Concentrations annuelles de PM2.5 sur la zone d'étude en 2019

4.2.4. Le benzène

Le benzène n'est plus un polluant à enjeux depuis plusieurs années. A la fin des années 90, ce polluant posait énormément de soucis avec des dépassements récurrents de la valeur limite annuelle de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Depuis l'instauration de la limitation du taux de ce polluant dans l'essence, les niveaux ont fortement chuté.

En 2019, les niveaux de benzène en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont en moyenne de $0,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'y a pas de dépassement simulé de la valeur limite de qualité de l'air de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de l'objectif de qualité de l'air de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

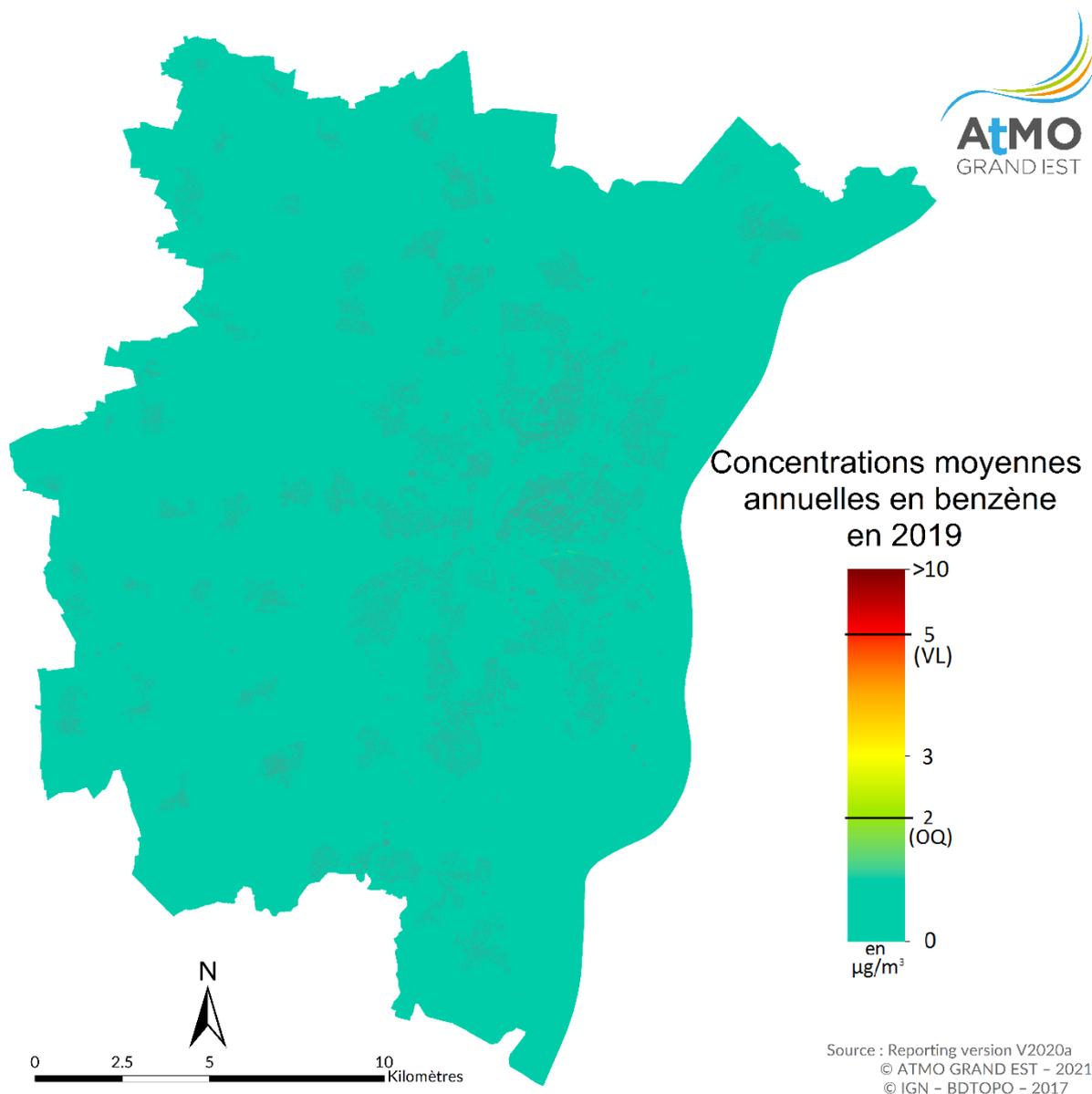


Figure 11 : Concentrations annuelles de benzène sur la zone d'étude en 2019

4.2.5. Le monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone n'est pas un polluant à enjeux car ses niveaux se situent très loin des normes de qualité de l'air. Ce polluant est émis principalement par les véhicules fonctionnant à l'essence qui sont minoritaires dans le parc automobile.

En 2019, les niveaux de CO en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont en moyenne de 0,26 mg/m³. Il n'y a pas de dépassement simulé de la valeur limite de qualité de l'air de 10 mg/m³ sur 8h.

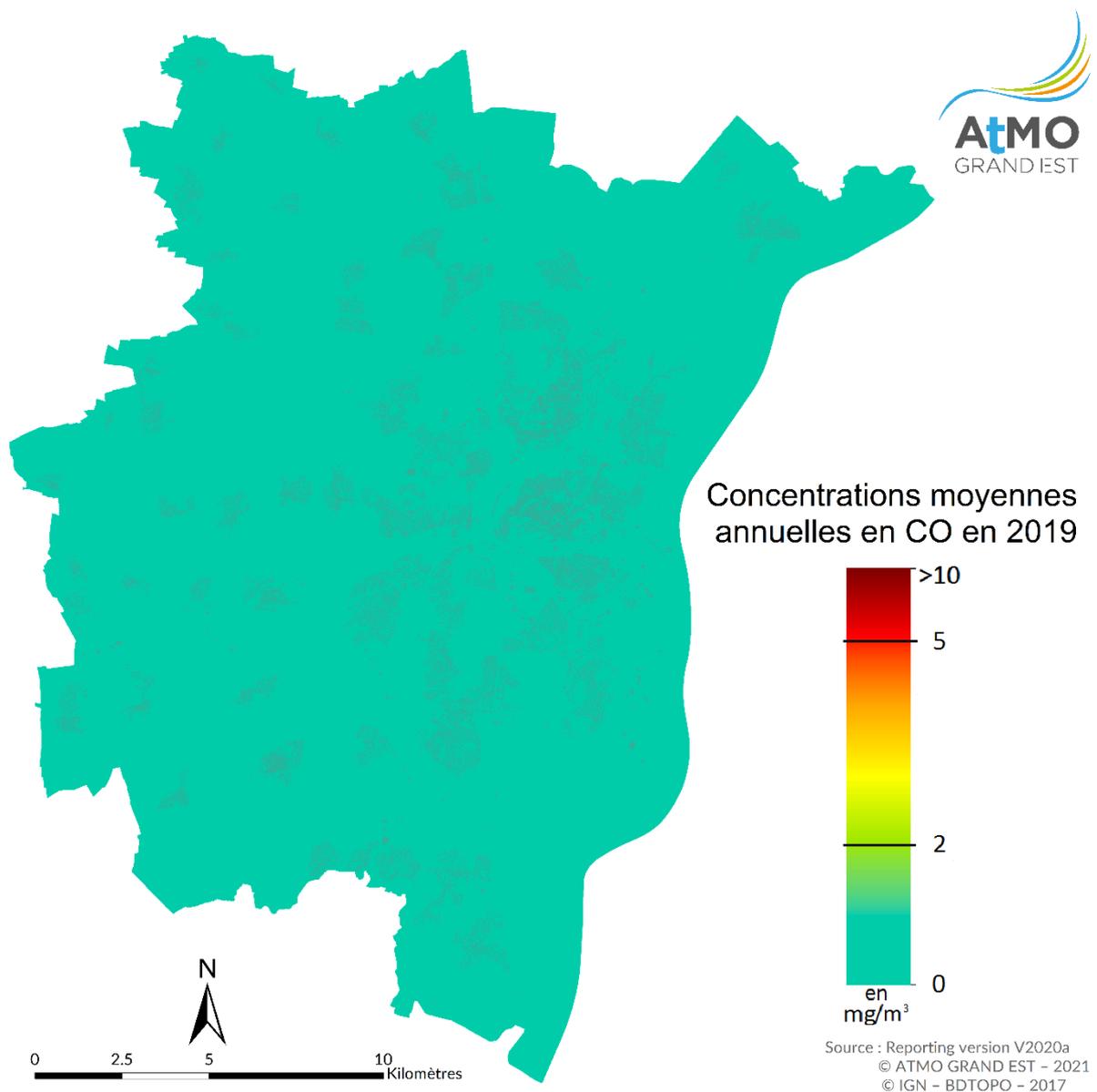


Figure 12 : Concentrations annuelles de monoxyde de carbone la zone d'étude en 2019

4.2.6. Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre est un polluant industriel. Il ne présente plus d'enjeux depuis la fermeture de la raffinerie de Reichstett. Ce polluant est émis principalement par les véhicules fonctionnant à l'essence qui sont minoritaires dans le parc automobile.

En 2019, les niveaux de SO₂ en moyenne annuelle sur la zone d'étude sont en moyenne de 0,35 µg/m³. Il n'y a pas de dépassement du niveau critique pour la végétation de 20 µg/m³.

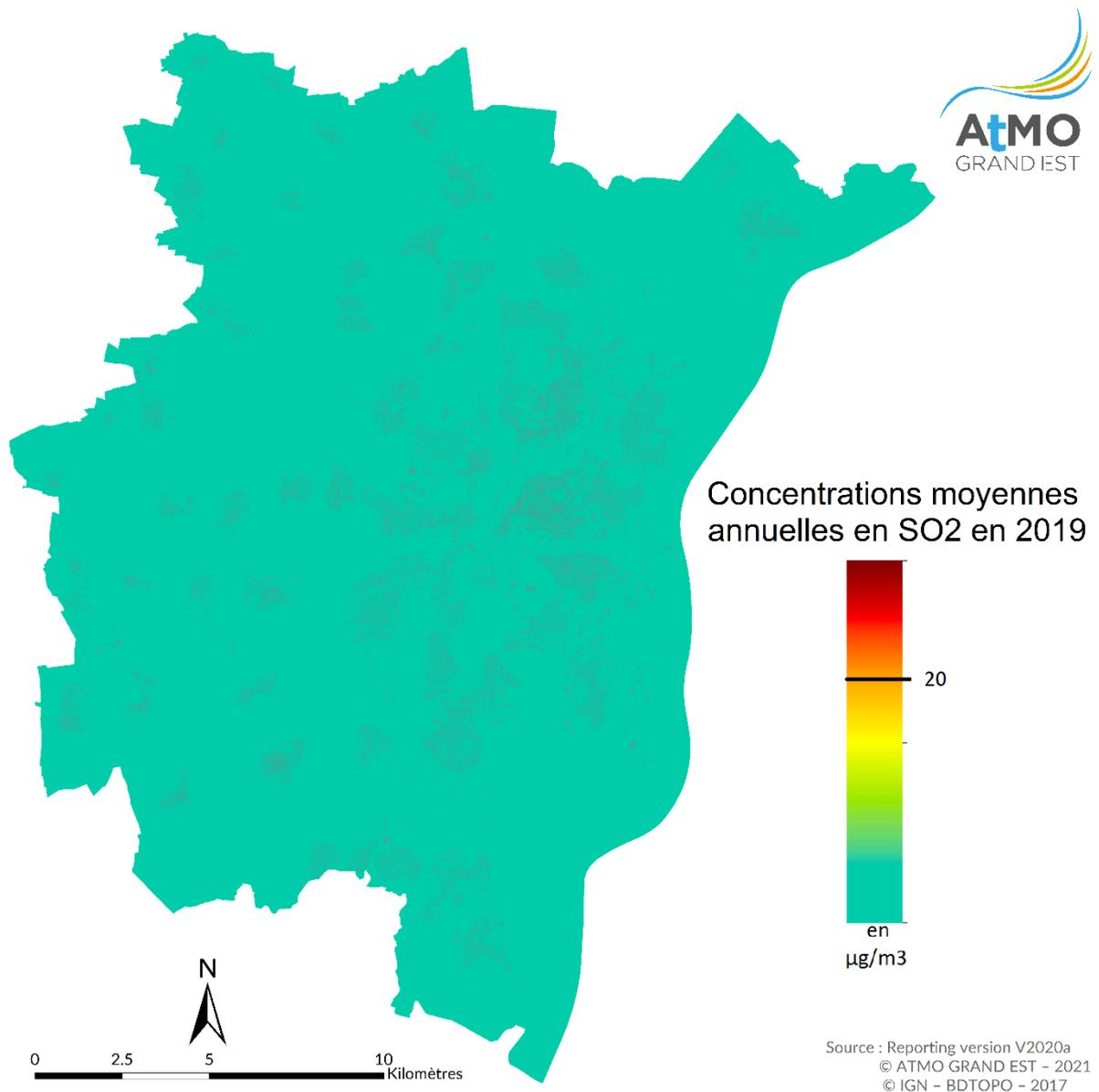


Figure 13 : Concentrations annuelles de dioxyde de soufre sur la zone d'étude en 2019

4.2.7. Autres polluants non modélisés

Les polluants Nickel, Chrome, Arsenic, BaP, COVNM et 1-3-butadiène ne font pas l'objet d'une modélisation car ils ne sont pas visés dans le décret n°2002-213 du 15 février 2002 portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du 16 novembre 2000 du Parlement et du Conseil et modifiant le décret n°98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air ambiant et de ses effets sur la santé et l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites. De plus, le manque de mesures sur ces polluants ne permet pas une validation acceptable du modèle.

Néanmoins certaines données sont disponibles pour ces polluants. Un récapitulatif des connaissances est fourni dans la figure 14.

Polluant	Mesure 2019	Type de mesure	Valeur cible
Nickel	1,24 ng/m ³	Proximité routière (STG Clemenceau)	20 ng/m ³
Chrome	-	-	-
Arsenic	0,4 ng/m ³	Proximité routière (STG Clemenceau)	6 ng/m ³
BaP	0,27 ng/m ³	Périurbaine (Village Neuf)	1 ng/m ³
COVNM	20,9 µg/m ³	Périurbaine (Schiltigheim)	-
1-3-butadiène	0,2 µg/m ³	Périurbaine (Schiltigheim)	-

Figure 14 : Récapitulatif des connaissances concernant les polluants non modélisés

4.2.8. Récapitulatif des dépassements en 2019

Valeurs réglementaires	Polluant	Valeur	Population potentiellement exposée en nombre d'habitants	Superficie potentiellement exposée en km ²
Valeur limite	NO ₂	Moyenne annuelle 40 µg/m ³	300	2,7
Valeur limite	PM10	Moyenne annuelle 40 µg/m ³	0	0,06
Valeur limite	PM10	Nombre de jours dépassant 50 µg/m ³ > 35	0	0,46
Valeur limite	PM2.5	Moyenne annuelle 25 µg/m ³	0	0,09
Valeur limite	Benzène	Moyenne annuelle 5 µg/m ³	0	0
Valeur limite	CO	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures 10 mg/m ³	0	0
Objectif de qualité de l'air	Benzène	Moyenne annuelle 2 µg/m ³	0	0
Objectif de qualité de l'air	PM10	Moyenne annuelle 30 µg/m ³	0	0,53
Valeur cible	PM2,5	Moyenne annuelle 20 µg/m ³	0	0,49
Niveau critique pour la végétation	SO ₂	Moyenne annuelle 20 µg/m ³	0	0
Valeur guide OMS	NO ₂	Moyenne annuelle 10 µg/m ³	512 400	431,82
Valeur guide OMS	PM10	Moyenne annuelle 15 µg/m ³	512 400	10,70
Ancienne valeur guide OMS	PM10	Nombre de jours dépassant 50 µg/m ³ > 3	236 000	414,52
Valeur guide OMS	PM2,5	Moyenne annuelle 5 µg/m ³	512 400	431,82
Valeur guide OMS	PM2,5	Nombre de jours dépassant 15 µg/m ³ > 3	512 400	431,82

Figure 15 : Tableau récapitulatif des superficies et populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs de gestion en 2019

5. SITUATION DE L'A355 À LONG TERME – ANNÉE 2040

Pour la simulation 2040, plusieurs hypothèses ont été prises en compte :

- Les projections de trafic fournies par ARCOS à l'horizon 2040. Ces projections intègrent les nouveaux axes de la zone d'étude (A355, VLIO, rocade Sud...);
- La projection du parc national prévue à l'horizon 2040.

Les paramètres météorologiques et de pollution de fond restent identiques à l'année de référence Modélisation 2019.

Cette modélisation 2040 fait l'objet d'une évaluation des populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs réglementaires ou de valeurs guides OMS en utilisant la base 2016 de population au bâtiment construite par l'INERIS. La simulation concernera le dioxyde d'azote, le benzène, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les particules PM10 et PM2.5. Une analyse en émissions est effectuée pour les autres polluants.

5.1. LIMITE 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 l'Eurométropole de Strasbourg et sur des données disponibles dans le cadre de ce travail prospectif. Ce travail prospectif comporte un certain nombre de limites :

- Les modélisations pour les différents horizons ont été effectuées avec des conditions météorologiques et une pollution de fond identiques à l'année 2019. Le fond de pollution étant en réduction progressive pour le dioxyde d'azote et les particules depuis une quinzaine d'années, il est probable que ce fond de pollution et donc les concentrations présentées dans ce travail soient surestimées.
- Le parc automobile roulant prospectif se base sur des hypothèses du scénario "Avec Mesure Existante". 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 avant le 1er juillet 2017. Ces hypothèses commencent à dater et ne prévoient pas une dé-diésélisation du parc pourtant observée à partir de 2020.
- Le scénario modélisé prend en compte l'interdiction de transit PL et la baisse de la vitesse sur l'A35 mais ne prend pas en compte la requalification plus poussée de l'A35 (voie réservée notamment) ainsi que la mise en place d'une éventuelle zone à faible émissions – mobilité.

5.2. IMPACT SUR LES ÉMISSIONS

Les simulations de trafic fournies par ARCOS envisagent une augmentation globale des distances parcourues sur la zone d'étude de 34% par rapport à la situation de référence 2019. C'est pourquoi, les émissions polluantes directement liées aux volumes de trafic augmentent. C'est le cas pour les métaux lourds et les particules PM10. Pour les particules PM2.5, la baisse d'émissions polluantes liée à l'évolution du parc automobile compense la hausse des émissions polluantes liées aux usures. Il faut noter que les normes EUROS ne concernent que les émissions polluantes à l'échappement.

L'augmentation du trafic sur la zone se traduit également par une augmentation de la consommation de carburant et donc des émissions polluantes qui y sont directement liées comme le dioxyde de carbone et le dioxyde de soufre. Il faut noter que les normes EUROS ne concernent pas ces deux polluants.

Enfin, les polluants concernés par les normes EUROS (NO_x, COVNM, CO) présentent des diminutions très conséquentes de leurs émissions sur la zone d'étude directement liées à la modernisation du parc automobile.

Polluant	Emissions routières 2019	Emissions routières 2040	Evolution 2019 - 2040
CO ₂	713 kt	924 kt	+ 30%
NO _x	2 128 t	792t	-62%
PM10	152 t	170t	+ 11%
PM2.5	105t	103t	-2%
Benzène	7 t	4t	-44%
CO	1 400 t	957t	-32%
SO ₂	5 t	7t	+ 39%
COVNM	608 t	363t	-40%
1-3-butadiène	2 150 kg	1 444 kg	-33%
Arsenic	8 kg	11 kg	+37%
Nickel	7 kg	10 kg	+40%
Chrome	7kg	11kg	+48%
BaP	3kg	3kg	0%

Figure 16 : Evolution des émissions polluantes entre 2019 et 2040

5.3. IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS ET POPULATION EXPOSEE

Dans ce chapitre sont exposés les résultats en NO₂, PM10, PM2.5, SO₂, benzène et CO pour l'ensemble de la zone d'étude. Les autres polluants exposés en émissions ne font pas l'objet d'une modélisation.

5.3.1. Le dioxyde d'azote

En 2040, le renouvellement du parc automobile ainsi que l'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude se traduit par une diminution moyenne de 2,4 µg/m³ des niveaux de NO₂ par rapport à l'état de référence 2019 pour s'établir en moyenne à 13,2 µg/m³.

Cette diminution est d'autant plus importante que le trafic sur l'axe est fort. Ces baisses sont localisées aux abords des axes autoroutiers A35 et A4 et nationales, de la N4, de la D1083 et de l'avenue du Rhin. A titre d'exemple, au niveau de la station de mesure A35 du réseau d'ATMO Grand-Est, la diminution des niveaux de NO₂ atteint 18 µg/m³.

Une augmentation des concentrations de NO₂ est simulée aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355), sans induire de dépassement de la valeur limite de qualité de l'air. Sur l'A355, cette augmentation peut atteindre plus de 20 µg/m³ au niveau de la sortie du tunnel d'Eckwersheim. Cette augmentation est en moyenne de 5 à 10 µg/m³ sur l'axe et ne dépasse pas 1 µg/m³ à 200 m du centre de l'axe pour une valeur limite de qualité de l'air fixée à 40 µg/m³.

La valeur limite de qualité de l'air de 40 µg/m³ est dépassée sur une superficie de moins de 0,02 km². Il n'y a plus de population potentiellement exposée en 2040.

Comme en 2019, l'ensemble de la zone présente un dépassement de la valeur guide OMS de 10 µg/m³.

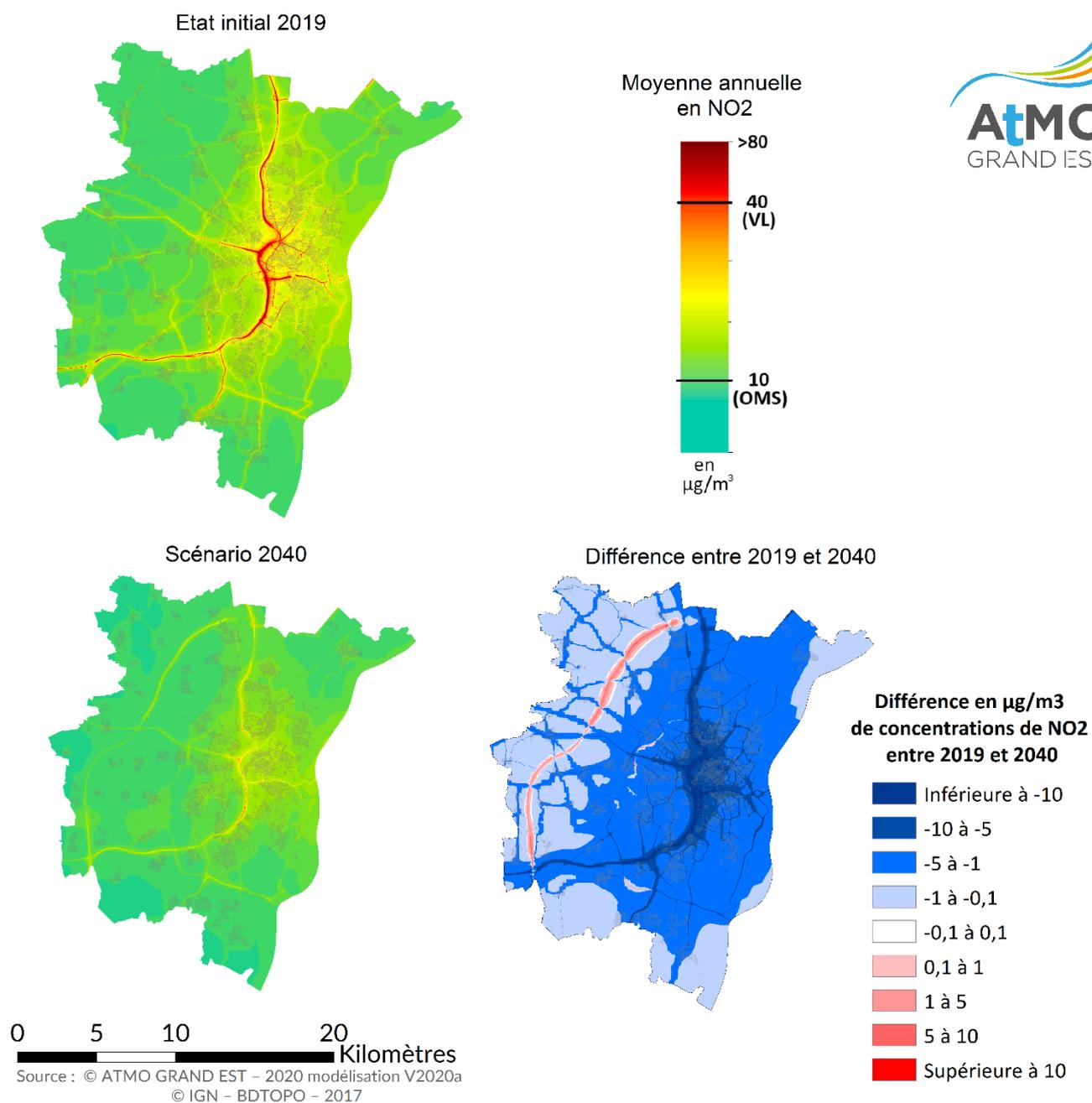


Figure 17 : Impact sur les concentrations de NO₂ en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.2. Les particules PM10

En 2040, le renouvellement du parc automobile ainsi que l'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude permettent une baisse importante des émissions de PM10 à l'échappement sur le périmètre d'étude. En revanche, les émissions de PM10 provenant de l'usure des freins, des pneus et de la route, ainsi que celles provenant de la remise en suspension augmentent en lien avec la hausse du trafic routier. C'est pourquoi, les concentrations polluantes en PM10 augmentent de $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la moyenne des concentrations de PM10 étant de $16,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cette augmentation est principalement imputable aux futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355) et à l'augmentation du taux de poids lourds sur la N353 et les axes menant au port du Rhin en provenance de la N353. Sur l'A355, cette augmentation par rapport à la situation 2019 peut atteindre plus de $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de la sortie du tunnel d'Eckwersheim, sans induire de dépassement de la valeur limite de qualité de l'air ou de l'objectif de qualité de l'air. Cette augmentation est en moyenne de 4 à $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'axe et ne dépasse pas $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à 200 m du centre de l'axe pour une valeur limite de qualité de l'air fixée à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, un objectif de qualité de l'air fixée à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et une valeur guide OMS fixée à $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Le noyau urbain de l'Eurométropole présente une baisse des concentrations en PM10. Ces baisses sont également simulées sur certaines portions de l'autoroute A35. Néanmoins, ces diminutions restent localisées et faibles. A titre d'exemple, au niveau de la station de mesure A35 du réseau d'ATMO Grand-Est, la diminution des niveaux de PM10 atteint $0,04 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Il n'y a pas de population potentiellement exposée à des dépassements de valeurs limites de qualité de l'air ou d'objectifs de qualité de l'air en PM10. Seules quelques zones non habitées situées aux abords du couloir autoroutier A4-A35 présentent des dépassements de ces valeurs. En 2040, les superficies de ces zones non habitées ont légèrement augmenté par rapport à 2019.

En 2040, il n'y a pas d'évolution de la population potentiellement exposée à un dépassement de la valeur guide OMS de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit un peu plus de $512\,400$ habitants sur une superficie de $415,61 \text{ km}^2$ (en augmentation de $0,2\%$ par rapport à 2019).

Une diminution de 9% de la population potentiellement exposée à un dépassement de l'ancienne valeur guide OMS préconisant de ne pas dépasser $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière plus de 3 jours par an est également simulée. En 2040, ce chiffre passe à $214\,400$ sur une superficie de $41,49 \text{ km}^2$.

Cette diminution de population potentiellement exposée contraste avec l'augmentation de la superficie exposée à cette ancienne valeur guide OMS qui est imputable aux nouvelles infrastructures routières mais également à la forte hausse du trafic routier entre 2019 et 2040.

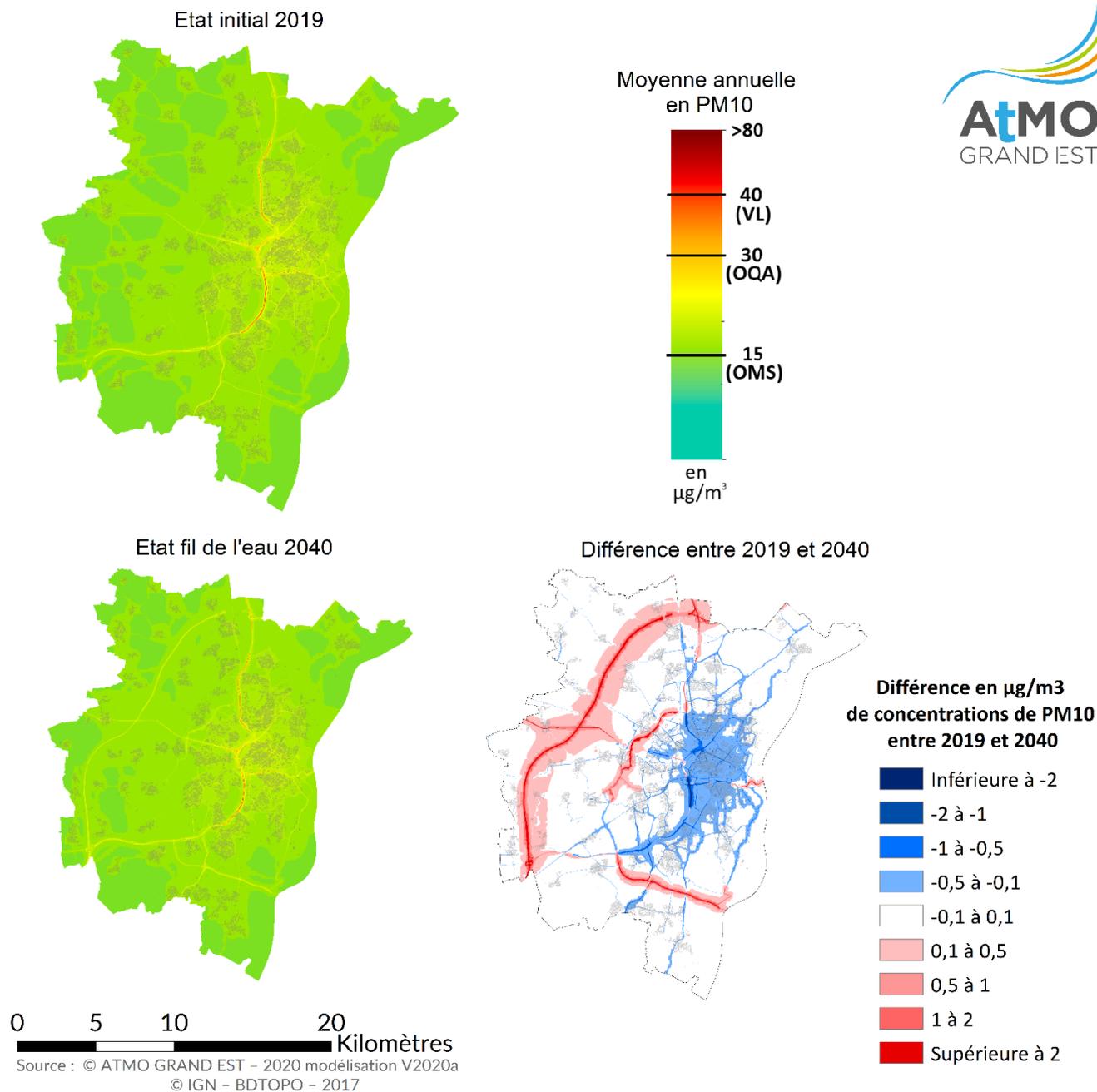


Figure 18 : Impact sur les concentrations de PM10 en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.3. Les particules PM2.5

En 2040, le renouvellement du parc automobile ainsi que l'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude permettent une baisse importante des émissions de PM2.5 à l'échappement sur le périmètre d'étude. En revanche, les émissions de PM2.5 provenant de l'usure des freins, des pneus et de la route, ainsi que celles provenant de la remise en suspension augmentent en lien avec la hausse du trafic routier sur le territoire. C'est pourquoi, la diminution des concentrations sur la zone d'étude est faible et se situe à 0,02 µg/m³, la moyenne des concentrations de PM2.5 étant de 11,4 µg/m³.

Comme pour les particules PM10, la situation est contrastée :

- augmentation des concentrations de PM2.5 aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355), sans induire de dépassement de la valeur limite de qualité de l'air ou de la valeur cible de qualité de l'air, mais également sur la N353 et les axes menant au port du Rhin en provenance de la N353 en lien avec l'augmentation du taux de poids lourds sur cet itinéraire ;
- diminution des concentrations de PM2.5 sur le noyau urbain de l'Eurométropole de Strasbourg et aux abords des axes autoroutiers et nationales, de la N4, de la D1083 et de l'avenue du Rhin.

A titre d'exemple, au niveau de la station de mesure A35 du réseau d'ATMO Grand-Est, la diminution des niveaux de PM2.5 atteint 0,5 µg/m³.

En 2040, il n'y a pas de population potentiellement exposée à des dépassements de la valeur limite de qualité de l'air ou à la valeur cible de qualité de l'air en PM2.5. Seules quelques zones non habitées situées aux abords du couloir autoroutier présentent des dépassements de ces valeurs mais elles ont fortement diminué par rapport à 2019.

En 2040, comme en 2019, l'ensemble de la population de l'Eurométropole de Strasbourg est potentiellement exposé à un dépassement de la valeur guide OMS consistant à ne pas dépasser 15 µg/m³ valeur moyenne journalière plus de 3 jours par an. Quasiment le même résultat est constaté pour la valeur guide OMS de 5 µg/m³. Il est à noter toutefois une diminution de 0,2% de la surface et très inférieure à 0,1% de la population potentiellement exposée à un dépassement de la valeur guide OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle.

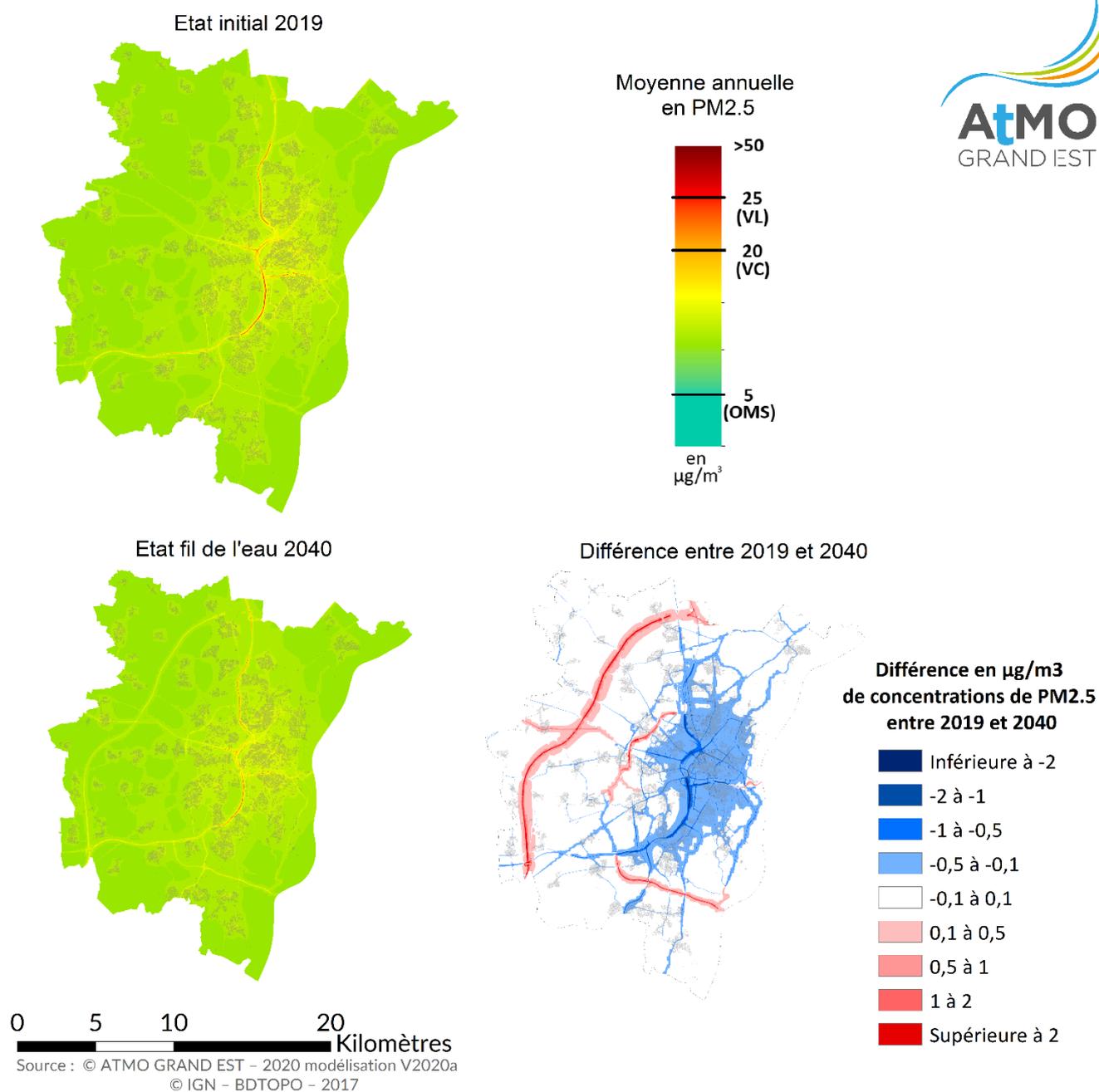


Figure 19 : Impact sur les concentrations de PM2.5 en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.4. Le benzène

En 2040, le renouvellement du parc automobile ainsi que l'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude se traduit par une diminution moyenne de $0,007 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de benzène par rapport à l'état de référence 2019 pour s'établir en moyenne à $0,77 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cette diminution est d'autant plus importante que le trafic sur l'axe est fort. Ces baisses sont localisées aux abords des axes autoroutiers et nationales, de la N4, de la D1083 et de l'avenue du Rhin. A titre d'exemple, au niveau de la station de mesure A35 du réseau d'ATMO Grand-Est, la diminution des niveaux de benzène atteint $0,06 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Une augmentation des concentrations de benzène est simulée aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355), sans induire de dépassement de la valeur objectif de qualité de l'air. Sur l'A355, cette augmentation peut atteindre plus de $0,05 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de la sortie du tunnel d'Eckwersheim mais reste très faible aux abords des nouvelles infrastructures au regard de la valeur objectif de qualité de l'air fixée à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comme en 2019, il n'y a pas de dépassement simulé de la valeur limite de qualité de l'air de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de l'objectif de qualité de l'air de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

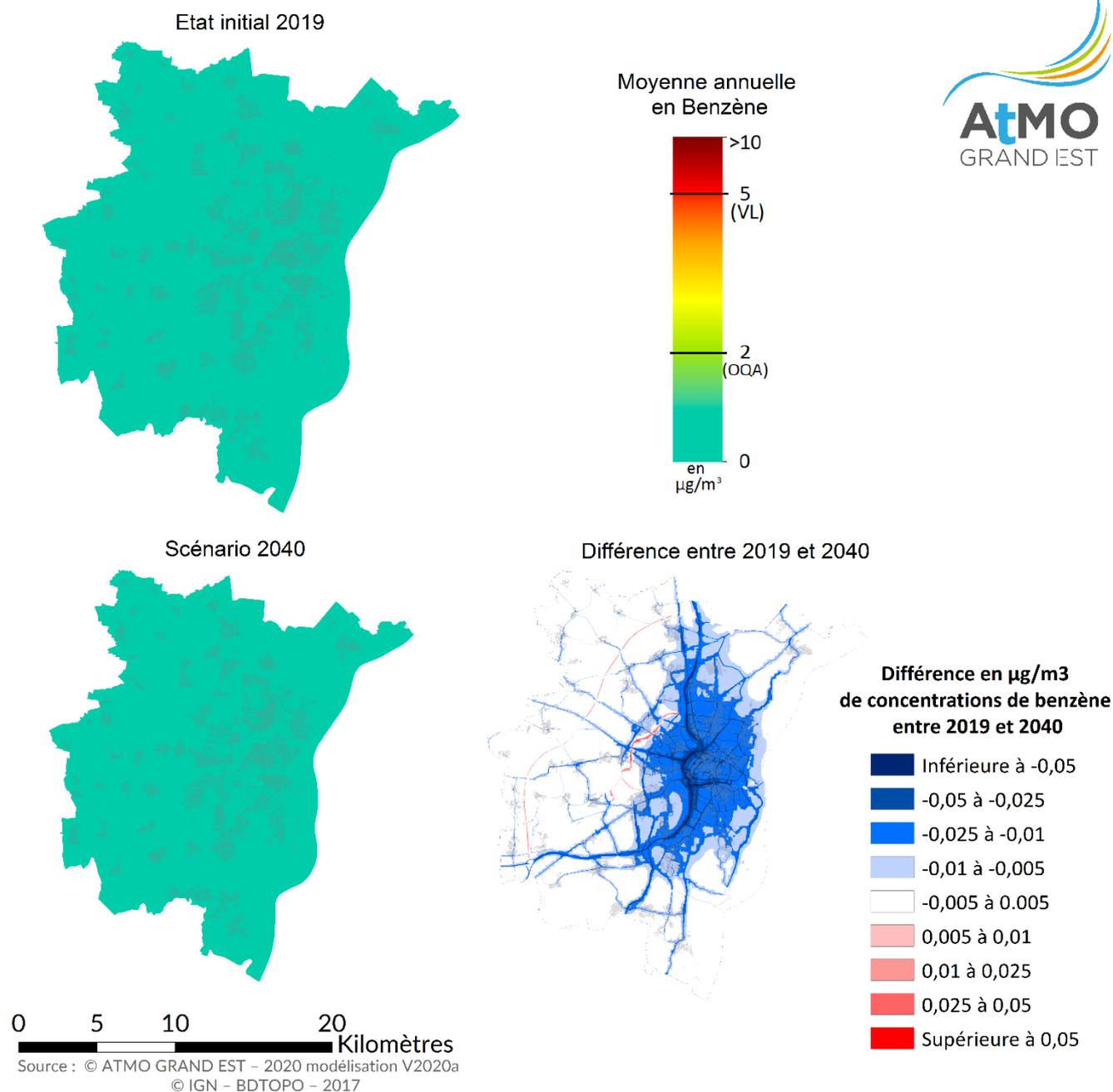


Figure 20 : Impact sur les concentrations de benzène en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.5. Le monoxyde de carbone

En 2040, le renouvellement du parc automobile ainsi que l'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude se traduit par une diminution moyenne de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ des niveaux de monoxyde de carbone par rapport à l'état de référence 2019 pour s'établir en moyenne à $0,26 \text{ mg}/\text{m}^3$.

Les baisses de concentration sont essentiellement localisées aux abords des axes autoroutiers et nationales notamment l'A35, de la N4, de la D1083 et de l'avenue du Rhin. A titre d'exemple, au niveau de la station de mesure A35 du réseau d'ATMO Grand-Est, la diminution des niveaux de CO atteint $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Une augmentation des concentrations de CO est simulée aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355), sans induire de dépassement de la valeur limite de qualité de l'air. Sur l'A355, cette augmentation peut atteindre plus de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de la sortie du tunnel d'Eckwersheim mais reste très faible aux abords des nouvelles infrastructures.

Comme en 2019, il n'y a pas de dépassement simulé de la valeur limite de qualité de l'air de $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ sur 8h.

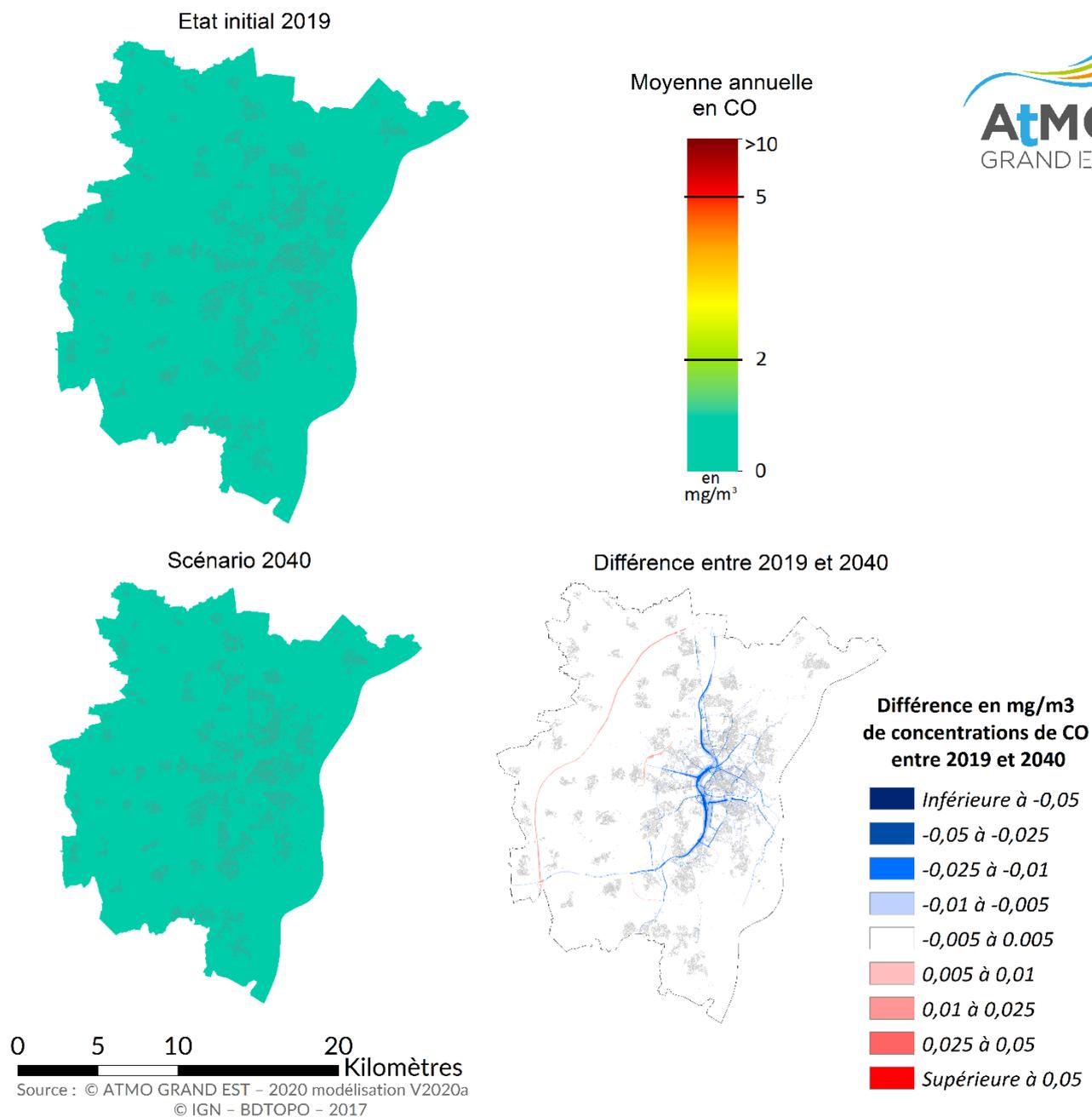


Figure 21 : Impact sur les concentrations de CO en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.6. Le dioxyde de soufre

L'évolution du trafic routier sur le périmètre d'étude attendue pour 2040 se traduit par une augmentation du trafic routier, de la consommation de carburant et, par conséquent, des émissions de SO₂. Cette augmentation est en moyenne de 0,004 µg/m³ pour un niveau moyen à 0,36 µg/m³.

L'augmentation des concentrations de SO₂ est simulée aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355), sans induire de dépassement du niveau critique pour la végétation mais aussi aux abords de l'axe autoroutier A35. Sur l'A355, cette augmentation peut atteindre plus de 1 µg/m³ au niveau de la sortie du tunnel d'Eckwersheim mais reste très faible aux abords des nouvelles infrastructures, pour un niveau critique pour la végétation fixé à 20 µg/m³.

Les baisses de concentration sont rares et localisées aux abords de certains tronçons routiers.

Comme en 2019, il n'y a pas de dépassement simulé du niveau critique pour la végétation de 20 µg/m³.

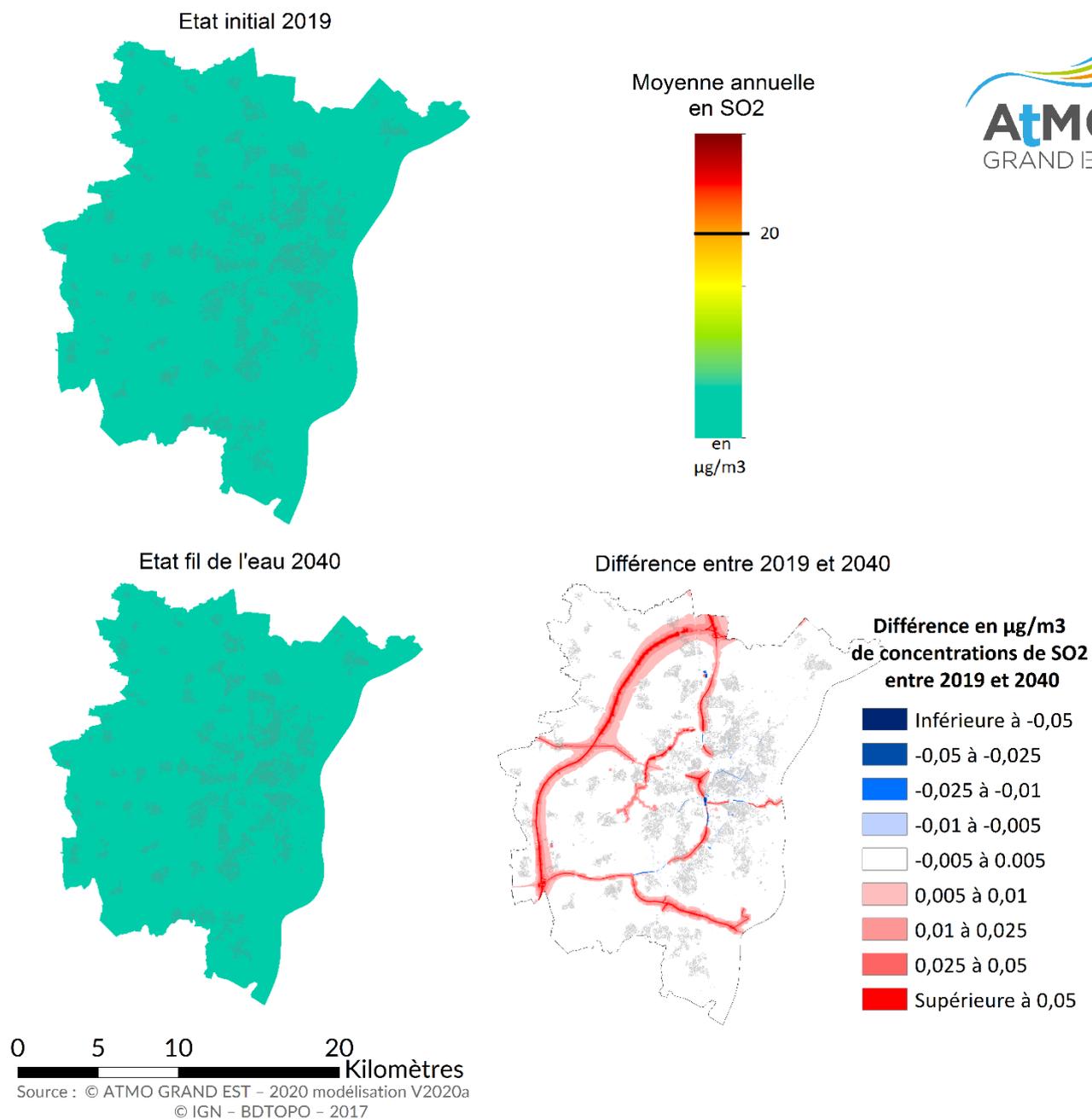


Figure 22 : Impact sur les concentrations de SO₂ en moyenne annuelle du renouvellement du parc automobile et de l'évolution du trafic routier à l'horizon 2040

5.3.7. Récapitulatif des dépassements

Valeurs réglementaires	Polluant	Valeur	Population potentiellement exposée en nombre d'habitants 2019	Superficie potentiellement exposée en km ² 2019	Population potentiellement exposée en nombre d'habitants 2040	Superficie potentiellement exposée en km ² 2040
Valeur limite	NO ₂	Moyenne annuelle 40 µg/m ³	300	2,7	0 (-100%)	0,02 (-99%)
Valeur limite	PM10	Moyenne annuelle 40 µg/m ³	0	0,06	0	0,03 (-48%)
Valeur limite	PM10	Nombre de jours dépassant 50 µg/m ³ > 35	0	0,46	0	0,48 (+4%)
Valeur limite	PM2.5	Moyenne annuelle 25 µg/m ³	0	0,09	0	0,02 (-81%)
Valeur limite	Benzène	Moyenne annuelle 5 µg/m ³	0	0	0	0
Valeur limite	CO	Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures 10 mg/m ³	0	0	0	0
Objectif de qualité de l'air	Benzène	Moyenne annuelle 2 µg/m ³	0	0	0	0
Objectif de qualité de l'air	PM10	Moyenne annuelle 30 µg/m ³	0	0,53	0	0,54 (+2%)
Valeur cible	PM2,5	Moyenne annuelle 20 µg/m ³	0	0,49	0	0,33 (-33%)
Niveau critique pour la végétation	SO ₂	Moyenne annuelle 20 µg/m ³	0	0	0	0
Valeur guide OMS	NO ₂	Moyenne annuelle 10 µg/m ³	512 400	431,82	512 400	431,82
Valeur guide OMS	PM10	Moyenne annuelle 15 µg/m ³	512 400	414,52	512 400	415,61 (+0,2%)
Ancienne valeur guide OMS	PM10	Nombre de jours dépassant 50 µg/m ³ > 3	236 000	40,94	214 400 (-9%)	41,49 (+1%)
Valeur guide OMS	PM2,5	Moyenne annuelle 5 µg/m ³	512 400	431,82	512 400	431,82
Valeur guide OMS	PM2,5	Nombre de jours dépassant 15 µg/m ³ > 3	512 400	431,82	512 400	431,82

Figure 23 : Tableau récapitulatif des superficies et populations potentiellement exposées à des dépassements de valeurs de gestion

5.4. INDICE POLLUTION POPULATION (IPP)

Pour les besoins de la partie Santé de l'étude, les IPP global et par classe de concentrations ont été calculés pour les polluants PM10, NO₂ et benzène.

L'IPP Global consiste à mailler le territoire, et à sommer sur l'ensemble des mailles le produit de la population et de la concentration moyenne en polluant (figure 24).

L'IPP par classe de concentrations consiste à calculer la population potentiellement exposée à différentes classes de concentrations du polluant (figure 25).

Ces IPP montrent que pour 2040, l'exposition moyenne de la population diminue pour les 3 polluants.

La représentation cartographique de l'IPP par classe de concentrations pour le NO₂ (traceur de la pollution routière) montre que :

- les habitations soumises à des niveaux polluants élevés en 2019 voient leur exposition baisser ;
- les habitations situées à proximité de l'A355 ne sont pas plus exposées qu'en 2019 en termes de classes de concentrations.

Polluant	NO ₂	PM10	Benzène
IPP Global 2019	10 422 075	9 630 200	424 301
IPP Global 2040	7 981 055	9 567 443	415 755
Evolution 2019 - 2040	-31%	-1%	-2%

Figure 24 : IPP Global pour les polluants PM10, NO₂ et benzène en 2019 et 2040

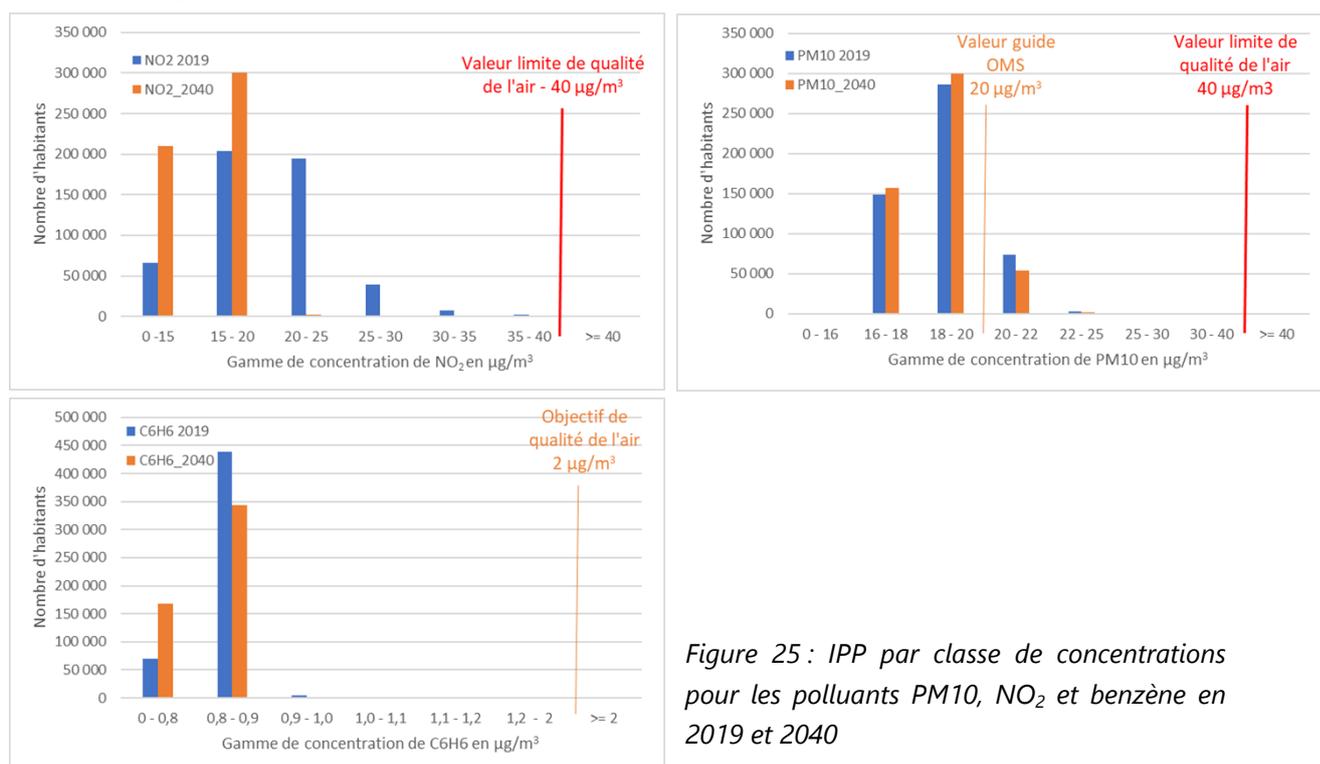


Figure 25 : IPP par classe de concentrations pour les polluants PM10, NO₂ et benzène en 2019 et 2040

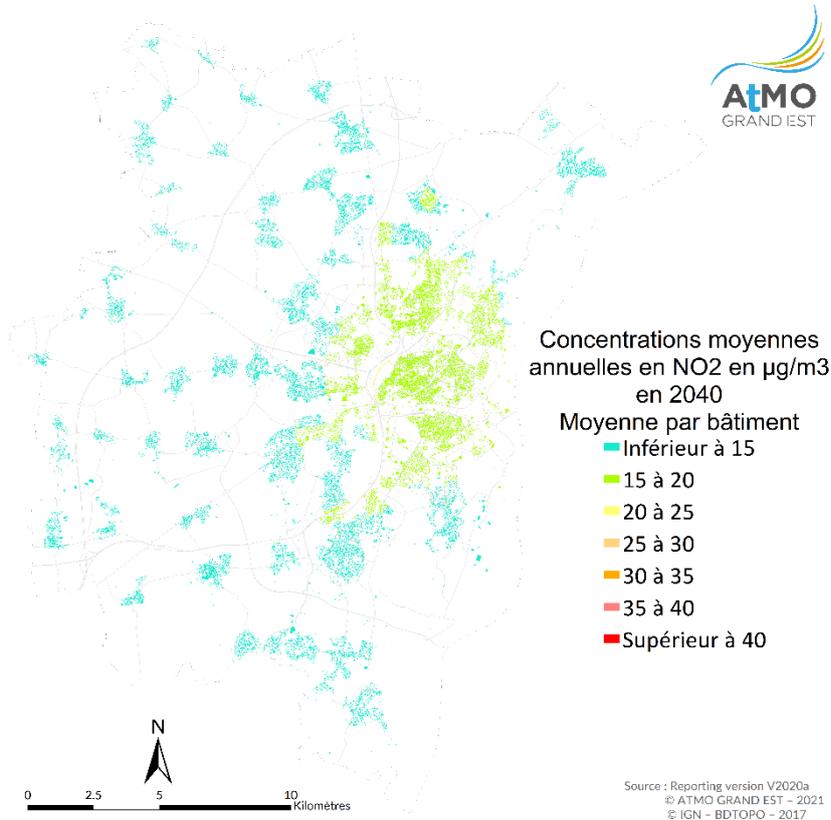
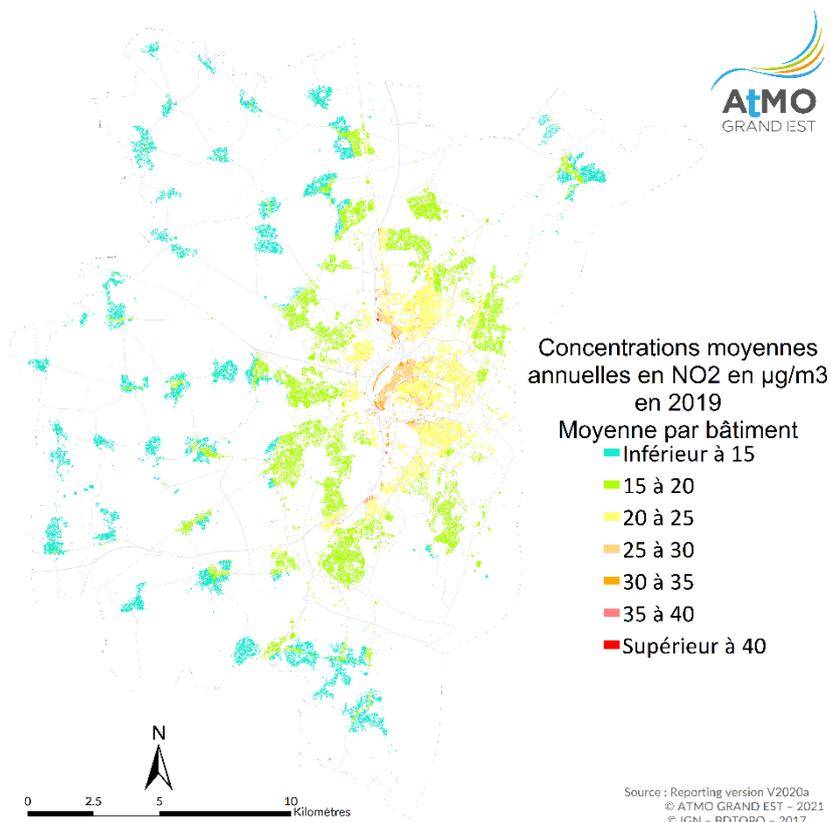


Figure 26 : Représentation cartographique de l'IPP par classe de concentrations pour le NO₂ en 2019 et 2040

5.5. CONCLUSION

Concernant l'exposition des populations...

En situation de référence sans projet en 2019, des dépassements de valeurs limites de qualité de l'air sont observés sur la zone d'étude touchant potentiellement 300 personnes. L'ensemble du territoire étudié présente un dépassement des valeurs guides OMS pour les PM2.5, PM10 et NO₂.

En 2040, la simulation montre que malgré une hausse du trafic routier sur la zone d'étude, les populations potentiellement exposées à des valeurs réglementaires diminuent, notamment aux abords de l'A35. En effet, plus personne n'est potentiellement exposée à un dépassement de valeur limite de qualité de l'air. Néanmoins, l'ensemble du territoire étudié présente encore un dépassement des valeurs guides OMS pour les PM2.5, PM10 et NO₂.

Concernant les concentrations de polluants en 2040...

La simulation de la qualité de l'air en 2040 présente des résultats différenciés en fonction de la localisation mais également en fonction du polluant.

En effet, les polluants réglementés par les normes EUROs voient leurs émissions à l'échappement et leurs concentrations polluantes diminuer. A contrario, les autres polluants ainsi que les particules issues de l'usure des freins, des pneus et de la route pâtissent de l'hypothèse d'une augmentation globale de 34% du trafic routier sur la zone d'étude.

Géographiquement, les concentrations polluantes diminuent sur le noyau urbain de l'Eurométropole de Strasbourg et aux abords des axes autoroutiers et nationales, de la N4, de la D1083 et de l'avenue du Rhin. A contrario, elles augmentent aux abords des futures infrastructures routières (VLIO, rocade Sud, A355) sans pour autant induire de dépassement des valeurs réglementaires et valeurs objectifs, mais également, pour certains polluants, sur la N353 et les axes menant au port du Rhin en provenance de la N353 en lien avec l'augmentation du taux de poids lourds sur cet itinéraire.

Concernant les limites de l'étude...

Les données trafic pour l'année 2040 ne prennent pas en compte une probable requalification de l'A35 ainsi que la mise en place d'une zone à faibles émissions mobilité sur l'Eurométropole de Strasbourg. Ces deux projets pourraient accentuer les baisses de concentrations simulées sur l'Eurométropole de Strasbourg sans toutefois accentuer les hausses de concentrations simulées le long de l'A355.

De plus, le parc automobile roulant prospectif se base sur des hypothèses du scénario "Avec Mesure Existante" ne prévoyant pas une dé-diésélisation du parc pourtant observée à partir de 2020.



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
Siret 822 734 307 000 17 – APE 7120 B

Association agréée de surveillance de la qualité de l'air