



Evaluation de la ZFE de Tours Métropole Val de Loire

*Scénario 2030 : Impact sur les émissions
et la qualité de l'air*



Mars 2025
Réf : JR-04-2024



Surveillance de la qualité de l'air
en région Centre-Val de Loire

AVERTISSEMENT

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant caractérisé par des conditions climatiques propres.

Ce rapport d'études est la propriété de Lig'Air. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Lig'Air.

Lig'Air ne saurait être tenue pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLE DES MATIÈRES

AVERTISSEMENT	2
TABLE DES MATIÈRES	3
TABLE DES FIGURES	4
TABLE DES TABLEAUX.....	5
I. Introduction	6
II. Présentation et caractéristiques de la ZFE	7
III. Approche méthodologique et données d'entrées	7
I- Limites de l'étude - hypothèses des scénarios	7
1) Données du trafic routier	8
2) Calcul des émissions de polluants du trafic routier	8
3) Cadastre des émissions	8
4) Calcul des concentrations en polluants atmosphériques	9
5) Concentrations de fond	9
6) Calcul d'exposition des populations aux concentrations	9
II- Méthodologie d'évaluation	9
III- Polluants à effets sanitaires évalués et réglementation	10
IV- Méthodologie pour l'exploitation des résultats	10
IV. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions en 2030.....	11
I- Impact du scénario ZFE sur le parc roulant	11
II- Évaluation des effets de la mise en œuvre de la ZFE sur les émissions polluantes routières	12
V. Évaluation des effets de la ZFE sur l'exposition de la population aux polluants à effets sanitaires ..	13
I- Effets attendus sur les concentrations au niveau des stations de surveillance	13
II- Effets attendus sur le territoire de Tours Métropole Val de Loire	14
1) Dioxyde d'azote NO ₂	15
2) Particules en suspension PM ₁₀	16
3) Particules en suspension PM _{2,5}	18
VI. Conclusion.....	21
ANNEXES	23
Annexe 1 : Les outils numériques	23
1) La plate-forme haute résolution Prévision'Air	23
2) L'outil PRISME module routier	23
Annexe 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions	24
Annexe 3 : Méthodologie pour le calcul d'exposition de la population	25
Annexe 4 : Cartographies de la qualité de l'air au regard des valeurs limites actuelles et ceux préconisés par l'OMS selon le scénario « 2030 tendanciel »	26
Annexe 5 : Cartographies de la qualité de l'air au regard des valeurs limites actuelles et ceux préconisés par l'OMS selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE »	29
Annexe 6 : Cartes de différence de concentration entre le scénario « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »	32
Annexe 7 : Impact de la ZFE sur les émissions de gaz à effet de serre (GES)	34

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Caractéristiques de la ZFE.....	7
Figure 2 : Evolution des émissions de NOx entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus.....	12
Figure 3 : Evolution des émissions de particules en suspension PM ₁₀ (a) et PM _{2,5} (b) entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus.....	12
Figure 4 : Concentrations annuelles en NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5} au niveau des stations de surveillance de Lig'Air en 2023 et selon les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE ».....	13
Figure 5 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	15
Figure 6 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	15
Figure 7 : Concentrations annuelles en PM ₁₀ scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	17
Figure 8 : Concentrations annuelles en PM ₁₀ scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	17
Figure 9 : Concentrations annuelles en PM _{2,5} scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	19
Figure 10 : Concentrations annuelles en PM _{2,5} scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030).....	19
Figure 11 : Prévision'Air – outil de modélisation à haute résolution et interactions cadastre des émissions et modélisations des concentrations.....	23
Figure 12 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle.....	26
Figure 13 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	26
Figure 14 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM ₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle.....	27
Figure 15 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM ₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	27
Figure 16 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM _{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle.....	28
Figure 17 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM _{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	28
Figure 18 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle.....	29
Figure 19 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	29
Figure 20 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM ₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle.....	30
Figure 21 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM ₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	30
Figure 22 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM _{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle.....	31
Figure 23 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM _{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS.....	31
Figure 24 : Cartes de différences des concentrations annuelles en NO ₂ entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE.....	32
Figure 25 : Cartes de différences des concentrations annuelles en PM ₁₀ entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE.....	33

Figure 26 : Cartes de différences des concentrations annuelles en PM _{2.5} entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE	33
Figure 27 : Evolution des émissions de GES du transport routier entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus	34

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Seuils réglementaires actuels, à venir et préconisés par l'OMS	10
Tableau 2 : Répartition des véhicules particulières (VP) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »	11
Tableau 3 : Répartition des véhicules utilitaires (VP) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »	11
Tableau 4 : Répartition des poids-lourds (PL) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »	11
Tableau 5 : Statistiques de population exposée au NO ₂	16
Tableau 6 : Minimum et maximums de population exposée au NO ₂	16
Tableau 7 : Statistiques de population exposée aux PM ₁₀	18
Tableau 8 : Minimum et maximums de population exposée aux PM ₁₀	18
Tableau 9 : Statistiques de population exposée aux PM _{2.5}	20

I. Introduction

La qualité de l'air constitue un enjeu de santé publique majeur. Chaque année, les experts estiment à plus de 40 000, le nombre de personnes qui décèdent prématurément en France en raison d'une exposition chronique à une qualité de l'air dégradée. Les inquiétudes face à cet enjeu sont nombreuses et donnent lieu à diverses actions qui traduisent une volonté d'agir à tous les niveaux en particulier dans les grandes agglomérations.

L'article 86 de la Loi d'Orientation des Mobilités (LOM) du 24 décembre 2019 rend obligatoire avant 2021 la mise en place d'une ZFE sur les 11 territoires enregistrant des dépassements réguliers des valeurs réglementaires de concentrations en polluants atmosphériques, définies à l'article L.221-1 du code de l'environnement.

Dans les grandes agglomérations métropolitaines de plus de 150 000 habitants en France métropolitaine qui respectent de manière régulière les seuils réglementaires de qualité de l'air, les collectivités ont pour obligation minimale prévue par la loi de mettre en place « un territoire de vigilance » engendrant des restrictions sur les véhicules non classés selon les vignettes Crit'Air, en l'occurrence, les voitures immatriculées avant le 31 décembre 1996 et/ou les véhicules utilitaires légers immatriculés avant le 30 septembre 1997 et/ou les poids lourds immatriculés avant le 30 septembre 2001 (Article L 2213-4-1 du CGCT I).

De ce fait, le territoire de Tours Métropole Val de Loire a l'obligation de mettre en place un « territoire de vigilance ». Dans la suite du document et pour des raisons de simplification, le terme ZFE sera utilisé.

C'est dans ce cadre que Lig'Air a été sollicitée par Tours Métropole Val de Loire pour réaliser l'évaluation de l'impact de la ZFE à l'horizon 2030 sur les émissions et la qualité de l'air.

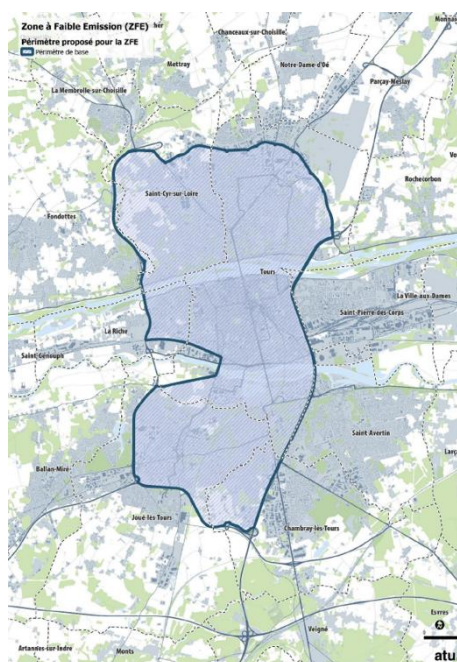
Pour répondre aux besoins de la collectivité dans la mise en place de la ZFE et étudier l'impact de cette dernière sur la qualité de l'air, Lig'Air a évalué la qualité de l'air sur la Métropole, à l'aide de ses outils de modélisation en considérant 2 scénarios :

- le scénario « 2030 tendanciel » caractérisant la situation tendancielle **sans** la mise en place de la ZFE ;
- le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » caractérisant la situation tendancielle **avec** la mise en place de la ZFE avec l'interdiction des véhicules non classés dans le périmètre concerné par la ZFE.

L'impact de la mise en place de la ZFE, en termes de qualité de l'air et d'exposition de la population, est déduit en comparant les résultats de ces deux scénarios.

II. Présentation et caractéristiques de la ZFE

Le périmètre de la ZFE a été décidé par la collectivité. Il est délimité à l'Est par l'autoroute A10, à l'Ouest par la rocade M37 en gardant un accès au parking relais de la Gloriette et à la Zone Industrielle du Menetton (**figure 1**).



Durée	Période de 6 ans à compter du 1er janvier 2025 avec une évaluation à mi-parcours
Horaires	24h/24h et 7j/7
Types de véhicules choisis	Véhicules particuliers (VP), véhicules utilitaires légers (VUL) et poids lourds (PL)
Vignettes Crit'Air interdites	Interdiction de tous les véhicules non classés : VP d'avant le 31 déc. 1996 VUL d'avant le 30 septembre 1997 Poids-lourds d'avant le 30 sept. 2001

Figure 1 : Caractéristiques de la ZFE

III. Approche méthodologique et données d'entrées

I- Limites de l'étude - hypothèses des scénarios

Afin d'évaluer l'impact de la mise en place de la ZFE sur les émissions et la qualité de l'air, deux scénarios sont comparés :

- Le scénario « **2030 tendanciel** » qui tient compte de l'évolution du parc de véhicules roulants à cet horizon sans action particulière,
- Le scénario « **2030 tendanciel + ZFE** » qui tient compte de l'évolution du parc de véhicules roulants à cet horizon et des restrictions liées à la ZFE à savoir l'interdiction de circulation des véhicules Crit'Air Non Classés (NC) à l'intérieur du périmètre de la ZFE (**figure 1**)

Pour la réalisation de ces scénarios et la mise en relief de l'impact de cette ZFE plusieurs hypothèses ont été considérés comme par exemple :

- ➔ Pas d'évolution de la population de la métropole d'ici 2030. Ainsi, le nombre d'habitants en 2030 est équivalent à celui de 2020 (dernière année disponible) ;
- ➔ Pas d'évolution d'urbanisme. Pas de changement de sens de circulation ni du nombre d'axe routiers ni de nouvelles constructions d'habitations. L'ensemble de l'architecture urbanistique est maintenu constant à l'horizon 2030 ;
- ➔ Pas de nouvelles installations industrielles ou chaufferies collectives ;

➔ Pas d'évolution du secteur agricole ;

D'autres hypothèses dont les détails sont présentés ci-dessous, ont été utilisées pour la réalisation de cette étude. Il faut rappeler ici, que toute modification de l'une de ces hypothèses pourrait conduire à des résultats différents de ceux présentés dans cette étude.

1) Données du trafic routier

Pour les **2 scénarios 2030 avec et sans ZFE**, les émissions du secteur du transport routier sont évaluées à partir des **données de trafic 2022** de Lig'Air. En effet, en l'absence d'évaluation prospective concernant le volume du trafic à l'horizon 2030, les émissions de ce secteur ont été calculées avec une augmentation annuelle du flux de 0,5% (moyenne nationale) entre la dernière année de comptages de trafic routier disponibles (2022) et 2030. Le parc roulant tendanciel 2030 a été réalisé à partir des données du parc statique du Service des Données et Etudes Statistiques (SDES – années 2019 - 2023) convertit en parc roulant à partir des hypothèses nationales de kilométrages annuels parcourus par type de véhicule issues du parc prospectif 2030 fourni par le CITEPA. La méthodologie utilisée ici est celle décrite dans le guide d'évaluation des politiques publiques relatives à la qualité de l'air¹. Le taux de renouvellement a été considéré nul c'est-à-dire que les véhicules de classe Crit'Air NC ne sont pas remplacés par des véhicules moins émissifs (par exemple par des véhicules de classes Crit'Air 2 ou 1). Le taux de respect des restrictions liées à la ZFE a été considéré à 100% signifiant que l'ensemble des usagers respecterait les restrictions.

2) Calcul des émissions de polluants du trafic routier

A partir des données de Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA), Lig'Air, à travers l'outil PRISME Routier (**annexe 1**) évalue les émissions totales directes issues de la circulation des véhicules sur les axes routiers du territoire. La vitesse de circulation et la saturation aux heures de pointes en fonction de la capacité des axes sont prises en compte.

Pour le scénario « 2030 tendanciel + ZFE », les restrictions de véhicules sur le réseau routier engendrées par la ZFE concernent **l'interdiction de circulation des véhicules Crit'Air Non Classés (NC)**.

Les vitesses moyennes de circulation retenues sur les tronçons du domaine d'étude ont été établies sur la base des limites réglementaires de circulation en prenant en compte le taux de saturation des voies.

Les calculs des quantités d'émissions de polluants associées au trafic routier suivent la méthodologie de référence COPERT V et les **facteurs d'émissions** utilisés proviennent des versions COPERT (version 5.4.52) et OMINEA v2022 implémenté directement dans l'outil PRISME Routier.

3) Cadastre des émissions

Lig'Air dispose d'un inventaire des émissions atmosphériques spatialisé à une échelle de 500m. L'ensemble des émetteurs de polluants (naturels ou anthropiques) localisés dans la métropole sont répertoriés et une quarantaine de polluants et de GES (Gaz à Effet de Serre) sont inventoriés. Le cadastre des émissions permet de déterminer les responsabilités des secteurs pollueurs sur chaque maille de 500m de la zone d'étude et approcher ainsi les leviers d'actions pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition des territoires et des populations. L'**annexe 2** donne le principe méthodologique de réalisation d'un inventaire des émissions ainsi que les quantités émises des polluants étudiés.

¹ Guide d'évaluation des politiques publiques relative à la qualité de l'air, LCSQA/BQA/AASQA/CITEPA, septembre 2024

L'inventaire « 2030 tendanciel » qui a été calculé à partir de l'année de référence 2018 et à partir des coefficients de projection issus du scénario AME 2023² pour l'année 2030, a été cadastré pour obtenir une information sur un maillage de 500m² dans le but d'être injecté dans le modèle numérique Prévision'Air de Lig'Air (**annexe 1**) afin de calculer les concentrations en polluants en tout point du territoire de Tours Métropole Val de Loire.

4) Calcul des concentrations en polluants atmosphériques

Les cartes de dispersion des concentrations réalisées à l'horizon 2030 prennent en compte les conditions météorologiques fournies par le modèle IFS-ERA5 et transmises à travers la plateforme européenne COPERNICUS sur l'année 2018 (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.). Cette année a été privilégiée du fait qu'elle est considérée comme représentative d'une année météorologique « moyenne » au niveau national, année également utilisée dans les travaux nationaux de projection du futur zonage de surveillance réalisé par le Laboratoire Centre de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA).

5) Concentrations de fond

En un lieu donné, la concentration en polluant n'est pas générée uniquement par les émissions locales, mais dépend également des niveaux de ce polluant dans les masses d'air initiales (avant leur arrivée dans la zone d'étude). Ces niveaux sont appelés concentrations de fond ou conditions aux limites. Pour les deux scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE » et comme préconisé par le guide d'évaluation des politiques publiques relatives à la qualité de l'air, les conditions aux limites fournissant la concentration de fond pour chaque polluant, qui ont été utilisées dans les travaux de scénarisation, correspondent à celles issues des modélisations nationales des concentrations provenant des exercices prospectifs nationaux du PREPA³ en 2030. Ces modélisations ont été mises à dispositions par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA).

6) Calcul d'exposition des populations aux concentrations

L'évaluation de la population exposée à la pollution de l'air a été réalisée à partir de la base de population dite « MAJIC ». Ces données de population spatialisées selon la méthodologie MAJIC sont fournies aux différentes Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'air (LCSQA). Les données de population spatialisée sur l'année 2020 (année la plus récente disponible) a été utilisée dans le cadre de cette étude.

Cette base de données est la référence au niveau national pour l'évaluation de l'exposition de la population au niveau réglementaire. Les données résultantes correspondent au nombre d'habitants par bâtiment de type habitation. Ainsi, la base de population MAJIC prend en compte uniquement les habitations de type maison et appartement. Les bâtiments dits sensibles (crèches, écoles, hôpitaux, ...) ne sont pas considérés. Comme indiqué précédemment, la répartition de la population a été considérée constante pour les scénarios à l'horizon 2030.

II- Méthodologie d'évaluation

Cette évaluation s'appuie sur :

- l'évaluation des évolutions des **émissions de polluants** pour le secteur du transport routier pour **l'année 2030 avec et sans ZFE**,

² Synthèse du scénario « Avec Mesures Existantes » 2023, Projections Climat et Energie à 2050, mars 2023, Direction Générale de l'Energie et du Climat

³ Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques

- l'évaluation des évolutions des **concentrations de polluants dans l'air** pour **l'année 2030 avec et sans ZFE**,
- l'évaluation de l'impact de la ZFE sur le **nombre de personnes exposées** à des dépassements des seuils réglementaires actuels, des futurs seuils de la directive européenne et des seuils préconisés en 2021 par l'OMS,

Afin de différencier l'impact du scénario « 2030 tendanciel » et du scénario « 2030 tendanciel + ZFE », tous les paramètres nécessaires aux modélisations autres que ceux liés aux émissions du trafic routier ont été gardés identiques dans les simulations.

Les principaux paramètres ne variant pas dans les différentes modélisations réalisées sont les conditions météorologiques, les concentrations de fond des polluants imputables à la pollution extérieure entrant sur le territoire de l'étude, les concentrations de polluants imputables aux activités humaines autres que la circulation routière (c'est-à-dire issues des secteurs industriels, résidentiels, agricoles, ...) et le tracé des axes routiers.

Les paramètres qui évoluent entre les différentes simulations sont le nombre de véhicules et la nature des véhicules, en fonction des véhicules autorisés, sur les axes routiers du domaine d'étude.

III- Polluants à effets sanitaires évalués et réglementation

Les résultats présentés dans cette étude considèrent le **dioxyde d'azote NO₂**, les **particules fines PM_{2,5}** et les **particules en suspension PM₁₀** qui sont les polluants réglementés et à enjeux sur le territoire de Tours Métropole Val de Loire dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA), compte tenu des dépassements réglementaires (notamment vis-à-vis des futurs seuils réglementaires pour le dioxyde d'azote) et de leur impact sur la santé notamment pour les particules.

Les cartographies de concentration de l'état initial 2023 et des scénarios avec et sans ZFE sont comparées aux réglementations actuellement en vigueur, aux nouveaux seuils réglementaires européens effectifs en 2030 et aux seuils de référence préconisés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS). Ces seuils sont présentés dans le tableau ci-dessous :

	Valeur limite actuelle	Valeur limite 2030	Recommandations OMS
NO ₂	40 µg/m³ en moyenne annuelle	20 µg/m³ en moyenne annuelle	10 µg/m³ en moyenne annuelle
PM ₁₀	40 µg/m³ en moyenne annuelle	20 µg/m³ en moyenne annuelle	15 µg/m³ en moyenne annuelle
PM _{2,5}	25 µg/m³ en moyenne annuelle	10 µg/m³ en moyenne annuelle	5 µg/m³ en moyenne annuelle

Tableau 1 : Seuils réglementaires actuels, à venir et préconisés par l'OMS

IV- Méthodologie pour l'exploitation des résultats

Le croisement des champs de concentration avec les données de population permet d'estimer pour chaque scénario la population exposée à des concentrations de polluants supérieures aux différents seuils, tels que les valeurs limites européennes ou les recommandations de l'OMS 2021.

L'exploitation des résultats se base sur une comparaison des scénarios entre eux pour quantifier les gains d'émissions de polluant, le nombre d'habitants exposés au-delà des différents seuils et la surface exposée au-delà des différents seuils.

IV. Évaluation des effets de la ZFE sur les émissions en 2030

I- Impact du scénario ZFE sur le parc roulant

Les **tableaux 2, 3 et 4** présentent respectivement la répartition des véhicules VP (véhicules particuliers), VUL (véhicules utilitaires) et PL (poids-lourds) dans le parc roulant prospectif sur l'année 2030 selon les classes Crit'Air pour les deux scénarios considérés avec et sans ZFE (« scénario 2030 » et « scénario 2030 + ZFE »).

Comme indiqué précédemment (**Limites de l'étude - Hypothèses des scénarios**), le parc roulant prospectif 2030 pour les VP et les VUL a été construit en utilisant les données du parc statique local SDES (2019-2023) projeté en 2030 tout en prenant en compte le nombre de kilomètre parcouru du parc prospectif 2030 fourni par le CITEPA.

Concernant les PL, en l'absence de données statistiques locales, le parc roulant prospectif 2030 utilisé pour les PL correspond à celui fourni par le CITEPA. Ainsi, en 2030, la part de PL de Crit'Air Non Classés est considéré nulle.

VP	Crit'Air 0	Crit'Air 1	Crit'Air 2	Crit'Air 3	Crit'Air 4	Crit'Air 5	Non Classé
Scénario « 2030 tendanciel »	36,21%	36,68%	20,85%	4,10%	1,69%	0,24%	0,23%
Scénario « 2030 tendanciel + ZFE »	36,21%	36,68%	20,85%	4,10%	1,69%	0,24%	0%

Tableau 2 : Répartition des véhicules particuliers (VP) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »

VUL	Crit'Air 0	Crit'Air 1	Crit'Air 2	Crit'Air 3	Crit'Air 4	Crit'Air 5	Non Classé
Scénario « 2030 tendanciel »	0,71%	69,08%	27,15%	1,54%	1,37%	0,09%	0,04%
Scénario « 2030 tendanciel + ZFE »	0,71%	69,08%	27,15%	1,54%	1,37%	0,09%	0%

Tableau 3 : Répartition des véhicules utilitaires (VP) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »

PL	Crit'Air 0	Crit'Air 1	Crit'Air 2	Crit'Air 3	Crit'Air 4	Crit'Air 5	Non Classé
Scénario « 2030 tendanciel »	5,18%	0%	88,65%	4,87%	1,19%	0,12%	0%
Scénario « 2030 tendanciel + ZFE »	5,18%	0%	88,65%	4,87%	1,19%	0,12%	0%

Tableau 4 : Répartition des poids-lourds (PL) selon les classes Crit'Air pour les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »

Pour information, à l'échelle de la métropole, à partir du **parc statique** SDES projeté en 2030, les véhicules particuliers (VP) non classés représentent environ **0,36%** du parc soit **1 047 véhicules** et les véhicules légers (VUL) non classés représentent **0,70%** du parc soit **297 véhicules**.

II- Évaluation des effets de la mise en œuvre de la ZFE sur les émissions polluantes routières

Les **figures 2 et 3** présentent respectivement l'impact de la ZFE (scénario « 2030 tendanciel + ZFE ») par rapport au scénario « 2030 tendanciel » sur les émissions annuelles des oxydes d'azote (NOx), des particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} à l'échelle de Tours Métropole Val de Loire. Les figures montrent également l'évolution des émissions « 2030 tendanciel » par rapport à l'année de référence 2023.

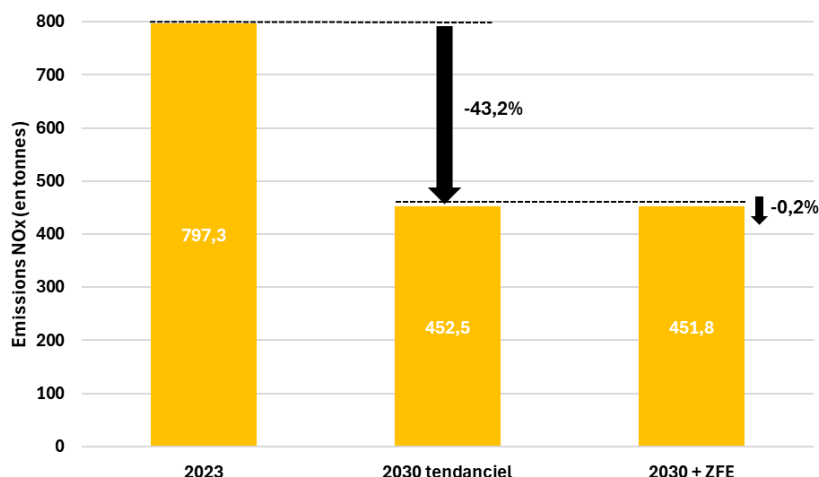


Figure 2 : Evolution des émissions de NOx entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus

La comparaison montre une baisse significative des émissions de NOx entre l'année de référence 2023 et le scénario « tendanciel 2030 » passant de 797 tonnes à 452 tonnes (soit une baisse de 43% environ).

A l'inverse, l'impact de la ZFE (scénario 2030 tendanciel + ZFE) reste très limité sur la diminution des émissions de NOx par rapport au scénario tendanciel avec une baisse seulement de 0,2%.

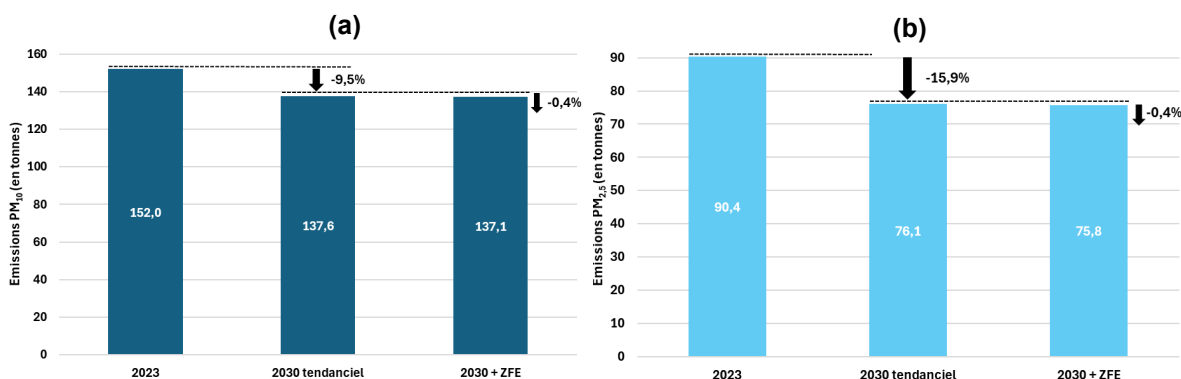


Figure 3 : Evolution des émissions de particules en suspension PM₁₀ (a) et PM_{2,5} (b) entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus

Une diminution des émissions en particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} est observée entre 2023 et le scénario « 2030 tendanciel » avec respectivement de 9,5% et de 15,9 %.

Cependant, comme pour les émissions de NOx, l'impact de la ZFE (scénario 2030 tendanciel + ZFE) reste très limité sur la diminution des émissions de particules par rapport au scénario tendanciel avec une baisse seulement de 0,4% pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

Dans un souci d'évaluation transversale, l'impact de la ZFE sur les émissions de GES a également été évalué (**annexe 7**).

L'interdiction des véhicules non classés (représentant seulement 0,23 % des VP et 0,04 des VUL dans Tours Métropole Val de Loire en 2030) dans le périmètre de la ZFE n'a qu'un impact très limité dans la réduction des émissions de NOx et des particules à l'échelle de la métropole. Il faut garder à l'esprit que ces résultats ont été obtenus avec l'hypothèse que les véhicules interdits à la circulation dans la ZFE, ne sont pas renouvelés.

V. Évaluation des effets de la ZFE sur l'exposition de la population aux polluants à effets sanitaires

Dans la mesure où les concentrations en dioxyde d'azote sont fortement liées au transport routier et sont responsables de dépassements de la valeur limite annuelle de la future réglementation, la prise en compte de ce polluant a été privilégiée pour l'évaluation de l'impact de la mise en œuvre de la ZFE sur la qualité de l'air et l'exposition des populations. L'évaluation a également été réalisée pour les particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5}.

I- Effets attendus sur les concentrations au niveau des stations de surveillance

La **figure 4** ci-dessous présente les concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO₂), en particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} obtenus au niveau des stations de mesure de surveillance sur l'année de référence 2023, pour le scénario « 2030 tendanciel » et pour le scénario « 2030 tendanciel + ZFE ».

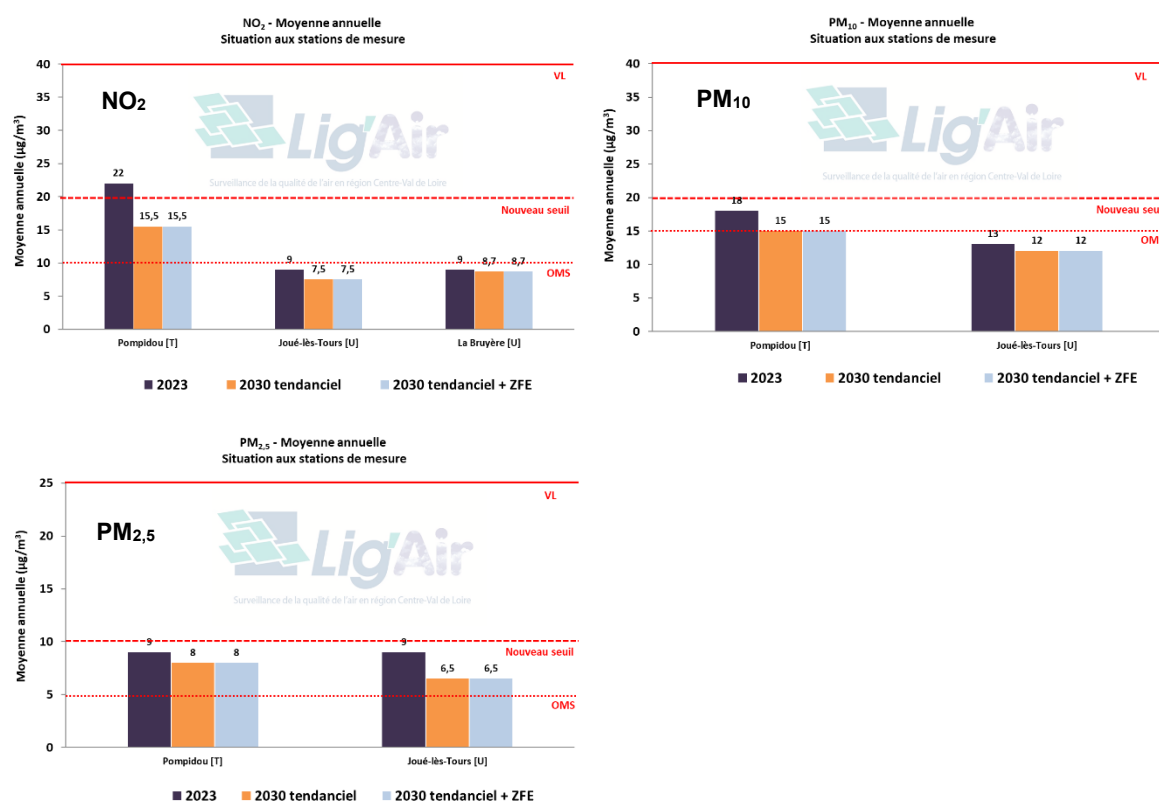


Figure 4 : Concentrations annuelles en NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau des stations de surveillance de Lig'Air en 2023 et selon les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »

La comparaison montre une baisse significative des concentrations annuelles en NO₂ entre l'année de référence 2023 et le scénario « tendanciel 2030 » passant de 22 µg/m³ à 16 µg/m³ (soit une baisse de 27%). Une diminution des concentrations annuelles en particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} est également observée entre 2023 et le scénario tendanciel 2030 passant respectivement de 18 µg/m³ à 15 µg/m³ et de 9 µg/m³ à 8 µg/m³.

A l'inverse, quelque soit le polluant, aucune diminution des concentrations annuelles n'est observée entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE ». Ceci peut s'expliquer en grande partie par le fait que les stations Joué-Lès-Tours et « La Bruyère » sont des stations dites urbaine de fond et donc éloignées des axes routiers. Concernant la station trafic Pompidou, l'impact de la ZFE sur les émissions routières n'est pas suffisant pour engendrer une baisse significative des concentrations annuelles notamment en NO₂.

II- Effets attendus sur le territoire de Tours Métropole Val de Loire

Pour les deux scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE », une cartographie de la pollution de l'air (NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}) au regard des futures valeurs limites réglementaires en 2030 a été réalisée accompagnée d'une carte de différence afin d'évaluer précisément l'impact de la ZFE disponibles en **annexe 6**. Les cartographies de la pollution de l'air (NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}) selon les deux scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE » au regard des valeurs limites actuelles et celles préconisées par l'OMS sont présentées respectivement en **annexes 4 et 5**.

Pour rappel, l'évaluation de la population exposée à la pollution de l'air a été réalisée en croisant les données de concentrations avec la base de données de répartition de la population sur le territoire, dite base « MAJIC ». Cette base de données est la référence pour l'évaluation de l'exposition de la population au niveau réglementaire. La version utilisée est la version disponible pour l'année 2020 pour toutes les scénarisations. La méthodologie de calcul d'exposition de la population est décrite en **annexe 3**.

Ces évaluations ont été menées en cartographiant les concentrations de polluants pour les différents scénarios étudiés sur l'ensemble du domaine d'étude. Comme indiqué précédemment, les conditions météorologiques prises en référence pour l'ensemble des cartographies, sont celles de l'année 2018, année considérée comme représentative d'une année météorologique moyenne et utilisée également dans les scénarisations nationales (conformément indiqué dans le guide d'évaluation des politiques publiques relatives à la qualité de l'air).

En complément, il est important d'indiquer que les données de population et de surface exposées sont estimées en tenant compte de l'incertitude du modèle (notamment à partir du biais moyen absolu). Afin de pouvoir estimer un risque potentiel maximal de l'exposition de la population, le minimum et le maximum de la population exposée en considérant l'incertitude du modèle ont été calculés. Ainsi, pour chaque seuil et chaque scénario, la population exposée sera encadrée par son minimum et son maximum.

Il est à noter qu'une faible variation des concentrations peut engendrer une variation importante de la population exposée. En effet, dans les zones fortement peuplées (forte densité de population), une très faible variation des concentrations (de l'ordre de 0,5 µg/m³ par exemple) peut augmenter de plusieurs milliers le nombre de personnes exposées (c'est ce qu'on appelle l'effet de seuil).

1) Dioxyde d'azote NO₂

Les résultats des simulations pour le NO₂ sont illustrés sur les **figures 5 et 6**, la carte d'écart entre ces deux scénarios est présentée en **annexe 6, figure 23**. Le **tableau 5** présente les statistiques d'exposition de la population en comparaison avec celles de 2023.

Concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

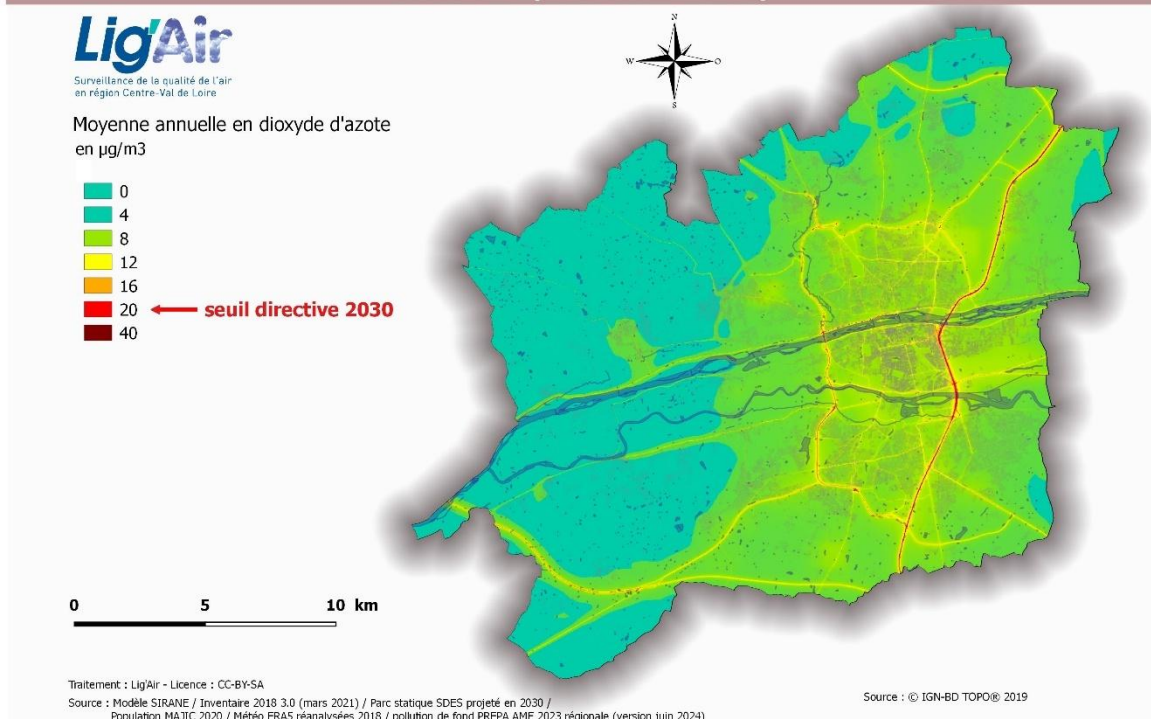


Figure 5 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

Concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

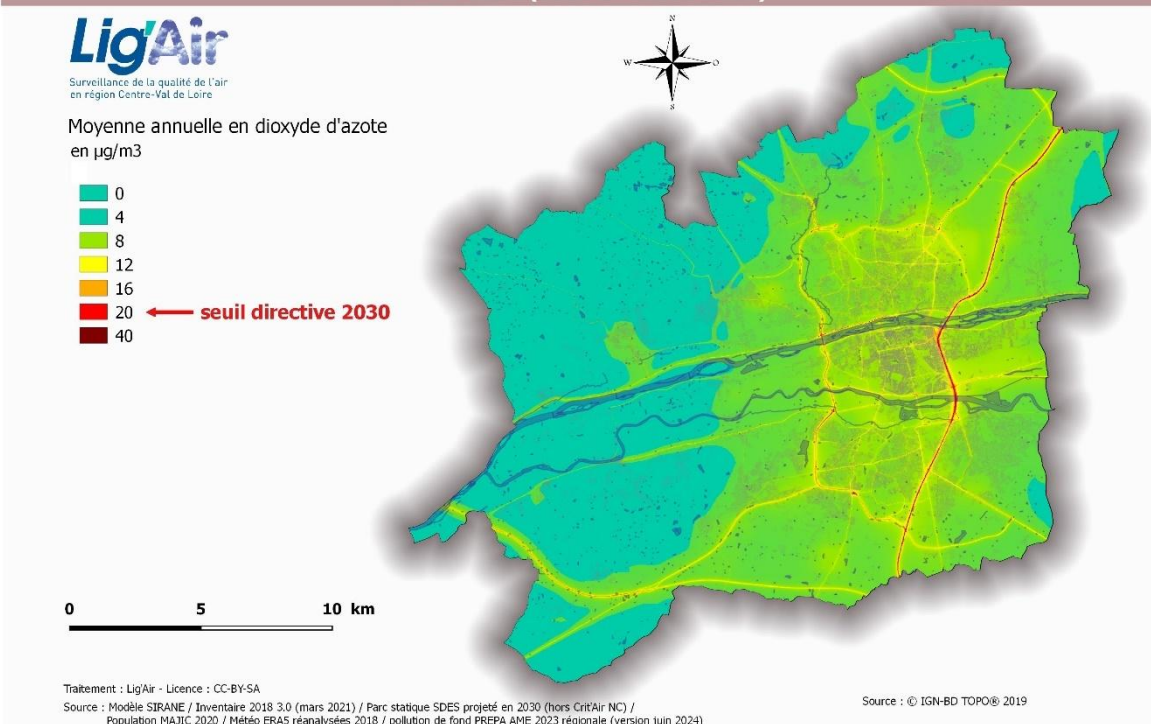


Figure 6 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

EXPOSITION DE LA POULATION	2023	2030 TENDANCIEL	2030 TENDANCIEL + ZFE
Valeur limite actuelle	0	0	0
Valeur limite 2030	773	40	27
Recommandations OMS	61 832	19 872	19 248

Tableau 5 : Statistiques de population exposée au NO₂

La première lecture de ce tableau montre qu'en dehors de toute action, une forte diminution de l'exposition de la population entre 2023 et le scénario tendanciel 2030 est observée. Cette baisse peut être largement attribuée au renouvellement du parc automobile. Entre le scénario tendanciel et le scénario avec ZFE une légère baisse de l'exposition de la population est constatée, en particulier, suivant le seuil préconisé par l'OMS (environ 3%). Pour la valeur limite 2030, une très faible diminution de la population est constatée passant de 40 à 27 personnes exposées (soit une superficie exposée de l'ordre de 0,6 km²). Cependant, comme indiqué précédemment, le calcul par modélisation comporte lui aussi des incertitudes comme tout outil de mesurage. En considérant cette incertitude, le nombre de personnes exposées peut être borné comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

EXPOSITION DE LA POULATION (AVEC INCERTITUDE DU MODELE)	2023	2030 TENDANCIEL	2030 TENDANCIEL + ZFE
Valeur limite actuelle	0	0	0
Valeur limite 2030	589 < Pop < 2 025	4 < Pop < 181	4 < Pop < 181
Recommandations OMS	33 836 < Pop < 113 754	9 796 < Pop < 35 844	9 500 < Pop < 35 392

Tableau 6 : Minimum et maximums de population exposée au NO₂

Ainsi, pour la **valeur limite 2030**, le nombre maximal de personnes exposées reste le même avec ou sans ZFE.

Pour les recommandations OMS, la baisse du nombre de population exposée ne représente qu'environ 1% en considérant le maximum d'exposition. Ceci correspond à environ 35 391 personnes qui seraient susceptibles d'être exposées quelque soit le scénario considéré (soit une superficie exposée de l'ordre de 13,1 km²).

2) Particules en suspension PM₁₀

Les résultats des simulations pour les **PM₁₀** sont représentées sur les **figures 7 et 8**, la carte d'écart entre ces deux scénarios est présentée en **annexe 6, figure 24**. Le **tableau 7** présente les statistiques d'exposition de la population en comparaison avec celles de 2023.

Concentrations annuelles en particules en suspension (PM10) scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

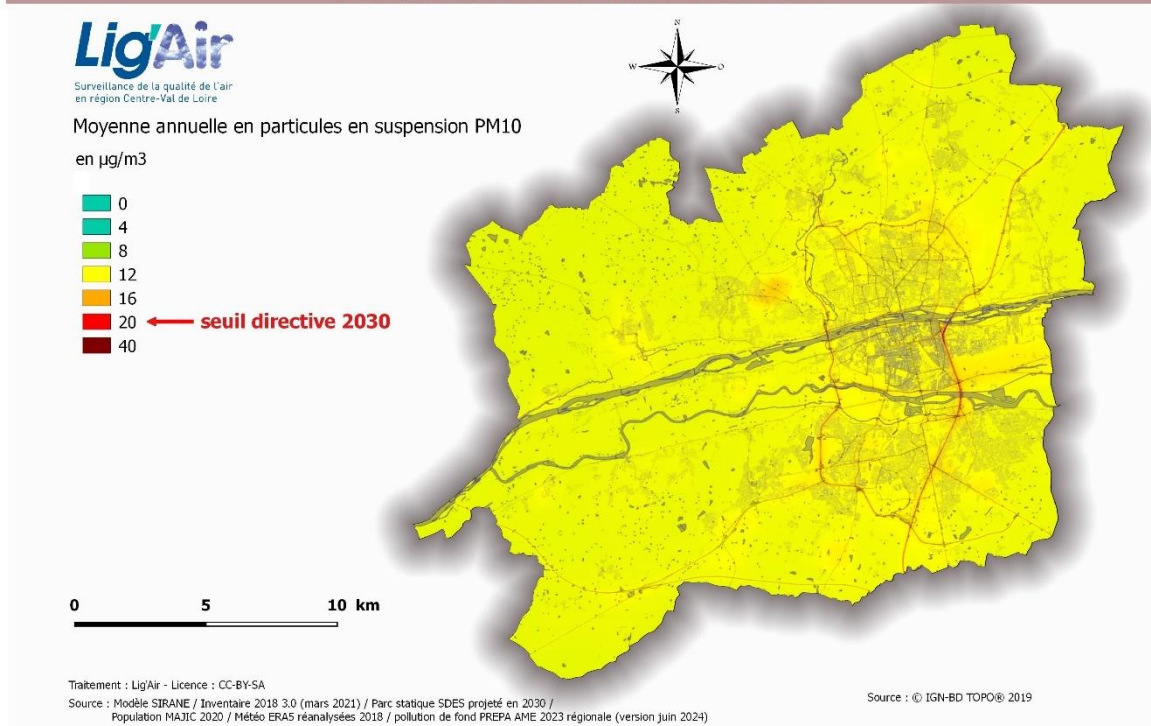


Figure 7 : Concentrations annuelles en PM₁₀ scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

Concentrations annuelles en particules en suspension (PM10) scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

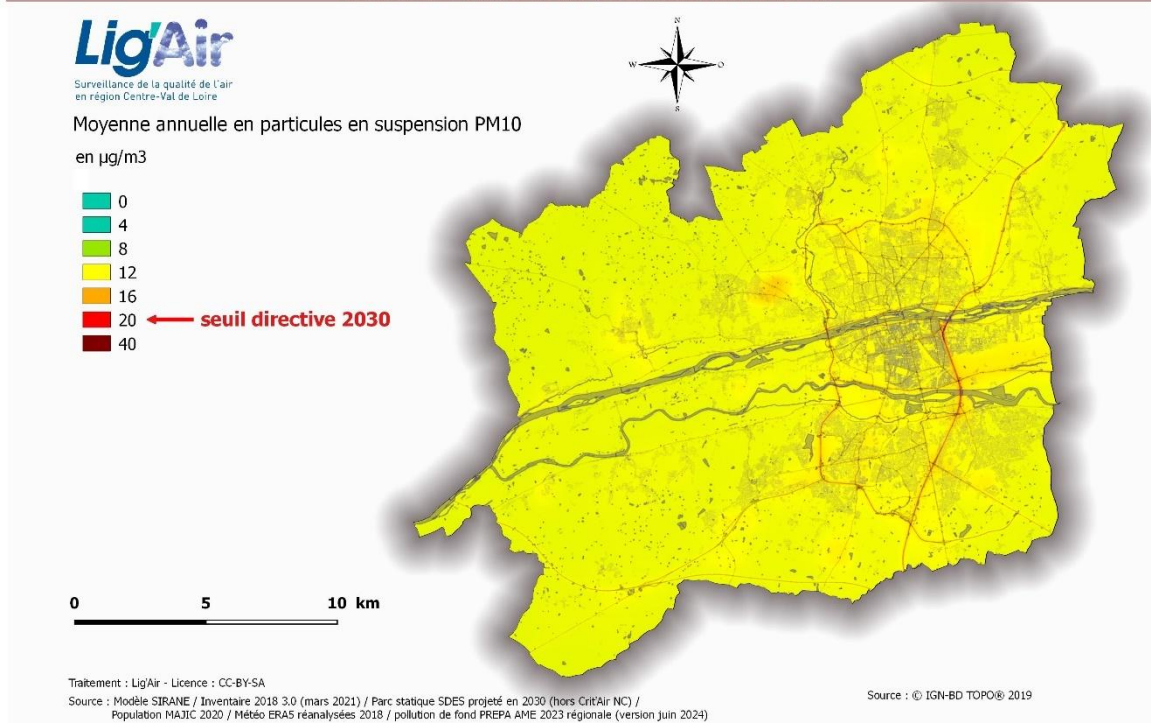


Figure 8 : Concentrations annuelles en PM₁₀ scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

EXPOSITION DE LA POULATION	2023	2030 TENDANCIEL	2030 TENDANCIEL + ZFE
Valeur limite actuelle	0	0	0
Valeur limite 2030	0	0	0
Recommandations OMS	2 252	388	366

Tableau 7 : Statistiques de population exposée aux PM₁₀

Ce tableau montre qu’aucune population ne serait exposée à la valeur limite actuelle et à la **valeur limite 2030** quelque soit le scénario considéré.

Concernant le **seuil préconisé par l’OMS**, comme observé pour le dioxyde d’azote, une diminution de l’exposition de la population est observée entre 2023 et le scénario tendanciel 2030 en dehors de toute action. Entre le scénario tendanciel et le scénario avec ZFE, une légère baisse de l’exposition de la population (environ 6 %) est constatée en passant de 388 à 366 personnes exposées (soit une superficie exposée de l’ordre de 1 km²). Cependant, comme indiqué précédemment, en considérant l’incertitude du modèle, le nombre de personnes exposées peut être borné comme indiqué dans le tableau ci-dessous :

EXPOSITION DE LA POULATION (AVEC INCERTITUDE DU MODELE)	2023	2030 TENDANCIEL	2030 TENDANCIEL + ZFE
Valeur limite actuelle	0	0	0
Valeur limite 2030	0	0	0
Recommandations OMS	216 < Pop < 10 057	24 < Pop < 3 525	24 < Pop < 3 439

Tableau 8 : Minimum et maximums de population exposée aux PM₁₀

Ainsi, pour le **seuil préconisé par l’OMS**, la baisse du nombre de population exposée n’est que d’environ 2% en considérant le maximum d’exposition. Ceci correspond à environ 3 438 personnes qui seraient susceptibles d’être exposées quelque soit le scénario considéré (soit une superficie exposée de l’ordre de 2,2 km²).

3) Particules en suspension PM_{2.5}

Les résultats des simulations pour les **PM_{2.5}** sont représentées sur les **figures 9 et 10**, la carte d’écart entre ces deux scénarios est présentée en **annexe 6, figure 25**. Le **tableau 9** présente les statistiques d’exposition de la population en comparaison avec celles de 2023.

Concentrations annuelles en particules en suspension (PM_{2,5}) scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

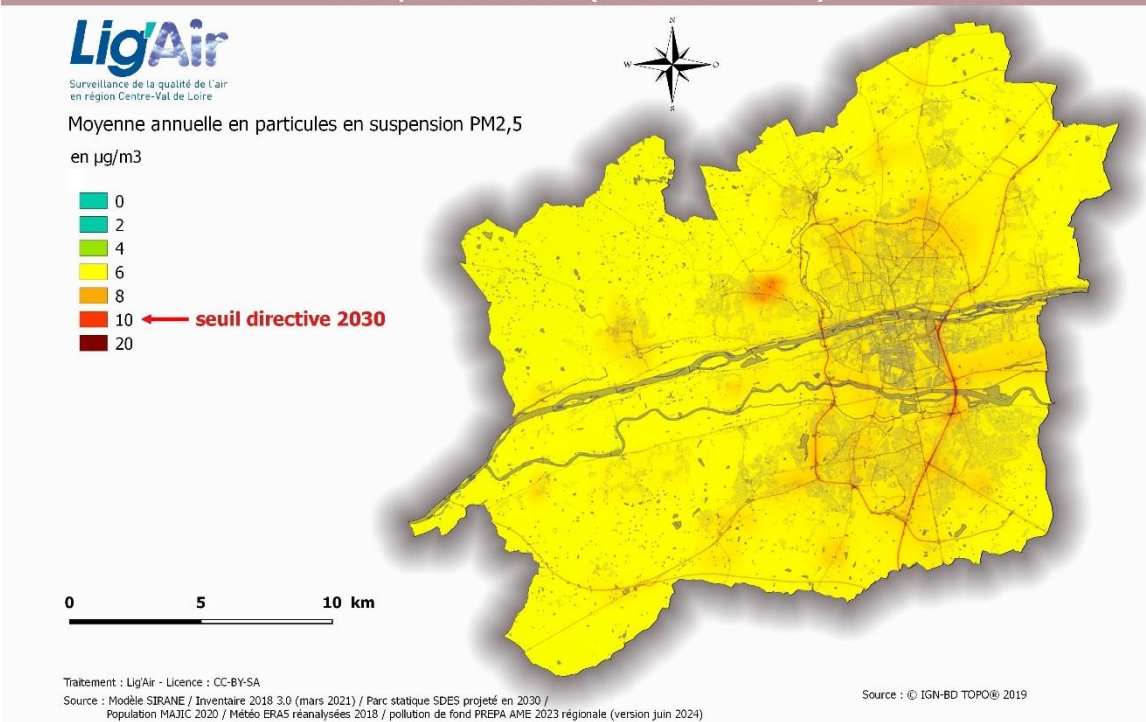


Figure 9 : Concentrations annuelles en PM_{2,5} scénarisées en 2030 sans ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

Concentrations annuelles en particules en suspension (PM_{2,5}) scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole Val de Loire (seuil directive 2030)

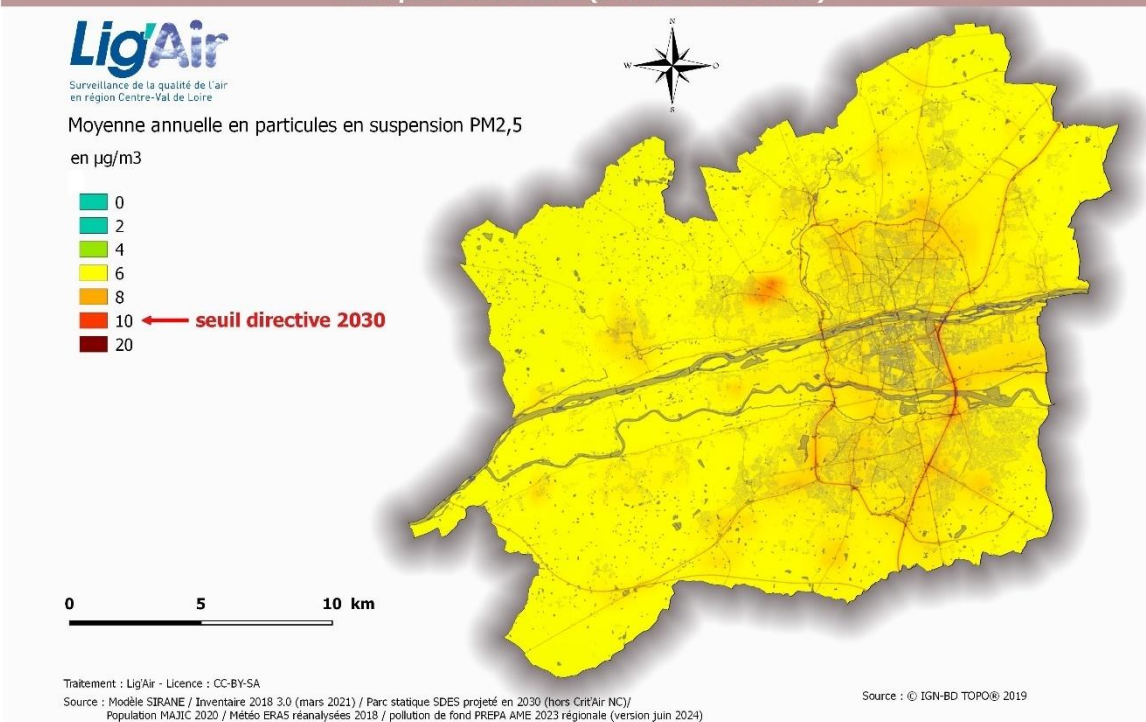


Figure 10 : Concentrations annuelles en PM_{2,5} scénarisées en 2030 avec ZFE sur Tours Métropole (seuil directive 2030)

EXPOSITION DE LA POULATION	2023	2030 TENDANCIEL	2030 TENDANCIEL + ZFE
Valeur limite actuelle	0	0	0
Valeur limite 2030	196	0	0
Recommandations OMS	298 049	298 049	298 049

Tableau 9 : Statistiques de population exposée aux PM_{2,5}

Le **tableau 9** montre en 2030 une absence de population exposée à la valeur limite actuelle et à la valeur limite 2030 quelque soit le scénario considéré.

Au contraire, vis-à-vis du seuil préconisé par l'OMS, quelque soit le scénario considéré, toute la population du territoire de la Métropole serait exposée, soit 298 049 personnes représentant une superficie de 389 km².

L'ensemble de ces résultats montre que l'unique retrait des véhicules non classés n'est pas suffisant pour préserver la population du territoire à la pollution de l'air. Ceci est notamment dû au faible pourcentage de cette catégorie de véhicule dans le parc automobile (0,23% du parc roulant VP).

VI. Conclusion

Les ZFE sont un outil à la main des collectivités pour améliorer la qualité de l'air et réduire l'exposition de la population sur leur territoire. Elle a pour objectif de restreindre l'accès aux véhicules les plus polluants. La mise en place de la ZFE fait partie d'une des actions (action MOB-1) du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'Agglomération Tourangelle (approuvé le 4 janvier 2024) qui a pour objectif de réduire les niveaux de concentrations dans l'atmosphère afin qu'ils ne dépassent plus les seuils réglementaires.

Sur le territoire de Tours Métropole Val de Loire, les restrictions concernent les véhicules non classés selon les vignettes Crit'Air, en l'occurrence, les voitures immatriculées avant le 31 décembre 1996 (représentant 0,23 % du parc roulant) et/ou les véhicules utilitaires légers immatriculés avant le 30 septembre 1997 (0,04 %) et/ou les poids lourds immatriculés avant le 30 septembre 2001 (0 %).

Il est à rappeler que le trafic routier représente la principale source d'émissions de NOx sur le territoire avec près de 60% des émissions totales (<https://odace.ligair.fr/polluants-effet-sanitaire>).

L'étude a été menée par Lig'Air en évaluant la qualité de l'air sur la Métropole en considérant deux scénarios :

- le scénario « 2030 tendanciel » caractérisant la situation tendancielle **sans** la mise en place de la ZFE ;
- le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » caractérisant la situation tendancielle **avec** la mise en place de la ZFE avec l'interdiction des véhicules non classés dans le périmètre concerné par la ZFE.

Le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » concerne uniquement les véhicules non classés qui seraient exclus du périmètre de la ZFE.

Une amélioration tendancielle de la qualité de l'air attendue en 2030

En 2030, sans la mise en œuvre de la ZFE, par rapport à 2023, ce sont les concentrations de NO₂ qui présentent une diminution la plus significative. Cette amélioration des concentrations de NO₂ est induite par des baisses tendancielles des émissions d'oxydes d'azote du trafic routier en grande partie liées au renouvellement du parc automobile.

Impact très limité de la ZFE

En 2030, selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE », les émissions routières d'oxydes d'azote diminueraient de 0,2% par rapport au scénario « 2030 tendanciel ». Quant aux particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5}, leurs émissions diminueraient de 0,4%.

L'impact de la ZFE sur les émissions routières qui restreint la circulation uniquement des véhicules Crit'Air Non Classés est donc faible. Cela est directement à relier au faible nombre de véhicules Crit'Air Non Classés qui seront en circulation à cet horizon, seulement 0,23% (VP) du parc automobile roulant en 2030.

L'interdiction des véhicules non classés dans le périmètre de la ZFE n'a qu'un impact très limité dans la réduction des émissions de NOx et des particules à l'échelle de la

métropole. Il faut garder à l'esprit que ces résultats ont été obtenus avec l'hypothèse que les véhicules interdits à la circulation dans la ZFE, ne sont pas renouvelés.

En 2030, que ce soit avec ou sans ZFE, la valeur limite actuelle pour le NO₂ fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle devrait être respectée. Cependant, avec ou sans la mise en œuvre de la ZFE, le nombre maximal de personnes exposées vis-à-vis de la valeur limite 2030 reste le même avec ou sans ZFE avec 180 personnes exposées.

Concernant les seuils préconisés par l'OMS, l'impact de la mise en place de la ZFE engendrerait une baisse du nombre de population exposée de seulement 1%, en considérant le maximum d'exposition (soit près de 35 391 personnes).

Pour les particules en suspension PM₁₀ et PM_{2.5}, que ce soit avec ou sans ZFE, aucune exposition de la population n'a été identifiée par rapport aux seuils réglementaires actuels et vis-à-vis des futures valeurs limites (fixée à 20 µg/m³ pour les PM₁₀ et à 10 µg/m³ pour les PM_{2.5}). Cependant, en considérant le seuil préconisé par l'OMS pour les PM₁₀, la mise en œuvre de la ZFE engendrerait une faible diminution du nombre de population exposée de l'ordre de 2%, en considérant le maximum d'exposition (soit près de 3 438 personnes). Quant aux PM_{2.5}, avec ou sans ZFE, la totalité de la population du territoire de la Métropole serait exposée.

L'ensemble de ces résultats montre que l'unique retrait des véhicules non classés n'est pas suffisant pour préserver la population du territoire à la pollution de l'air.

Annexe 1 : Les outils numériques

1) La plate-forme haute résolution Prévision'Air

La modélisation de la qualité de l'air permet d'estimer les concentrations de polluants en tout point d'un territoire.

Lig'Air dispose d'une plate-forme « Prévision'Air » à haute résolution spatiale (20 m) permettant de décrire la qualité de l'air à l'échelle de la rue (**figure 8**) à l'aide du module SIRANE rev128 (Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustiques/Ecole Centrale de Lyon).

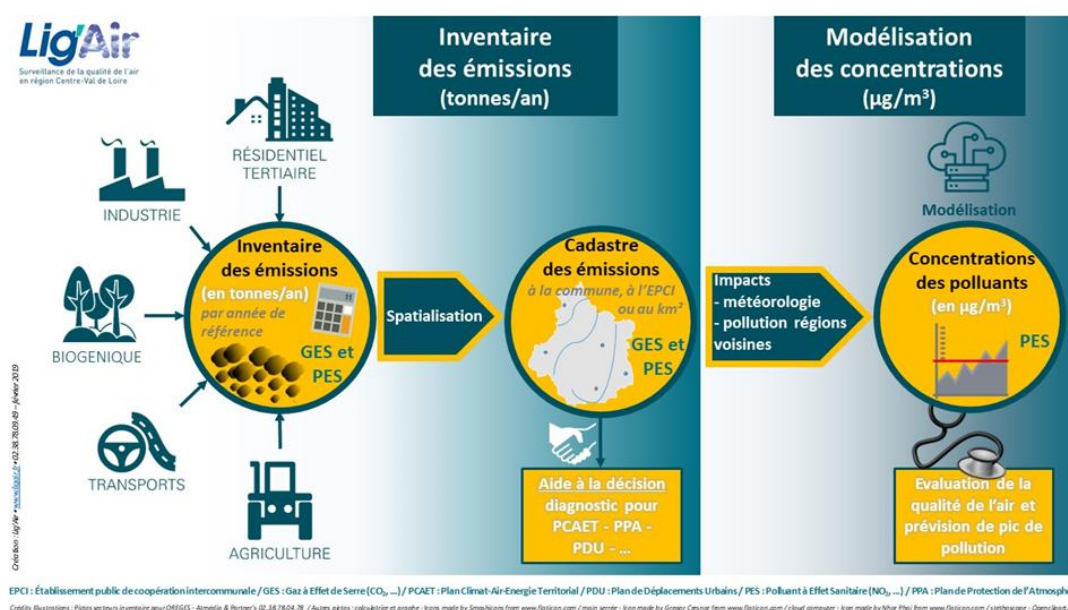


Figure 11 : Prévision'Air – outil de modélisation à haute résolution et interactions cadastre des émissions et modélisations des concentrations

L'outil Prévision'Air fournit des cartographies quotidiennes de prévision de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire régional. Ces cartes sont mises à disposition du public quotidiennement (<https://www.ligair.fr/>) afin d'informer la population en cas d'épisodes de pollution et limiter ainsi l'exposition des personnes sensibles.

Prévision'Air est grandement utilisé comme outil d'aide à la décision dans le choix et l'évaluation des actions à mettre en œuvre pour la réduction de la pollution et l'exposition de la population et des territoires.

2) L'outil PRISME module routier

Pour évaluer les émissions routières dans le cadre de la ZFE de Tours, Lig'Air utilise l'outil PRISME (module routier), logiciel co-construit par les Associations de Surveillance de la Qualité de l'Air.

Le calcul des émissions du transport routier repose principalement sur la méthodologie européenne COPERT (Computer Programme to Estimate Emissions from Road Transport)

basée sur le guide européen EMEP. Cette méthode propose des équations et des facteurs d'émissions pour plus de 400 types de véhicules sur la base de nombreux paramètres (kilométrage parcouru, vitesse de circulation, température ambiante, pente, taux de charge, ...). L'ensemble de ces fonctions de calcul a été intégré dans l'outil PRISME. Les facteurs d'émissions utilisés dans le cadre de cette étude proviennent des versions COPERT (v 5.4.52) et OMINEA v2022. Les sources d'émissions prises en compte pour le secteur des transports routier sont :

- Echappement à chaud (combustion moteur)
- Surémission des moteurs à froid
- Surconsommation associée à la climatisation
- Emission induite par l'huile moteur et l'utilisation d'urée
- Évaporation à l'arrêt, en stationnement et en circulation
- Abrasion et usure des véhicules (plaquettes de freins et pneus)
- Abrasion et usure des routes
- Remise en suspension des particules déposées sur la chaussée.

La remise en suspension des particules déposées sur la chaussée n'apparaît pas dans les bilans d'émissions présentés dans ce document (par convention, afin d'éviter tout double compte). En revanche, cette source de particules est prise en compte dans les modélisations des concentrations.

Annexe 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions

Qu'est-ce qu'un inventaire des émissions ?

La pollution atmosphérique est une résultante de l'ensemble des sources émettrices qu'elles soient naturelles ou anthropiques.

L'inventaire des émissions consiste à quantifier les rejets de chaque source ou secteur d'activité.

Tous les secteurs n'émettent pas les mêmes polluants ni les mêmes quantités. L'inventaire des émissions implique donc un découpage en secteurs des activités humaines et naturelles.

Des méthodologies sont développées en fonction du secteur émetteur et de la nature des données primaires pour mieux approcher les émissions de chaque secteur. D'une façon générale et quelle que soit la source émettrice étudiée, le calcul d'émissions consiste à croiser une information de base détaillée (information statistique permettant d'évaluer l'activité de la source étudiée) avec des facteurs d'émission unitaire qui dépendent de l'activité émettrice et du polluant considéré.

L'information statistique de base peut désigner par exemple la consommation énergétique par type de combustible, le nombre de salariés dans une industrie, le nombre de lits par établissement sanitaire, la surface et l'activité agricole de la zone étudiée...

$$E_{p,a,t} = Q_{a,t} \times F_{p,a}$$

E : émission relative du polluant "**p**" à l'activité "**a**" pendant le temps "**t**" (généralement une année)

Q : quantité d'activité (information statistique) relative à l'activité "**a**" pendant le temps "**t**"

F : facteur d'émission relatif au polluant "**p**" à l'activité "**a**"

La quantité émise d'un polluant sur un territoire donné, est la somme des émissions relatives à ce polluant, engendré par toutes les sources présentes dans la zone d'étude.

$E_{p,t}$: émission totale du polluant " p " pendant le temps t

n : nombre d'activités émettrices prises en compte.

Les résultats qui en découlent sont des évaluations statistiques et non des valeurs absolues. Ils peuvent varier d'une année à l'autre en fonction des facteurs climatiques et sociaux économiques.

Les inventaires des émissions peuvent être utilisés comme une donnée d'entrée pour la modélisation et prévision de la qualité de l'air (voir l'indice de la qualité de l'air relatif à l'ozone par commune ou les cartographies régionale de l'ozone et du dioxyde d'azote).

Annexe 3 : Méthodologie pour le calcul d'exposition de la population

La méthodologie est basée sur un couplage de la modélisation urbaine à haute résolution et de la base de population MAJIC.

Pour le calcul des personnes exposées au dépassement de la valeur limite, nous utilisons une grille dont les mailles font 20 m de côté. Les valeurs associées à chaque maille de cette grille sont issues des données de modélisation urbaine PREVISION'AIR pour les deux années 2023 et 2030.

En utilisant la base de données de population MAJIC, une estimation de la population exposée est calculée sur chaque bâtiment inclus dans les mailles de 20 m dont la concentration moyenne annuelle dépasse strictement la valeur limite (concentration des mailles $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la valeur réglementaire actuelle concernant le NO_2 par exemple).

Annexe 4 : Cartographies de la qualité de l'air au regard des valeurs limites actuelles et ceux préconisés par l'OMS selon le scénario « 2030 tendanciel »

Dioxyde d'azote (NO₂) (valeur limite actuelle) :

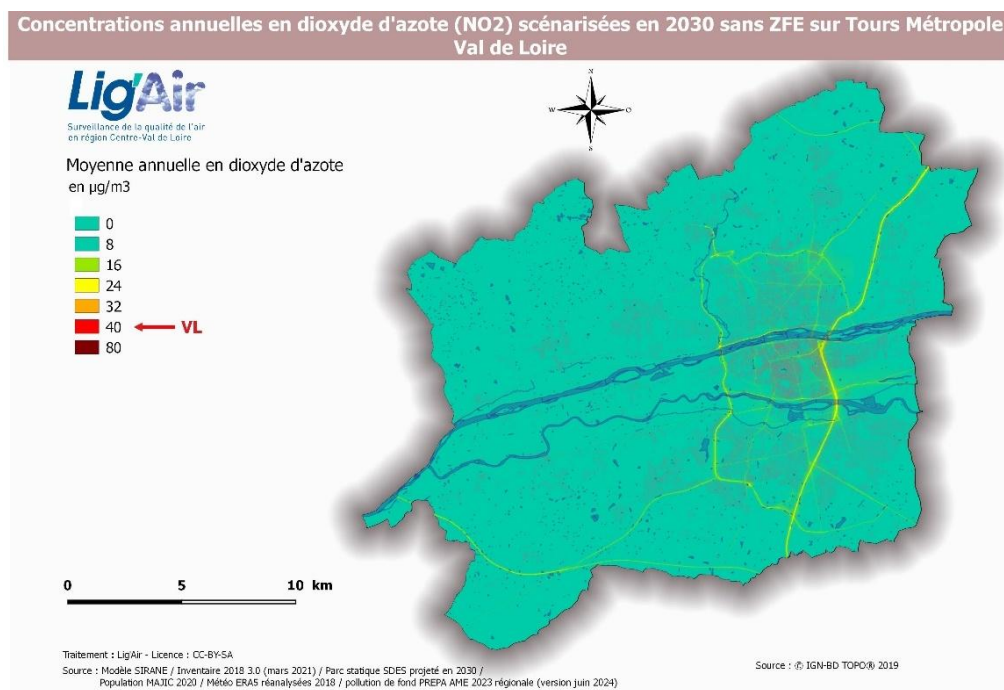


Figure 12 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle

Dioxyde d'azote (NO₂) (valeur préconisée par l'OMS) :

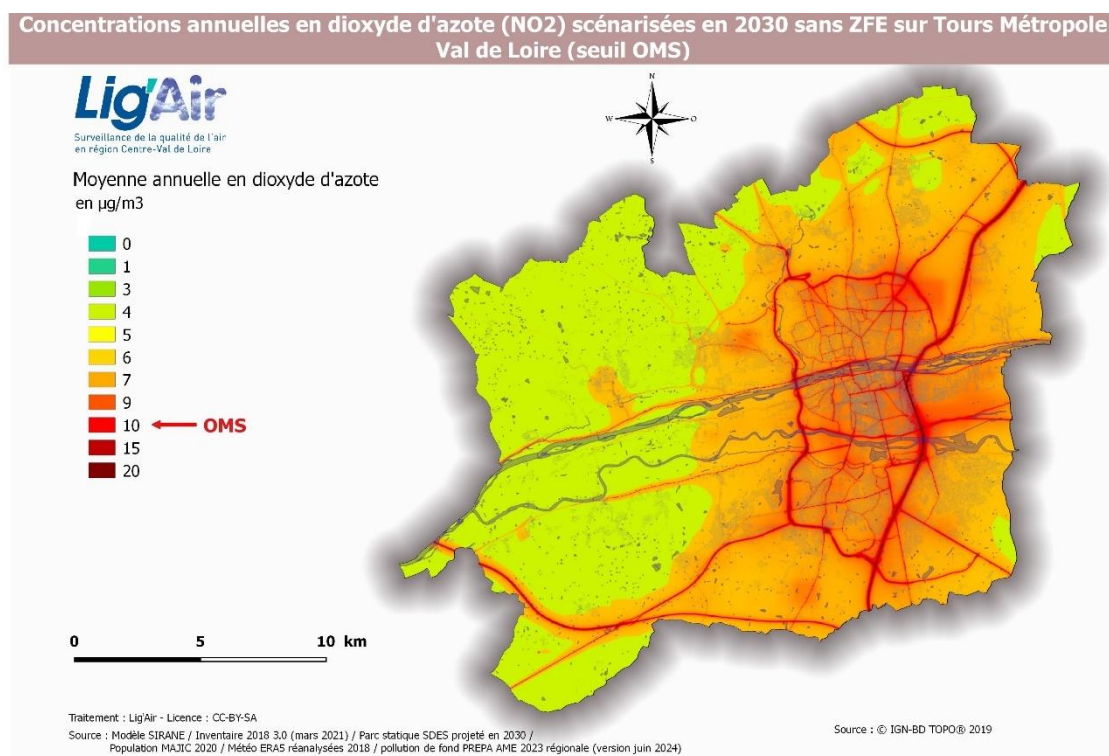


Figure 13 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Particules en suspension (PM₁₀) (valeur limite actuelle) :

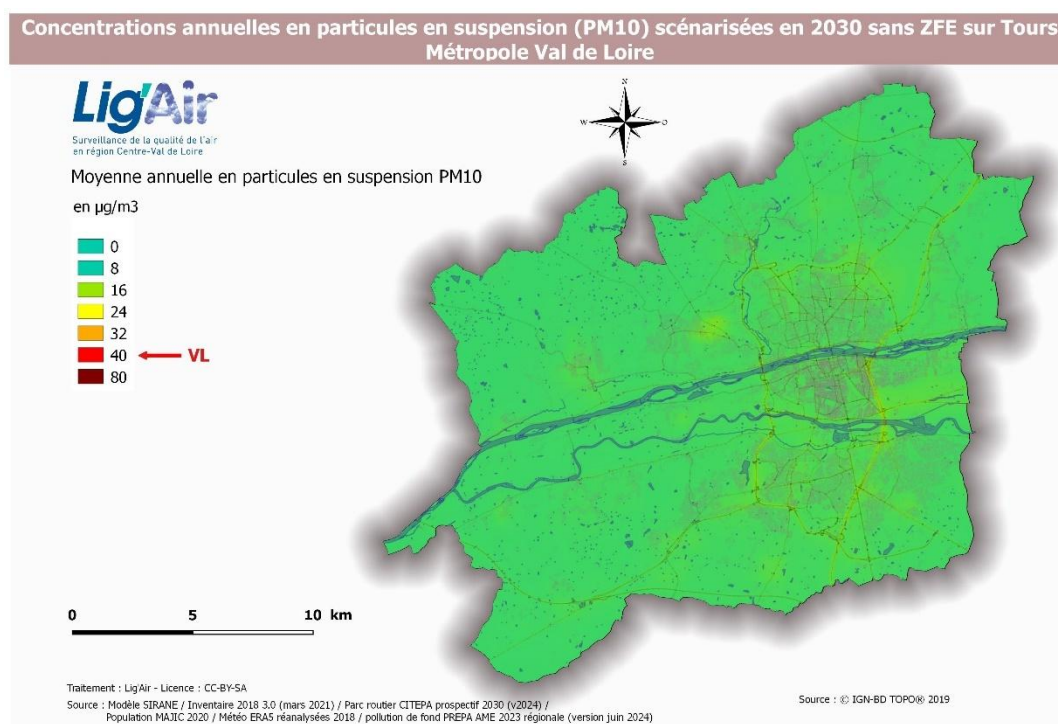


Figure 14 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle

Particules en suspension (PM₁₀) (valeur préconisée par l'OMS) :

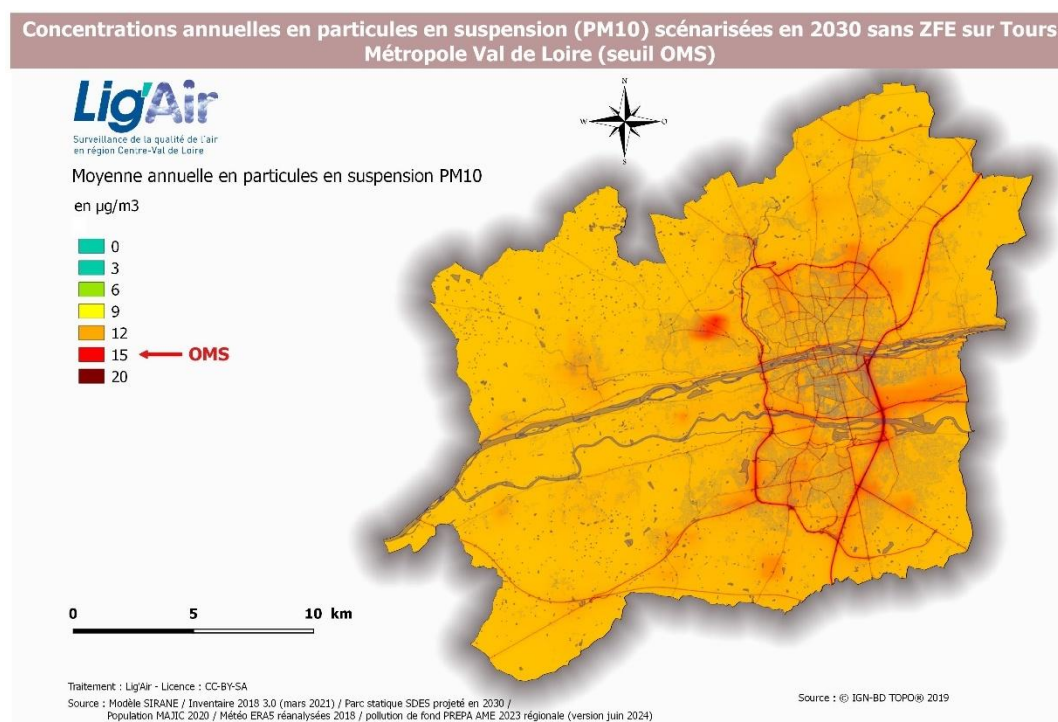


Figure 15 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Particules en suspension (PM_{2,5}) (valeur limite actuelle) :

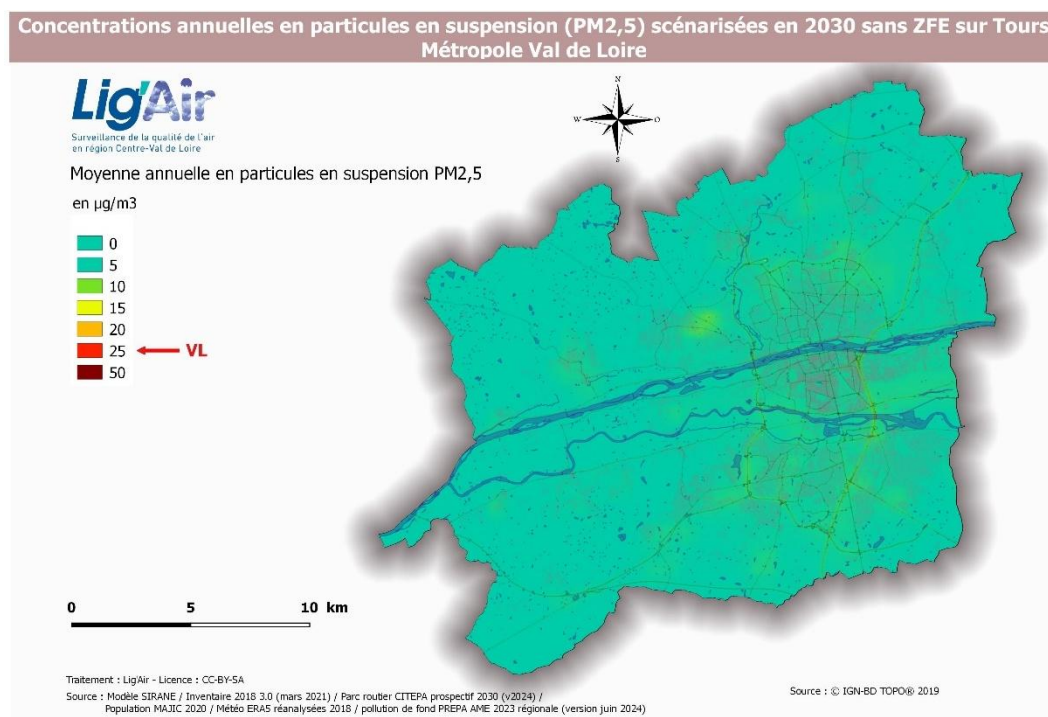


Figure 16 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM_{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur limite actuelle

Particules en suspension (PM_{2,5}) (valeur préconisée par l'OMS) :

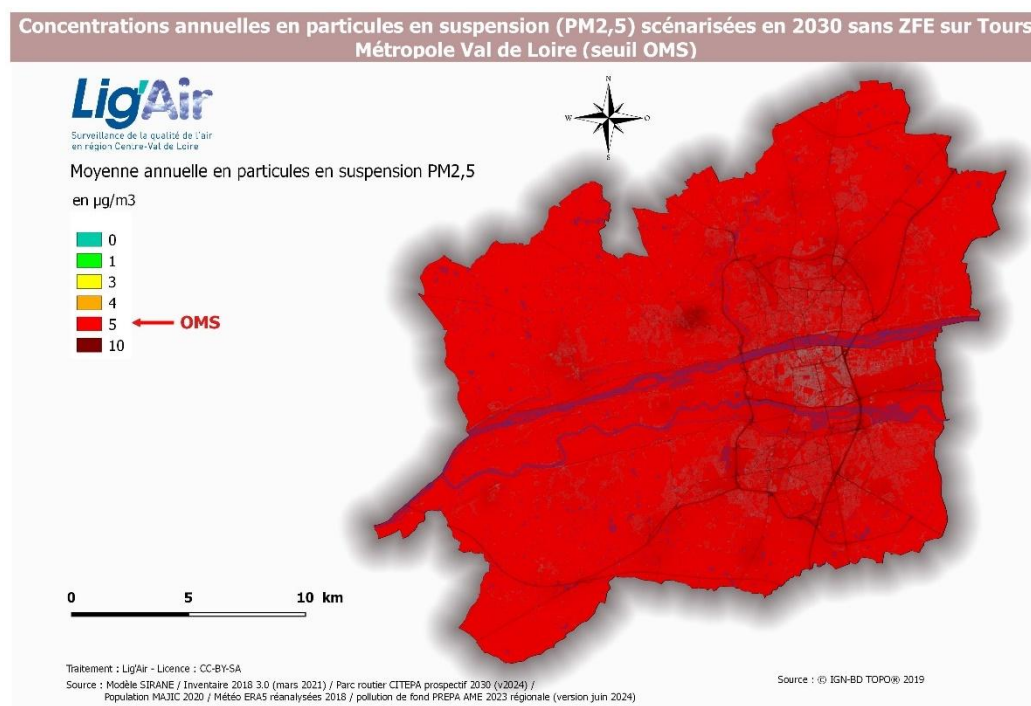


Figure 17 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM_{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Annexe 5 : Cartographies de la qualité de l'air au regard des valeurs limites actuelles et ceux préconisés par l'OMS selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE »

Dioxyde d'azote (NO₂) (valeur limite actuelle) :

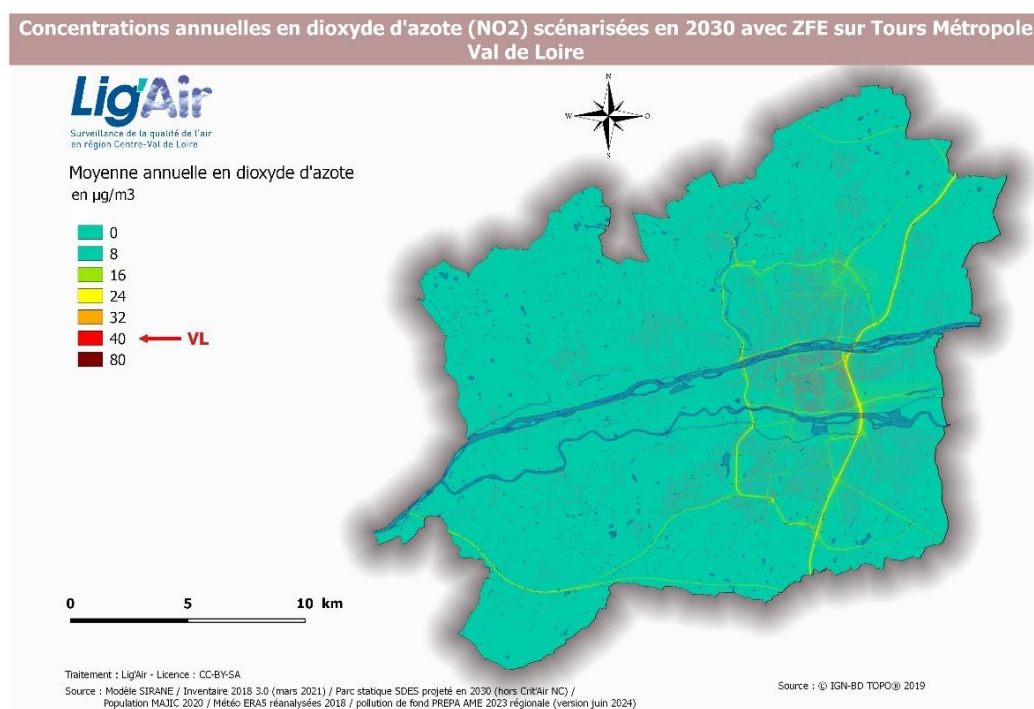


Figure 18 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle

Dioxyde d'azote (NO₂) (valeur préconisée par l'OMS) :

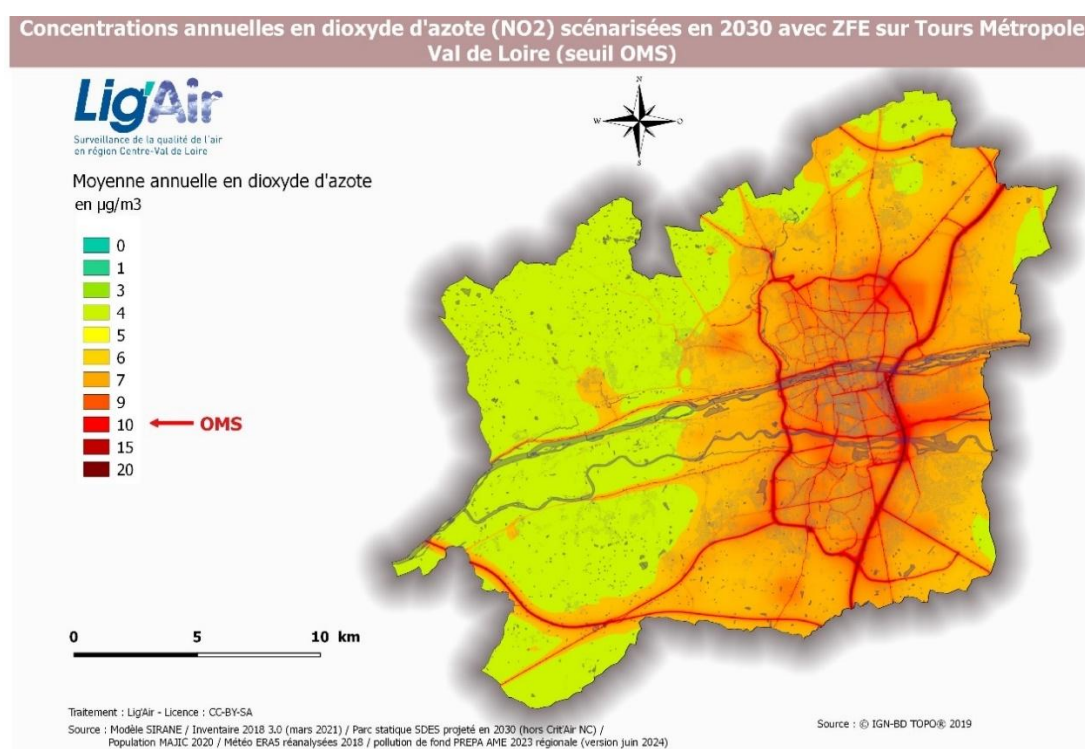


Figure 19 : Concentrations annuelles en dioxyde d'azote selon le scénario « 2030 tendanciel ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Particules en suspension (PM₁₀) (valeur limite actuelle) :

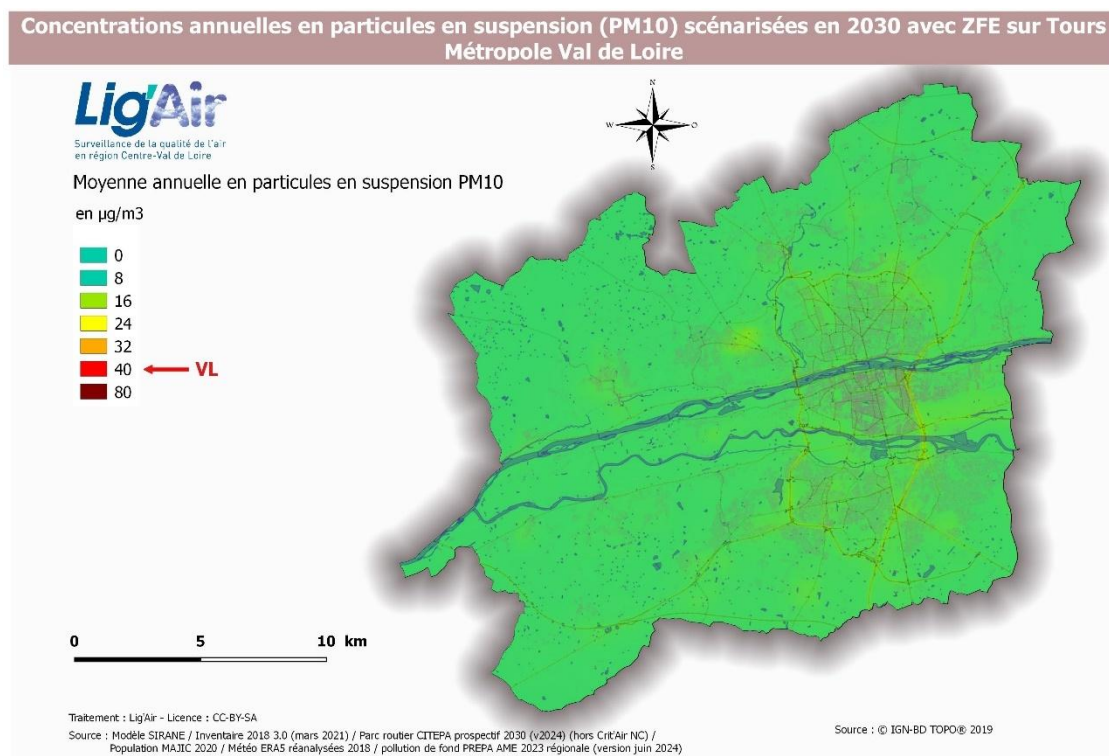


Figure 20 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle

Particules en suspension (PM₁₀) (valeur préconisée par l'OMS) :

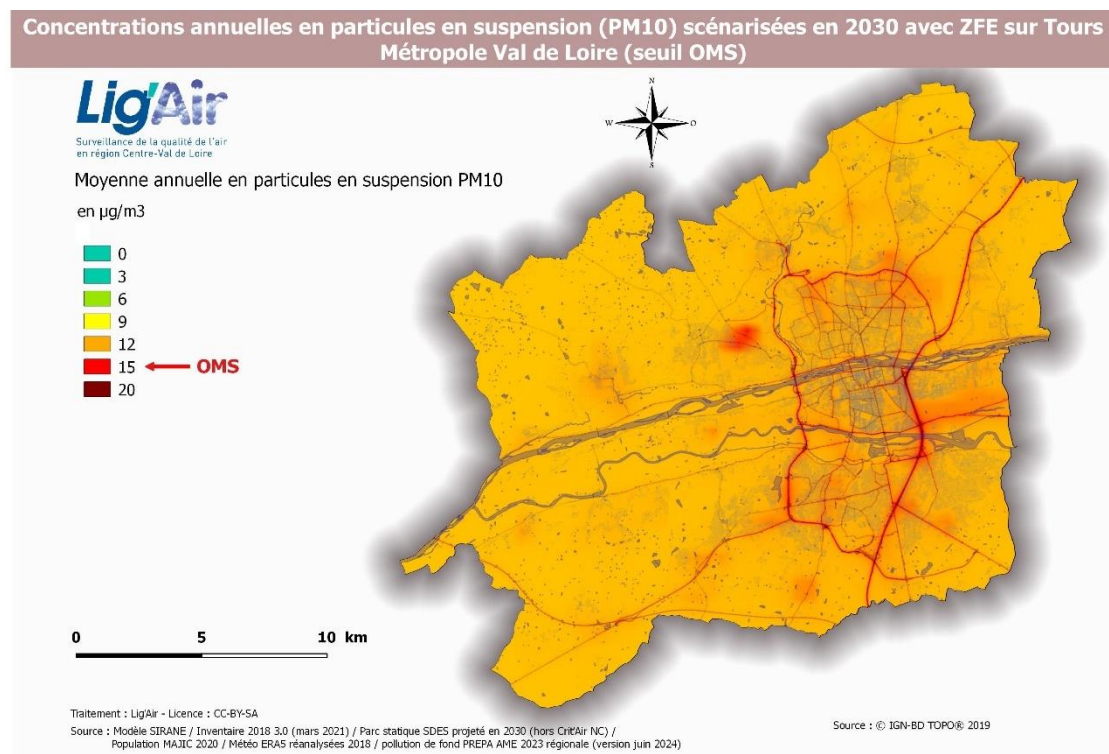


Figure 21 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM₁₀ selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Particules en suspension (PM_{2,5}) (valeur limite actuelle) :

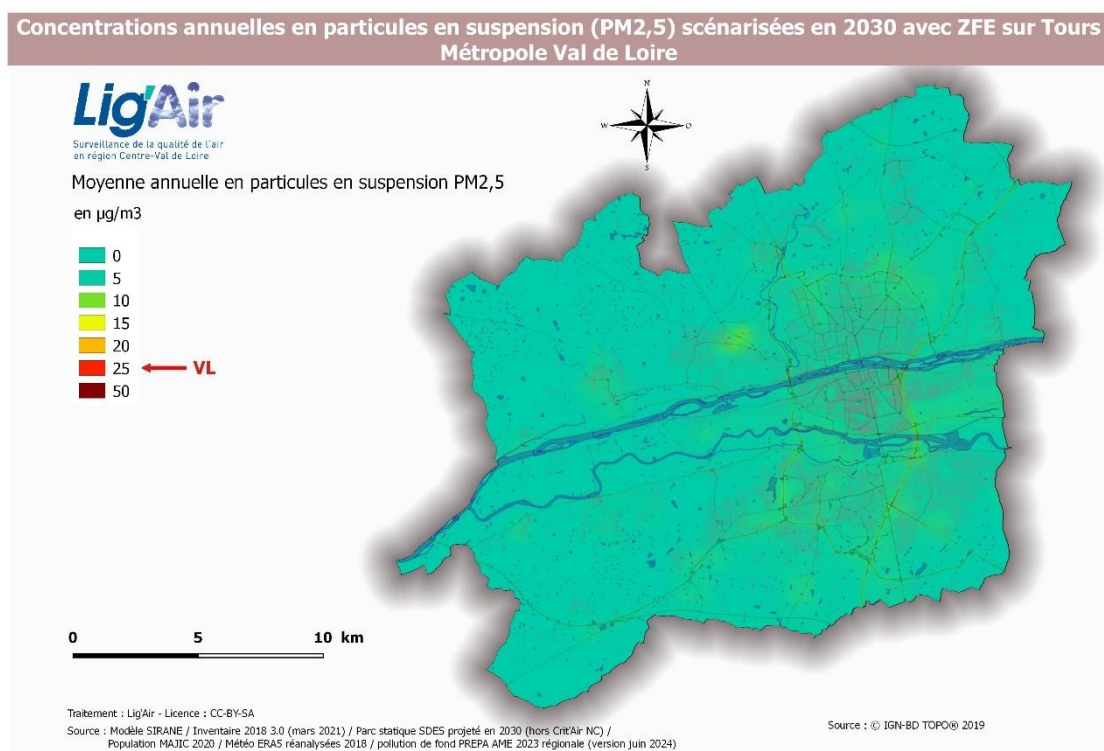


Figure 22 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM_{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur limite actuelle

Particules en suspension (PM_{2,5}) (valeur préconisée par l'OMS) :

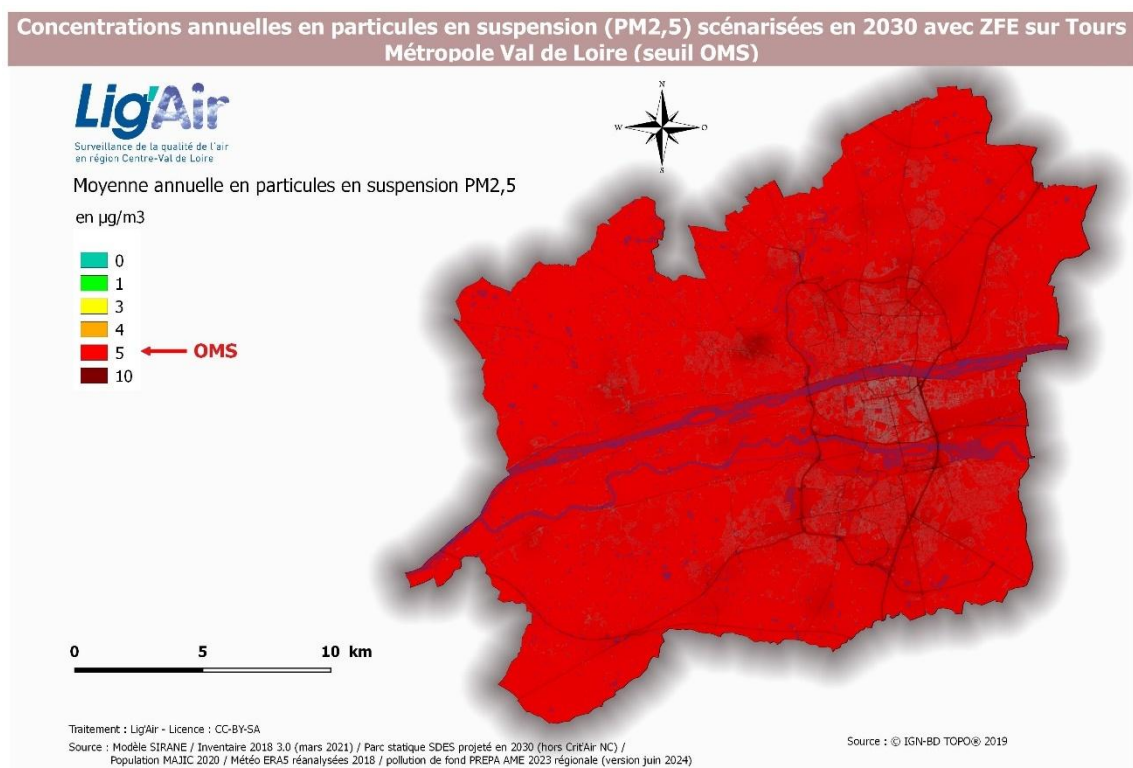


Figure 23 : Concentrations annuelles en particules en suspension PM_{2,5} selon le scénario « 2030 tendanciel + ZFE » au regard de la valeur préconisée par l'OMS

Annexe 6 : Cartes de différence de concentration entre le scénario « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + ZFE »

Dioxyde d'azote (NO₂) :

Les baisses de concentrations en NO₂ sont très faibles et principalement localisées au niveau des axes routiers variant de 0,004 (en situation de fond urbain) à 0,2 µg/m³ (au niveau des Quais de Saint-Cyr et de la Loire et du Blvd Churchill).

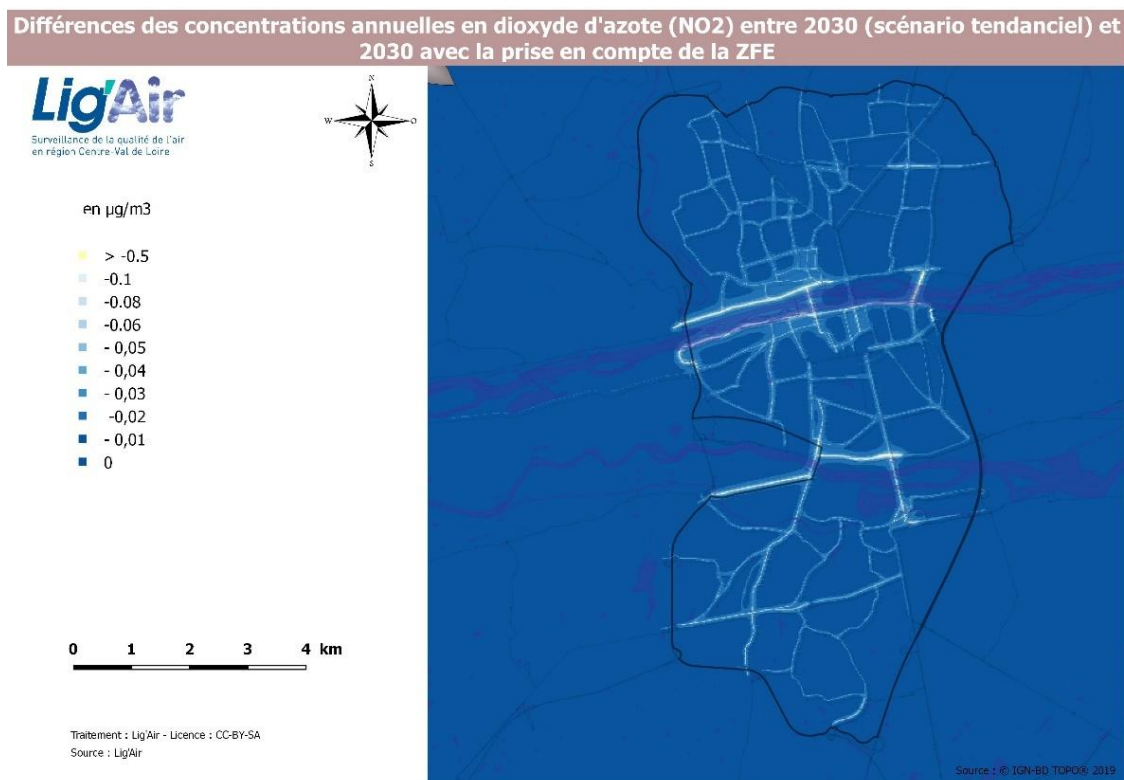


Figure 24 : Cartes de différences des concentrations annuelles en NO₂ entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE

Particules en suspension (PM₁₀) :

Les baisses de concentrations en PM₁₀ sont très faibles et principalement localisées au niveau des axes routiers allant de 0,004 (en situation de fond urbain) à 0,07 µg/m³ (au niveau des Quais de Saint-Cyr et de la Loire).

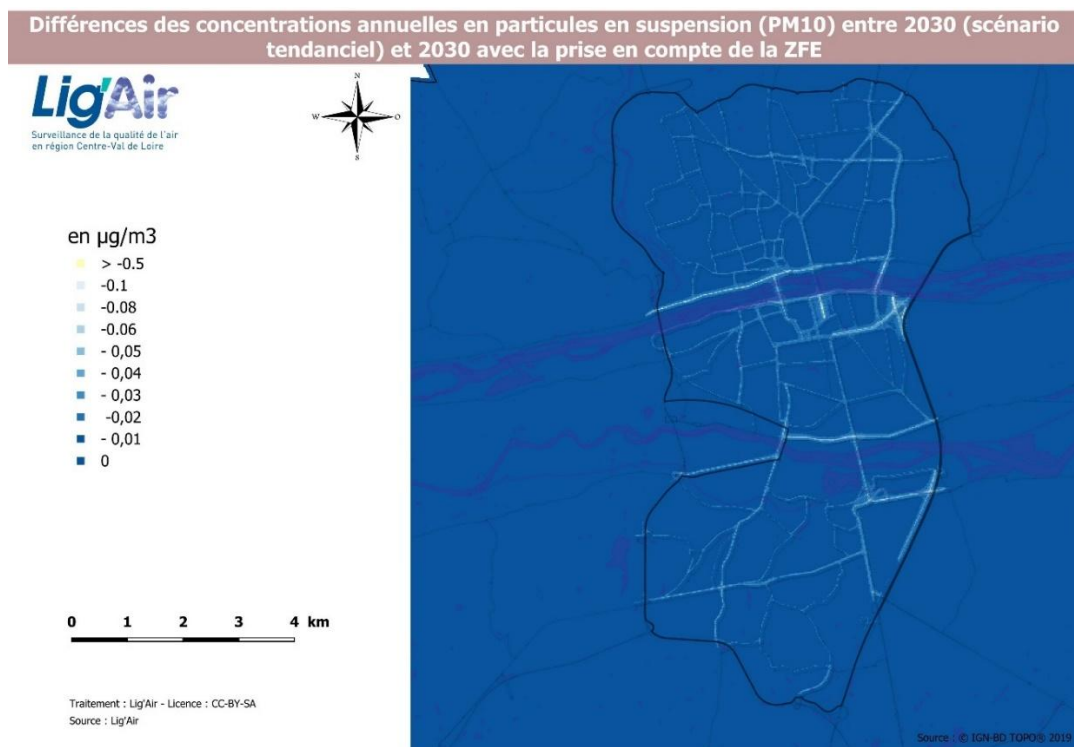


Figure 25 : Cartes de différences des concentrations annuelles en PM₁₀ entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE

Particules en suspension (PM_{2,5}) :

Les baisses de concentrations en PM_{2,5} sont très faibles et principalement localisées au niveau des axes routiers allant de 0,003 à 0,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (au niveau des Quais de Saint-Cyr).

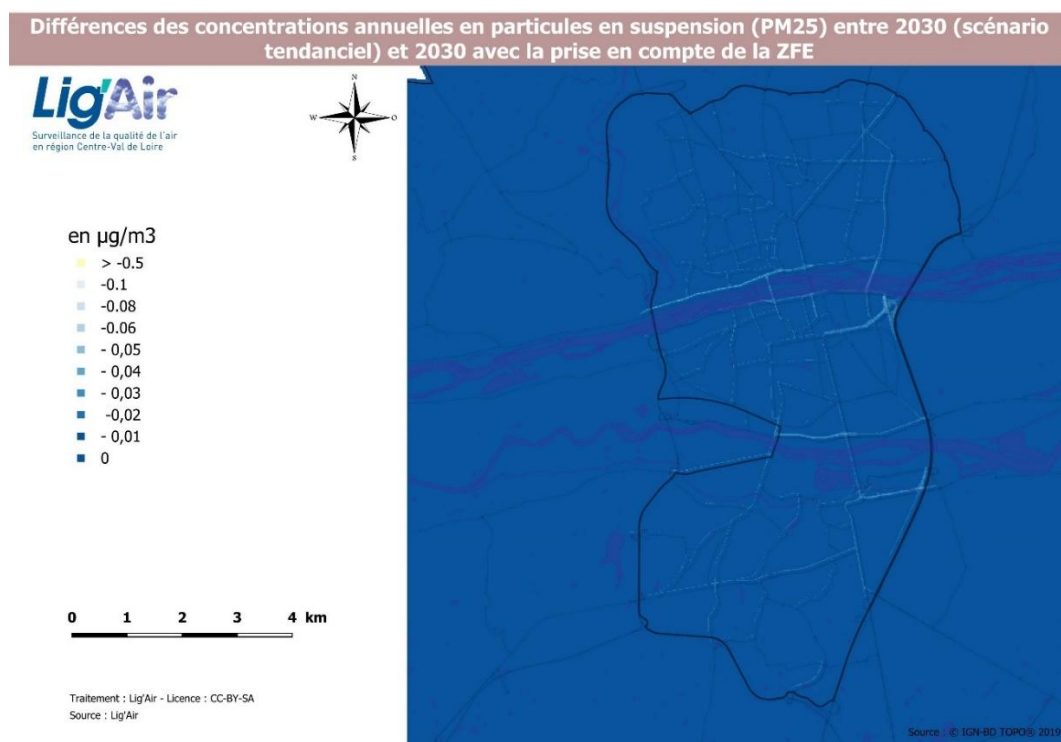


Figure 26 : Cartes de différences des concentrations annuelles en PM_{2,5} entre 2030 (scénario tendanciel) et 2030 avec la prise en compte de la ZFE

Annexe 7 : Impact de la ZFE sur les émissions de gaz à effet de serre (GES)

La **figure 27** présente l'évolution des émissions de GES issues du transport routier entre 2023 et 2030 avec et sans ZFE à l'échelle de Tours Métropole.

La comparaison montre une légère baisse des émissions de GES entre l'année de référence 2023 et le scénario « tendanciel 2030 » passant de 405 613 teqCO_2 à 385 265 teqCO_2 (soit une baisse de 5% environ). L'impact de la ZFE (scénario 2030 tendanciel + ZFE) est très limité sur la diminution des émissions de GES par rapport au scénario tendanciel avec une baisse seulement de 0,5%.

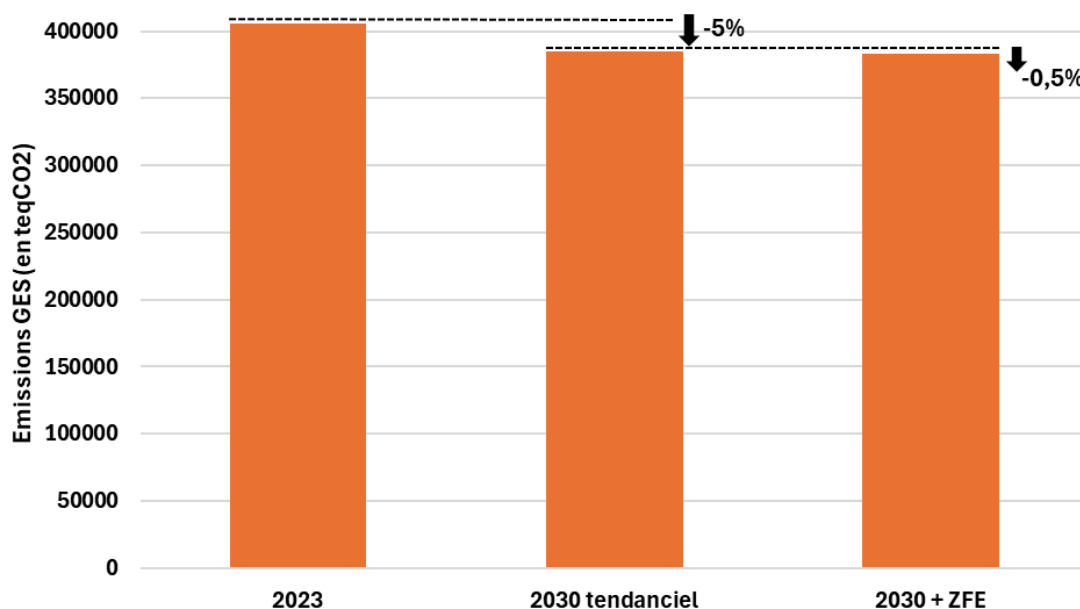


Figure 27 : Evolution des émissions de GES du transport routier entre les scénarios « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel 2030 + ZFE » avec gains d'émissions attendus