

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	5
TABLE DES TABLEAUX.....	7
GLOSSAIRE.....	8
I. Introduction	9
II. Evaluation des outils et des méthodes d'évaluation.....	11
III. Etat de la qualité de l'air sur le territoire du PPA de l'agglomération Orléanaise	12
A. Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air	12
a) Le réseau métrologique orléanais : stations de mesures fixes	12
b) Outils numériques : cadastre des émissions et plates-formes de modélisation	13
B. Etat des lieux de la qualité de l'air, responsabilité et leviers d'actions	15
a) Dioxyde d'azote : valeur limite (en moyenne annuelle) dépassée en site de proximité trafic	16
1- Résultats issus du réseau de surveillance	16
2- Résultats issus de la modélisation	16
3- Résultats issus de l'inventaire des émissions	18
b) Les particules en suspension (PM ₁₀ et PM _{2,5}) : valeurs limites annuelles respectées	19
1- Résultats issus du réseau de surveillance	19
2- Résultats issus de la modélisation	20
3- Résultats issus de l'inventaire des émissions	22
c) L'ozone (O ₃) : Enjeux et leviers d'actions	23
d) Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	24
C. Conclusion : enjeux et leviers d'actions	25
IV. Evaluation prospective de la qualité de l'air à l'horizon 2030 sur la zone du PPA d'Orléans	26
A. Objectifs du PPA	26
a) Les objectifs du point de vue des émissions	26
b) Les objectifs du point de vue des concentrations et exposition de la population	27
c) Outils et méthodologies	28
1- Méthodologie et processus d'évaluation.....	28
2- Outils d'évaluation et hypothèses.....	28
B. Résultats et effets attendus par le scénario « 2030 tendanciel »	30
a) Les effets attendus sur les émissions	30
1- Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote.....	31
2- Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM ₁₀	31
3- Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM _{2,5}	32
4- Effets attendus sur les émissions des COVNM.....	33
5- Bilan et situation par rapport au premier objectif : Réduction des émissions	33
b) Les effets attendus sur la qualité de l'air et l'exposition de la population	34

1- Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance .	34	
2- Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans	35	
3- Bilan et situation par rapport au second objectif : Respect de la directive 2008/50/CE		38
C. Conclusion		38
V. Actions locales prises au titre du PPA.....	39	
A. Descriptif des actions	39	
B. Respect des objectifs du plafond d'émissions	40	
a) Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote	40	
b) Effets attendus sur les émissions des particules en suspensions PM ₁₀	40	
c) Effets attendus sur les émissions des particules en suspensions PM _{2,5}	41	
d) Effets attendus sur les émissions des COVNM	42	
e) Respect des objectifs sur la qualité de l'air vis-à-vis de la réglementation	42	
1- Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance .	42	
2- Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans	43	
f) Respect des objectifs sur la qualité de l'air vis-à-vis des seuils OMS	46	
VI. Conclusion générale	49	
VII.ANNEXES	51	
Annexe 1 : Tableau des normes pour la pollution de l'air	51	
a) Les seuils réglementaires de la qualité de l'air	51	
b) Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution	53	
Annexe 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions	54	
Qu'est-ce qu'un inventaire des émissions ?	54	
Annexe 3 : Bilan des polluants ne présentant aucun dépassement	55	
a) Dioxyde de soufre (SO ₂)	55	
b) Monoxyde de carbone (CO)	55	
c) Métaux lourds	55	
d) Le Benzo(a)Pyrène B(a)P	56	
e) Le benzène	56	
Annexe 4 : Méthodologie pour le calcul d'exposition de la population	57	
Annexe 5 : Détail de l'inventaire des émissions 2019	58	
a) Détail des émissions annuelles 2019 par polluants sur la zone PPA	58	
b) Détail des secteurs émetteurs par polluants sur la zone PPA en 2019	58	
1- Les oxydes d'azote.....	58	
2- Les particules en suspension PM ₁₀	59	
3- Les particules en suspension PM _{2,5}	59	
4- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).....	59	
Annexe 6 : Validation de la plate-forme PREVISIONAIR	60	
Annexe 7 : Détail de l'inventaire des émissions « 2030 tendanciel »	62	
c) Détail des émissions annuelles du scénario « 2030 tendanciel » par polluants sur la zone PPA	62	
d) Détail des secteurs émetteurs par polluants sur la zone PPA avec le scénario « 2030 tendanciel »	63	
1- Les oxydes d'azote.....	63	
2- Les particules en suspension PM ₁₀	63	
3- Les particules en suspension PM _{2,5}	64	
4- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM).....	64	

TABLE DES FIGURES

Figure 1 : Cartographie du réseau de mesures – Sources : Open street Map / Lig'Air	13
Figure 2 : Prévision'Air – outil de modélisation à haute résolution et interactions cadastre des émissions et modélisations des concentrations.....	14
Figure 3 : Evolution de la valeur limite et des concentrations moyennes annuelles en NO ₂ sur les sites urbains de fond et trafic de l'agglomération orléanaise.....	16
Figure 4 : Cartographie des concentrations annuelles en NO ₂ sur le périmètre PPA pour l'année 2019	17
Figure 5 : Estimation des bâtiments sensibles en zone de risque de dépassement	18
Figure 6 : Répartition sectorielle des émissions de NO _x sur le périmètre PPA en 2019.....	18
Figure 7 : Evolution des émissions de NO _x entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA	19
Figure 8 : Evolution des concentrations moyenne annuelle en PM ₁₀ sur les sites urbains de fond et trafic sur le territoire du PPA de 2010 à 2021	19
Figure 9 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} sur le site urbain de fond sur le territoire du PPA de 2010 à 2021	20
Figure 10 : Cartographie des concentrations annuelles en PM ₁₀ sur le périmètre PPA pour l'année 2019	21
Figure 11 : Cartographie des concentrations annuelles en PM _{2,5} sur le périmètre PPA pour l'année 2019	21
Figure 12 : Répartition sectorielle des émissions de PM ₁₀ et de PM _{2,5} sur le périmètre PPA en 2019	22
Figure 13 : Evolution des émissions de PM ₁₀ entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA.....	22
Figure 14 : Evolution des émissions de PM _{2,5} entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA	23
Figure 15 : Evolution du nombre de jours enregistrant un dépassement du seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans sur Orléans Métropole	24
Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de COVNM sur le périmètre PPA en 2019	24
Figure 17 : Répartition sectorielle des émissions de COVNM sur le périmètre PPA en 2019	25
Figure 18 : Objectifs du PPA d'Orléans (Photos : Lig'Air)	27
Figure 19 : Représentation schématique de la méthodologie utilisée par Lig'Air pour l'élaboration du PPA (Source Lig'Air).....	28
Figure 20 : Répartitions sectorielles des émissions de NO _x , PM ₁₀ et PM _{2,5} . Inventaire prospectif tendanciel 2030 PPA Orléans.....	30
Figure 21 : Réductions des émissions de NO _x dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans	31
Figure 22 : Réductions des émissions de PM ₁₀ dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans.....	31
Figure 23 : Réductions des émissions de PM _{2,5} dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans.....	32
Figure 24 : Réductions des émissions des COVNM dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans	33
Figure 25 : Concentrations annuelles en PM ₁₀ et en PM _{2,5} aux stations de surveillance Scénario « tendanciel 2030 » PPA d'Orléans	34
Figure 26 : Concentrations annuelles en NO ₂ aux stations de surveillance Scénario « tendanciel 2030 » PPA d'Orléans.....	35
Figure 27 : Cartographie des concentrations annuelles en PM ₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 » Périmètre PPA d'Orléans	36
Figure 28 : Cartographie des concentrations annuelles en PM _{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 » Périmètre PPA d'Orléans.....	36
Figure 29 : Cartographie des concentrations annuelles en NO ₂ suivant le scénario « tendanciel 2030 » Périmètre PPA d'Orléans.....	37
Figure 30 : Différence de concentrations annuelles en NO ₂ entre 2030 et 2019 sur le périmètre PPA	38

Figure 31 : Evolution des émissions de NOx par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur.....	40
Figure 32 : Evolution des émissions de PM ₁₀ par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur.....	40
Figure 33 : Evolution des émissions de PM _{2,5} par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur.....	41
Figure 34 : Evolution des émissions de COVNM par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur.....	42
Figure 35 : Cartographie des concentrations annuelles en PM ₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » - Périmètre PPA d'Orléans.....	43
Figure 36 : Cartographie des concentrations annuelles en PM _{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » - Périmètre PPA d'Orléans.....	44
Figure 37 : Cartographie des concentrations annuelles en NO ₂ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions ».....	45
Figure 38 : Différence de concentrations annuelles en NO ₂ entre le scénario « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + actions » sur le périmètre PPA.....	45
Figure 39 : Cartographie des concentrations annuelles en NO ₂ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans.....	46
Figure 40 : Cartographie des concentrations annuelles en PM ₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans.....	47
Figure 41 : Cartographie des concentrations annuelles en PM _{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans.....	47
Figure 42 : Evolution de la concentration moyenne annuelle du Benzo(a)Pyrène sur l'agglomération d'Orléans.....	56
Figure 43 : Evolution de la concentration moyenne annuelle de benzène sur l'agglomération d'Orléans.....	56
Figure 44 : Contribution des secteurs émetteurs en NOx en 2019 - Source : LIG'AIR.....	58
Figure 45 : Contribution des secteurs émetteurs en PM ₁₀ en 2019 - Source : LIG'AIR.....	59
Figure 46 : Contribution des secteurs émetteurs en PM _{2,5} en 2019 - Source : LIG'AIR.....	59
Figure 47 : Contribution des secteurs émetteurs en COVNM en 2019 - Source : LIG'AIR.....	59
Figure 48 : Contribution des secteurs émetteurs en NOx en 2030 – Scénario « 2030 tendanciel ».....	63
Figure 49 : Contribution des secteurs émetteurs en PM ₁₀ en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel ».....	63
Figure 50 : Contribution des secteurs émetteurs en PM _{2,5} en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel ».....	64
Figure 51 : Contribution des secteurs émetteurs en COVNM en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel ».....	64

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Stations permanentes du réseau de mesure orléanais (année 2021).....	12
Tableau 2 : Bilan global de la qualité de l'air sur l'agglomération Orléanaise de 2010 à 2021	15
Tableau 3 : Objectifs de réduction des émissions anthropiques de polluants atmosphériques pour les années 2020 à 2024, 2025 à 2029, et à partir de 2030	26
Tableau 4 : Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques à atteindre en 2030 par rapport à l'année de référence 2019 et par rapport à l'année 2008.....	27
Tableau 5 : Inventaire prospectif tendanciel 2030 - PPA Orléans (Lig'Air)	30
Tableau 6 : Comparaison des émissions par rapport aux objectifs de réduction fixés à l'horizon 2030	33
Tableau 7 : Objectifs et gains d'émissions des actions prises en compte	39
Tableau 8 : Concentrations annuelles en NO ₂ , PM ₁₀ et PM _{2,5} au niveau des stations de surveillance de Lig'Air.....	43
Tableau 9 : Population exposée calculée par rapport aux seuils OMS (2005 et 2021) pour 2019, pour le scénario « 2030 tendanciel » et pour le scénario « 2030 tendanciel + actions)	48
Tableau 10 : Emissions annuelle 2019 par polluants et par secteurs.....	58
Tableau 11: Critères de validation du modèle (année 2019).....	60
Tableau 12 : Emissions annuelle 2030 par polluants et par secteurs.....	62

GLOSSAIRE

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air

AUAO : Agence d'Urbanisme de l'Agglomération Orléanaise

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzene et Xylènes

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

CERTAM : Centre d'Étude et de Recherche Technologique en Aérothermique et Moteurs

DGEC : Direction Générale de l'Energie et du Climat

GPS : « Global Positioning System », que l'on peut traduire par système de localisation mondiale

HAP : Hydrocarbure Aromatique Polycyclique

INSEE : Institut National de la Statistique et des Études Économiques

INSERM : Institut National de la Santé Et de la Recherche Médicale

LAURE : Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OSUC : Observatoire des Sciences de l'Univers en région Centre-Val de Loire

pDR : Personal DataRam™, instrument de Mesure de la concentration en particules

PM_{2,5}/PM₁₀ : « Particulate Matter », particules en suspension, avec un Diamètre aérodynamique inférieur a, respectivement, 2,5 et 10 µm

PRSE2 : Second Plan Régional Santé Environnement

TAO : Transport en commun de l'Agglomération Orléanaise

ZAG : Zone Agglomération

I. Introduction

La qualité de l'air extérieur 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 tel que la révision des niveaux d'exposition recommandés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), le déploiement d'un plan national bois, ou encore le volet qualité de l'air de la Loi Climat et Résilience (LCR) avec notamment la mise en place de Zones à Faibles Emissions (ZFE).

Cette problématique concerne particulièrement plusieurs zones urbaines françaises, dont l'agglomération orléanaise. En dépit d'une amélioration continue observée depuis une dizaine d'années, la qualité de l'air dans l'agglomération n'est pas encore satisfaisante. Les normes réglementaires (valeur limite en moyenne annuelle) sont encore dépassées en 2019 sur quelques zones spécifiques, essentiellement en zone de proximité automobile, avec une exposition moyenne des citoyens aux oxydes d'azote (NOx) qui doit encore être réduite, dans le but de préserver la santé de tous et en particulier des personnes les plus vulnérables (enfants, personnes âgées, personnes souffrant de pathologies chroniques, etc.).

C'est dans ce contexte que le Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) constitue l'outil réglementaire et opérationnel privilégié pour piloter et coordonner, au niveau local, les politiques d'amélioration de la qualité de l'air. Mis en œuvre par l'État, en partenariat avec les collectivités et l'ensemble des acteurs territoriaux, le PPA déploie un vaste plan d'actions, adaptées au contexte local, visant à réduire les émissions de polluants atmosphériques et ainsi, à diminuer l'exposition de la population.

Concernant l'agglomération orléanaise, le premier PPA a été mis en place le 26 juillet 2006 auquel a succédé une révision du plan en 2014. Conformément à l'article L222-5 du code de l'environnement, le PPA approuvé le 5 août 2014 a fait l'objet d'une évaluation au terme d'une période de cinq ans durant le deuxième semestre 2019. Il en ressort que malgré une bonne évolution de la qualité de l'air sur l'agglomération orléanaise en ce qui concerne les concentrations de polluants, les modélisations conduites par Lig'Air montrent néanmoins :

- que les plafonds d'émission fixés par le Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques ne seront pas atteints pour la période 2010-2020 en ce qui concerne le dioxyde d'azote ;
- qu'un risque de dépassement des valeurs limites perdure en ce qui concerne les concentrations annuelles de dioxyde d'azote dans certaines zones localisées, exposant la santé des personnes occupant certains bâtiments ou établissements sensibles (en nombre limité désormais).

Ainsi, à la suite de ces conclusions, la mise en révision du PPA a été engagée le 17 septembre 2020 par le préfet du Loiret.

Les objectifs du Plan de Protection de l'Atmosphère sont de ramener les concentrations en polluants dans l'atmosphère à un niveau inférieur aux valeurs limites réglementaires et de réduire l'exposition de la population et des territoires à la pollution atmosphérique comme stipulés dans la directive 2008/50/CE. En plus de ces deux premiers objectifs, le PPA doit également contribuer au respect des plafonds d'émissions nationaux suivant la directive NEC 2001/81/CE et suivant le Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques¹ (PREPA).

¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques-reduire-pollution-lair>

Pour atteindre ces objectifs, l'évaluation réalisée porte sur l'horizon prospectif 2030 selon trois principales lignes directrices :

- une évaluation prospective de la situation de la qualité de l'air vis-à-vis des valeurs limites réglementaires (notamment pour le NO₂ et les PM₁₀) ;
- une estimation des réductions d'émissions nécessaires pour respecter les Directives Plafond (NEC) et le PREPA ;
- une évaluation de la population et de la surface de territoire exposés à des dépassements de valeurs limites.

Le présent rapport présente l'état de la qualité de l'air dans le périmètre du PPA depuis l'année 2010 ainsi que les résultats de l'évaluation prospective en 2030 des objectifs du PPA d'Orléans. Il contient les principaux éléments qui ont aidé les différents groupes de travail à orienter leurs prises de décision sur le choix des actions locales qu'il faut prendre au titre du PPA pour garantir le respect de la réglementation.

II. Evaluation des outils et des méthodes d'évaluation

Une nouvelle méthodologie sur la spatialisation de la population en 2015

Avant 2015, aucune méthodologie harmonisée au niveau national décrivant la mise en œuvre des cartes d'exposition n'avait été préconisée. Lig'Air avait ainsi mis en place sa propre méthodologie basée sur un couplage de la modélisation urbaine à haute résolution, des informations issues de la BD Topo et de la base de population INSEE.

Il avait été indiqué dans les études précédentes que l'ensemble des calculs pourraient être mis à jour dès l'apparition d'une méthodologie nationale harmonisée.

A partir des travaux réalisés par le Laboratoire Central de la Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA), une première méthodologie nationale harmonisée de spatialisation de la population appelée méthodologie MAJIC a été mise en place en 2015². Les données de population spatialisées selon la méthodologie MAJIC ont ainsi pu être fournies aux différentes Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), dont Lig'Air fait partie, sur leur région respective. Les données résultantes correspondent au nombre d'habitants par bâtiment de type habitation (maison ou appartement).

Une nouvelle méthodologie pour la réalisation des cartographies à partir des données de modélisation urbaine et du calcul de la population exposée en 2017

Avant 2017, aucune recommandation n'existait au niveau national pour la réalisation des cartographies et du calcul de la population exposée. Lig'Air avait ainsi mis en place sa propre méthodologie pour la réalisation de ces cartographies et la localisation de la population exposée.

En mai 2017, une note de synthèse méthodologique du LCSQA sur l'estimation des populations exposées a été diffusée. Ce document fait référence à un rapport d'évaluation³ réalisé également par le LCSQA en 2014 dont l'étude avait été menée en étroite collaboration avec certaines AASQA dont Lig'Air, qui avait fortement contribué en réalisant des tests de modélisation et de scénarisation afin d'alimenter les réflexions sur cette évolution méthodologique. Celle-ci peut être appliquée pour les outils de modélisation proposant des grilles de sortie moins fines nécessitant un post-traitement avec une interpolation.

Depuis 2017, Lig'Air a pu se doter de puissants serveurs de calculs offrant une forte amélioration dans la qualité et la précision des résultats issus d'une modélisation. Ceci a permis de diminuer fortement la résolution passant de 50m à 20m en grille régulière. Ainsi, une estimation des concentrations tous les 20m est aujourd'hui possible sans l'application d'une interpolation pouvant induire des différences non négligeables dans l'estimation de la population exposée⁴.

Une amélioration sur les données de trafic routier en 2018

En plus de l'apparition de ces nouvelles méthodologies, une amélioration sur la qualité des données de trafic routier (Trafic Moyen Journalier Annuel) a pu être entreprise. Suite à une collaboration avec Orléans Métropole Val de Loire dans la conception d'une base de données de trafic routier que Lig'Air a réalisée, des données plus fines et plus complètes sur les comptages routiers à l'échelle de la métropole ont pu être obtenues. Ceci a contribué

² Note technique, Fourniture et validation des données de population spatialisées selon la méthodologie nationale MAJIC, LCSQA, 2015

³ Estimation des populations exposées aux dépassements de seuils réglementaires – Echelle urbaine, LCSQA, Décembre 2014

grandement à l'amélioration du calcul des émissions routières qui ont pu ensuite être prises en compte dans l'évaluation de la qualité de l'air par modélisation sur la métropole.

Conséquences et impacts de ces changements méthodologiques

L'application de ces nouvelles méthodologies par Lig'Air induit par conséquent des différences importantes sur les indicateurs de dépassements (nombre d'habitants exposés, surfaces exposées et axes linéaires exposés, qualité cartographique, ...) par rapport à ceux calculés précédemment⁴. Afin d'avoir une information sur les réelles évolutions sans cet impact méthodologique, ces indicateurs ont été recalculés avec les méthodologies et les recommandations les plus récentes.

III. Etat de la qualité de l'air sur le territoire du PPA de l'agglomération Orléanaise

A. Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air dans le périmètre du PPA de l'agglomération Orléanaise, comme ailleurs en région Centre-Val de Loire, est basée sur un réseau métrologique composé de stations de mesures ainsi que sur des outils numériques constitués de plates-formes de modélisations et de cadastre des émissions. L'ensemble de ces outils complémentaires permet le suivi des différents polluants ainsi que l'évaluation de l'exposition des territoires et des populations à la pollution atmosphérique dans le cadre de la directive européenne 2008/50/CE (**annexe 1**).

a) Le réseau métrologique orléanais : stations de mesures fixes

Sur le périmètre du PPA, le réseau de mesure est constitué de quatre stations permanentes représentatives des différents types d'exposition (fond urbain, fond périurbain et proximité trafic). Le **tableau 1** donne la typologie de chaque station ainsi que les polluants qui lui sont associés. La **figure 1** donne la localisation des sites de mesures.

Nom	Typologie	Polluants mesurés
Marigny	Périurbaine	Ozone
Saint-Jean	Urbaine de fond	Oxydes d'azote, particules en suspension (PM ₁₀ et PM _{2,5}), Benzène, HAP
La Source-CNRS	Urbaine de fond	Ozone, oxydes d'azote, particules en suspension (PM ₁₀ et PM _{2,5})
Gambetta	Trafic	Oxydes d'azote, particules en suspension (PM ₁₀)

Tableau 1 : Stations permanentes du réseau de mesure orléanais (année 2021)

⁴ PPA Orléans : Evaluation prospective 2015, Lig'Air, août 2013

PPA Orléans : Etat des lieux, Lig'Air, version du 31 juillet 2015

PPA Orléans : Etat des lieux 2010, Lig'Air, version 2016

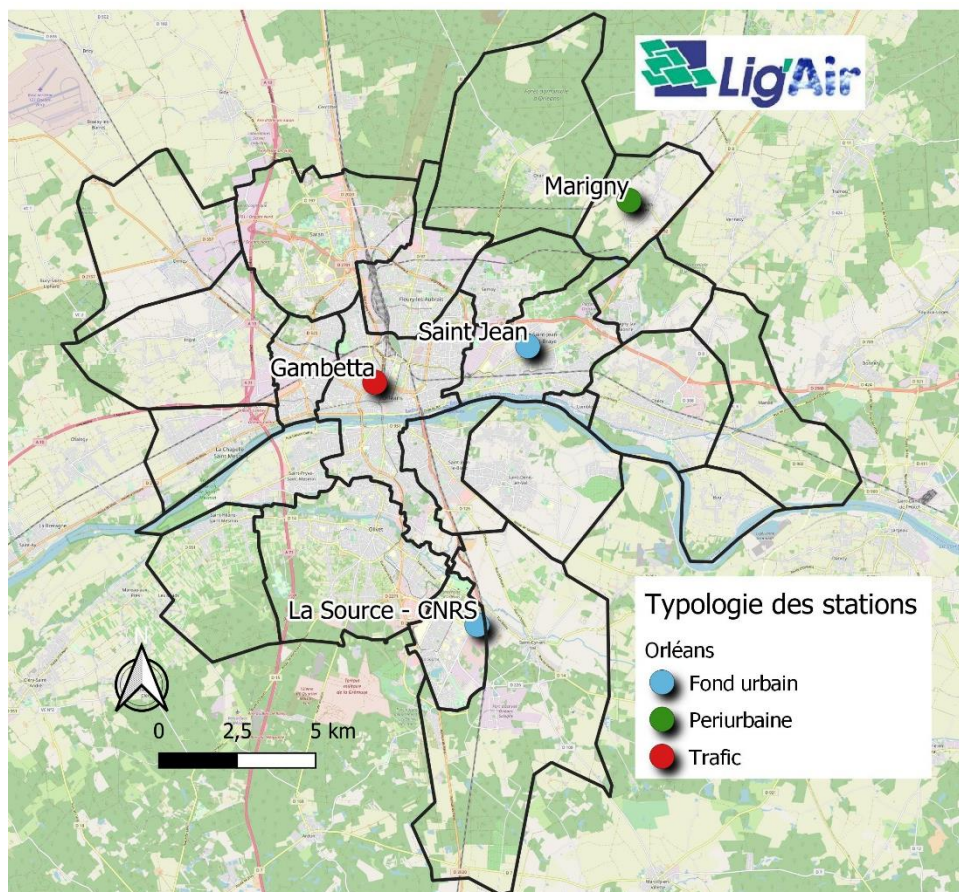


Figure 1 : Cartographie du réseau de mesures – Sources : Open street Map / Lig'Air

Les résultats issus du réseau de mesures sont disponibles et consultables sur le site internet de Lig'Air à l'adresse : <https://www.ligair.fr>.

b) Outils numériques : cadastre des émissions et plates-formes de modélisation

En plus du réseau de mesures, pour sa mission de surveillance, 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 zone du PPA d'Orléans 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.

Il s'appuie aussi sur l'exploitation des sorties des modèles issues des plates-formes nationale « PREV'AIR » (<http://www.prevoir.org/>) et interrégionale « ESMERALDA » (<http://www.esmeralda-web.fr/>) couvrant l'ensemble de la région Centre-Val de Loire et destinées à la prévision des épisodes de pollution, en particulier, à l'ozone et aux particules en suspension PM₁₀. Plus spécifiquement sur l'agglomération d'Orléans, Lig'Air dispose d'un modèle « Prévision'Air » à haute résolution spatiale (20 m) permettant de décrire la qualité de l'air à l'échelle de la rue (**figure 2**).

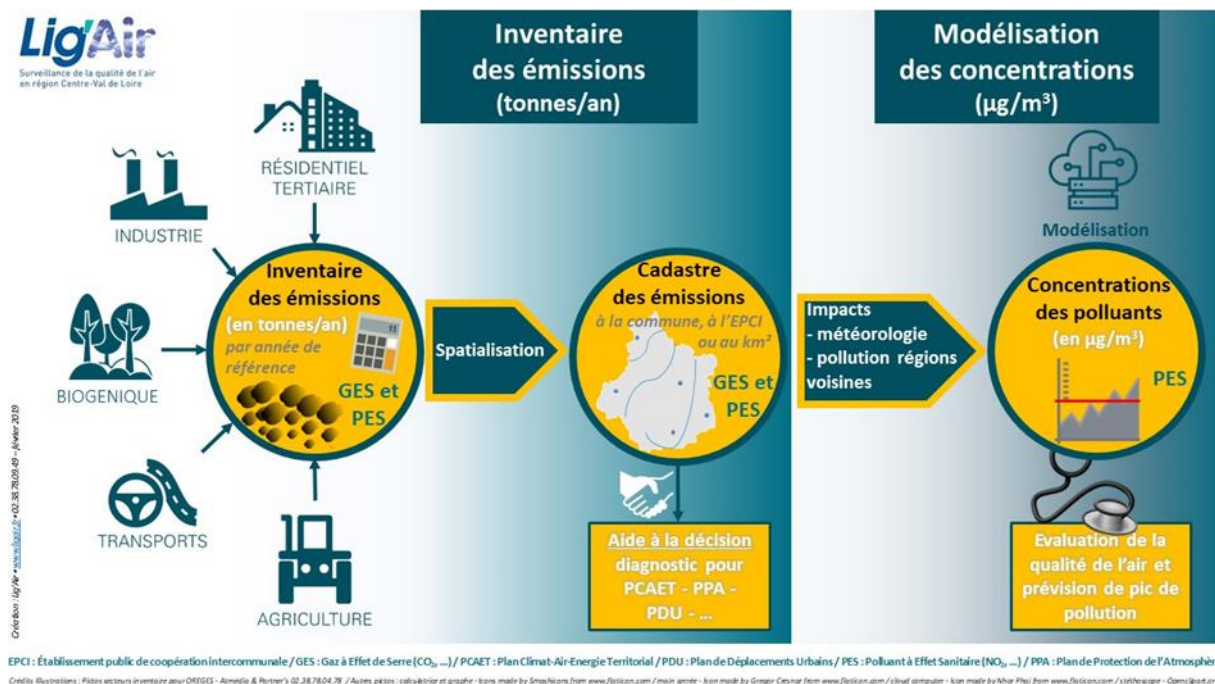


Figure 2 : Prévision'Air – outil de modélisation à haute résolution et interactions cadastre des émissions et modélisations des concentrations

L'outil Prévision'Air fournit des cartographies quotidiennes de prévision de la qualité de l'air sur l'ensemble du territoire du PPA. Ces cartes sont mises à disposition quotidiennement du public (<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 aussi 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.

B. Etat des lieux de la qualité de l'air, responsabilité et leviers d'actions

Le **tableau 2** présente l'état de la qualité de l'air sur la zone du PPA d'Orléans entre 2010 et 2021 au regard des valeurs réglementaires. Un rappel de cette réglementation est disponible en **annexe 1**.










































	VALEURS LIMITES		OBJECTIFS DE QUALITE		VALEURS CIBLES		SEUILS D'INFORMA. Et D'ALERTE	
	Sites trafics	Sites de fond	Sites trafics	Sites de fond	Sites trafics	Sites de fond	Sites trafics	Sites de fond
OZONE	NC	NC	NC		NC		NC	
DIOXYDE D'AZOTE					NC	NC		
PM ₁₀					NC	NC		
PM _{2,5}							NC	NC
BENZENE					NC	NC	NC	NC
DIOXYDE DE SOUFRE					NC	NC		
MONOXYDE DE CARBONE			NC	NC	NC	NC	NC	NC
BENZO(a)PYRENE	NC	NC	NC	NC			NC	NC
PLOMB					NC	NC	NC	NC
Autre métaux lourds (Arsenic, Cadmium, Nickel)	NC	NC	NC	NC			NC	NC

Tableau 2 : Bilan global de la qualité de l'air sur l'agglomération Orléanaise de 2010 à 2021

Les valeurs limites correspondent aux valeurs réglementaires les plus contraignantes. Tout dépassement de ces valeurs déclenche la mise en place ou le renforcement d'un Plan de Protection de l'Atmosphère déjà existant afin d'améliorer la qualité de l'air et réduire ainsi l'exposition de la population. Le dioxyde d'azote est le seul polluant réglementé qui présente un dépassement de sa valeur limite en moyenne annuelle sur le site trafic de la zone PPA d'Orléans. La seconde valeur limite, concernant le seuil de 200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an, a toujours été respectée sur l'ensemble des sites de mesures.

L'ozone, le dioxyde d'azote et les PM_{2,5} présentent des dépassements de leurs objectifs qualité. Ces dépassements sont moins contraignants et n'engendrent aucune action réglementaire. Enfin les seuils d'information et de recommandation et d'alerte ont été dépassés par les particules en suspension PM₁₀ sur les sites urbains de fond et de proximité trafic et par l'ozone sur les sites urbain et périurbain. Un dépassement de ces seuils engendre le déclenchement, auprès de la préfecture du Loiret, de la procédure d'information et de recommandation ou d'alerte afin d'informer la population de la présence d'un épisode de pollution et limiter ainsi l'exposition des populations sensibles.

Seront présentés dans cette partie, les bilans des polluants dont les concentrations ont dépassé au moins un des seuils réglementaires présentés ci-dessus, à savoir le dioxyde d'azote, les particules en suspension et l'ozone. Les bilans des autres polluants sont présentés dans l'annexe 3.

a) Dioxyde d'azote : valeur limite (en moyenne annuelle) dépassée en site de proximité trafic

1- Résultats issus du réseau de surveillance

Les mesures aux stations fixes montrent que les concentrations moyennes annuelles en NO₂ rencontrées en site de fond sont environ trois fois inférieures à celles enregistrées sur le site trafic station Gambetta (figure 3) sur les dernières années. La tendance est à la baisse constante depuis 2010. L'ensemble des moyennes respectent largement la valeur limite en NO₂ depuis 2013.

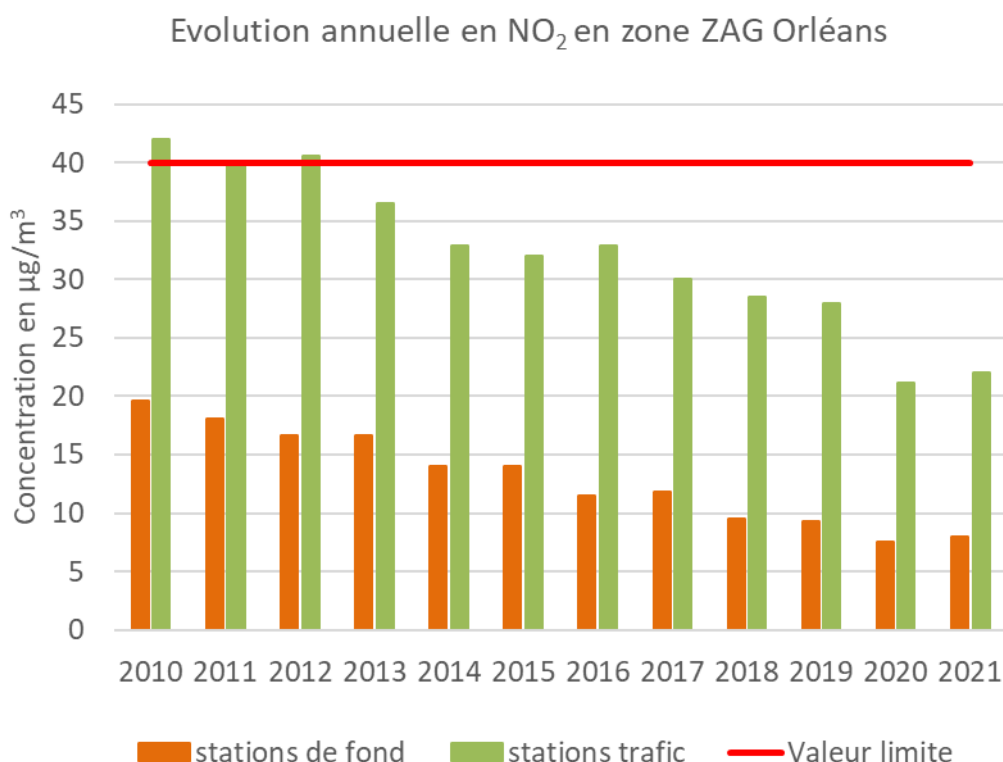


Figure 3 : Evolution de la valeur limite et des concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur les sites urbains de fond et trafic de l'agglomération orléanaise

Le site trafic Gambetta présente des concentrations annuelles oscillant autour de la valeur de 40 µg/m³, jusqu'en 2012. Le dépassement de la valeur limite en NO₂ sur ce site n'est plus constaté à partir de 2013 (figure 3).

2- Résultats issus de la modélisation

La cartographie des concentrations en dioxyde d'azote, obtenue par modélisation de la qualité de l'air pour l'année 2019 montre que les dépassements de la valeur limite de 40 µg/m³ sont localisés essentiellement le long de l'A10 ainsi qu'à proximité de grands axes de circulation tels que la Tangentielle Est, Avenue Jean Zay, la partie nord de l'Avenue Gaston Galloux ou encore la partie sud de la Tangentielle Ouest (Figure 4). Autrement dit, la valeur limite est bien respectée en situation urbaine de fond.

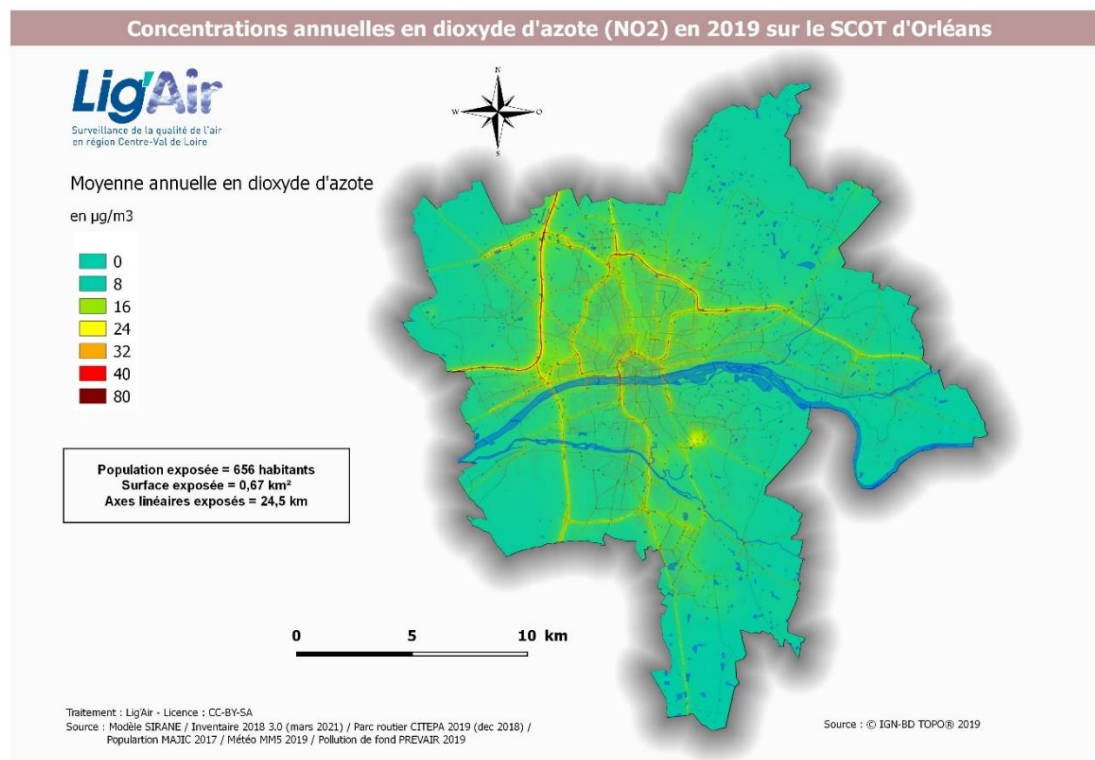


Figure 4 : Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ sur le périmètre PPA pour l'année 2019

En 2019, 656 habitants étaient exposés à un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote. La surface exposée était de 0,67 km² (représentant 24,5 km d'axes linéaires). La méthodologie pour le calcul d'exposition de la population est décrite en **annexe 4**. Les lieux d'habitation de ces personnes sont en grande partie localisés au centre-ville d'Orléans.

Rappelons ici que la base de population MAJIC prend en compte uniquement les habitations de type maison et appartement. Les bâtiments sensibles (crèches, écoles, hôpitaux, ...) ne sont pas considérés.

A titre d'information, nous avons fait ressortir les bâtiments dits sensibles (issus de la BDTOPO) sur les cartes de concentrations présentant le risque de dépassement ($\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Au total, 33 établissements sensibles essentiellement des établissements scolaires seraient situés dans des zones présentant un risque de dépassement comme le montre la **figure 5** (mis en évidence par les points noirs).

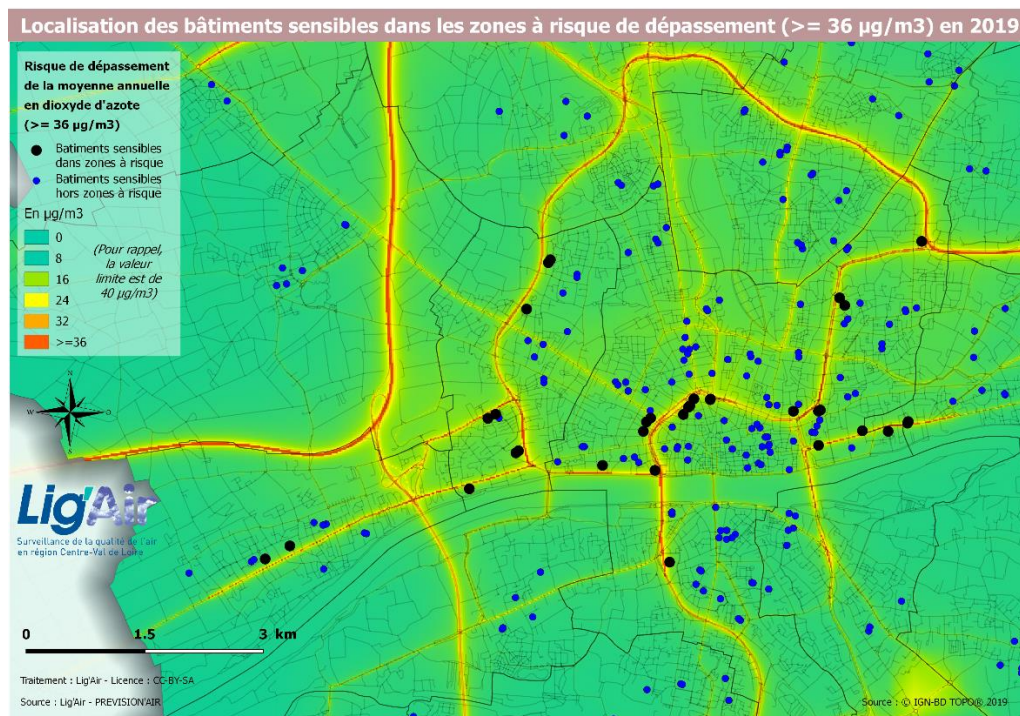


Figure 5 : Estimation des bâtiments sensibles en zone de risque de dépassement (Concentration annuelle > 36 µg/m³)

3- Résultats issus de l'inventaire des émissions

La répartition sectorielle des émissions montre que la circulation automobile est la principale source d'émissions des oxydes d'azote sur le périmètre du PPA d'Orléans en 2019 (Figure 6). Elle représente 56% des émissions. Le secteur Autres (regroupant les secteurs branche énergie, autres transports et déchets) arrive en deuxième position (16%) suivi des secteurs résidentiel/tertiaire et industriel avec environ 13%. Le secteur agricole ne représente que 2% des émissions totales de NO_x (annexe 5).

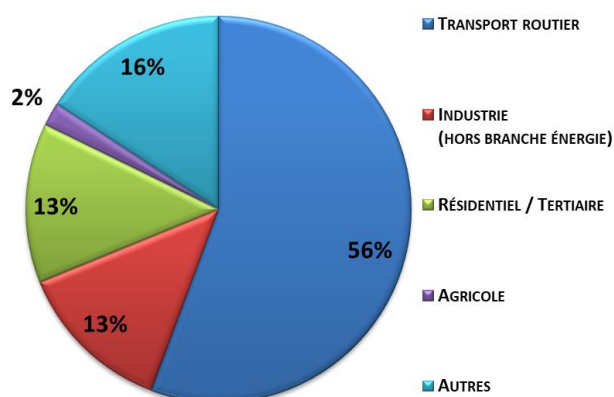
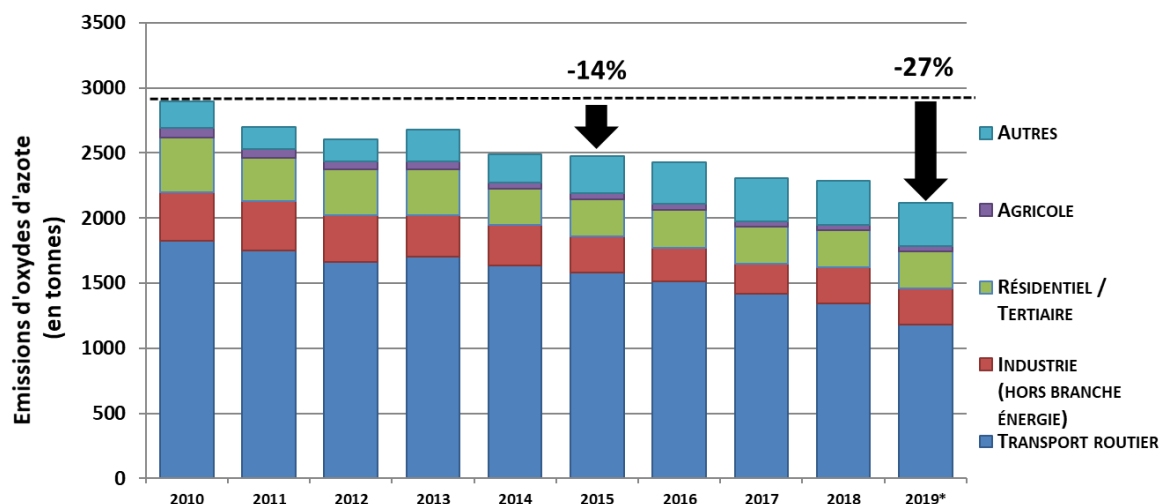


Figure 6 : Répartition sectorielle des émissions de NO_x sur le périmètre PPA en 2019

La grande partie des émissions de NO_x est émise par le secteur des transports essentiellement localisée à proximité des principaux axes routiers mettant ainsi en relief le rôle majeur joué par la circulation automobile dans les dépassements de la valeur limite de NO₂ aux abords de ces axes. Par conséquent, la diminution des émissions de NO_x par le secteur transport routier semble être le principal levier d'action pour réduire les concentrations en NO₂ aux abords des axes routiers.

La **figure 7**, qui présente l'évolution des émissions de NOx entre 2010 et 2019 (calculé à partir de l'inventaire des émissions 2018 avec l'intégration des émissions routières 2019 prenant en compte le parc roulant CITEPA de 2019), montre une nette diminution (de -27% par rapport à 2010) des émissions de ce polluant. Cette baisse est bien observée aussi sur les mesures (**figure 3**). Cette figure confirme que malgré cette baisse, le secteur du transport routier reste toujours (émissions 2019) le principal secteur émetteur d'oxydes d'azote et peut être considéré encore comme le principal levier d'actions.



2019* : calculé à partir de l'inventaire des émissions 2018 avec l'intégration des émissions routières 2019 prenant en compte le parc roulant CITEPA 2019

Figure 7 : Evolution des émissions de NOx entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA

b) Les particules en suspension (PM₁₀ et PM_{2,5}) : valeurs limites annuelles respectées

1- Résultats issus du réseau de surveillance

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ en sites urbains de fond sont environ 30% inférieures à celles mesurées en site de proximité trafic depuis 2013. Elles sont largement inférieures à la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ (**figure 8**).

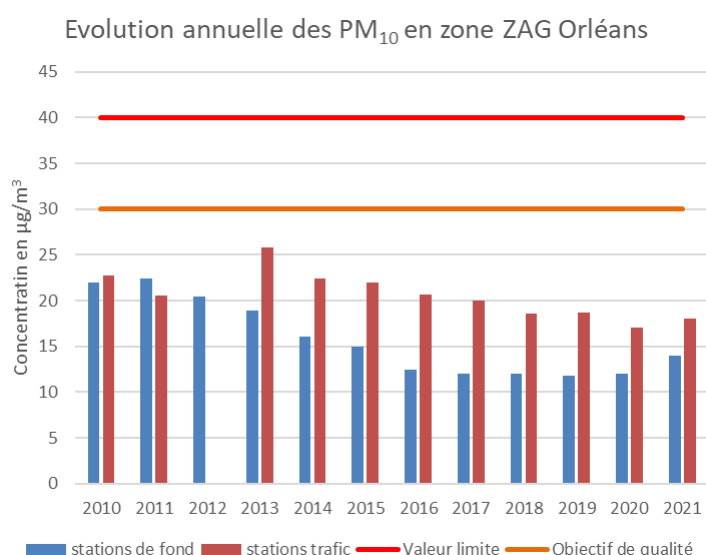


Figure 8 : Evolution des concentrations moyenne annuelle en PM₁₀ sur les sites urbains de fond et trafic sur le territoire du PPA de 2010 à 2021

La seconde valeur limite P_{90,4} (ne pas dépasser 35 jours par an de concentrations en PM₁₀ supérieures à 50 µg/m³) est respectée, elle aussi, sur l'ensemble des sites de mesures de l'agglomération orléanaise.

En ce qui concerne les $PM_{2,5}$, les concentrations annuelles enregistrées sur le site urbain de fond de St Jean montrent que les niveaux sont largement inférieurs à la valeur limite et fluctuent autour de l'objectif de qualité (figure 9). Ils sont en diminution depuis 2010.

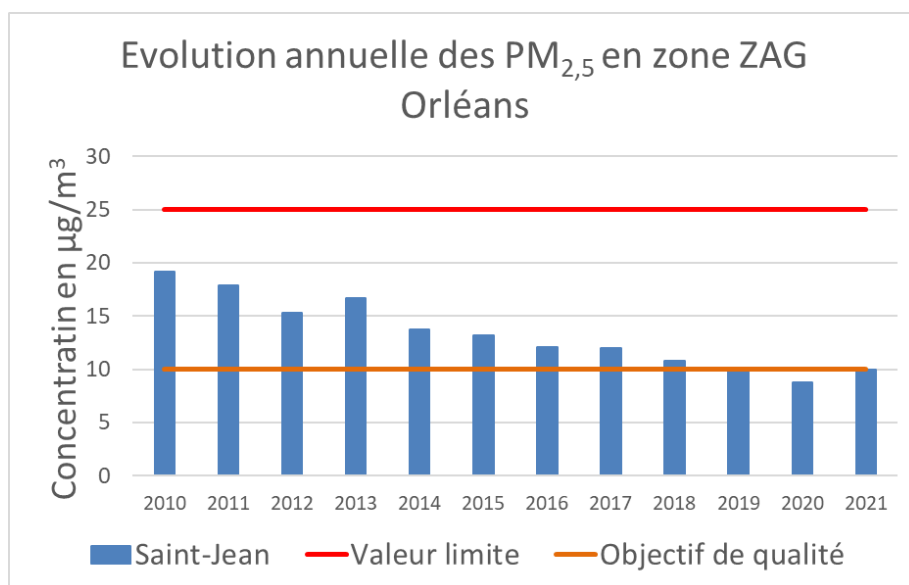


Figure 9 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ sur le site urbain de fond sur le territoire du PPA de 2010 à 2021

2- Résultats issus de la modélisation

Les cartographies des concentrations en PM_{10} et en $PM_{2,5}$ pour l'année 2019 (figures 10 et 11), confirment l'absence de dépassement des valeurs limites sur le périmètre du PPA d'Orléans. Elles montrent en outre que les niveaux les plus élevés, tout en restant bien inférieurs à la valeur limite, sont localisés aux abords des axes routiers et des centres-urbains.

Concentrations annuelles en particules en suspension (PM10) en 2019 sur le SCOT d'Orléans

Lig'Air

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

Moyenne annuelle en particules
en suspension PM10

en $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Population exposée = 0 habitant
Surface exposée = 0 km^2
Axes linéaires exposés = 0 km

0 5 10 km

Traitement : Lig'Air - Licence : CC-BY-SA

Source : Modèle SIRANE / Inventaire 2018 3.0 (mars 2021) / Parc routier CITEPA 2019 (dec 2018) /
Population MAJIC 2017 / Météo MMS 2019 / Pollution de fond PREVAIR 2019

Source : © IGN-BD TOPO® 2019

Figure 10 : Cartographie des concentrations annuelles en PM_{10} sur le périmètre PPA pour l'année 2019

Concentrations annuelles en particules en suspension ($\text{PM}_{2,5}$) en 2019 sur le SCOT d'Orléans

Lig'Air

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

Moyenne annuelle en particules
en suspension $\text{PM}_{2,5}$

en $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Population exposée = 0 habitant
Surface exposée = 0 km^2
Axes linéaires exposés = 0 km

0 5 10 km

Traitement : Lig'Air - Licence : CC-BY-SA

Source : Modèle SIRANE / Inventaire 2018 3.0 (mars 2021) / Parc routier CITEPA 2019 (dec 2018) /
Population MAJIC 2017 / Météo MMS 2019 / Pollution de fond PREVAIR 2019

Source : © IGN-BD TOPO® 2019

Figure 11 : Cartographie des concentrations annuelles en $\text{PM}_{2,5}$ sur le périmètre PPA pour l'année 2019

3- Résultats issus de l'inventaire des émissions

Au niveau du périmètre du PPA, le secteur résidentiel/tertiaire et les secteurs de l'industrie et du transport routier contribuent le plus aux émissions des PM_{10} avec respectivement 46%, 30% et 17% et aux émissions des $PM_{2,5}$ avec respectivement 57%, 25% et 15% (**Figure 12**). Les autres secteurs peuvent être considérés comme des sources minoritaires des particules en suspension (**annexe 2**).

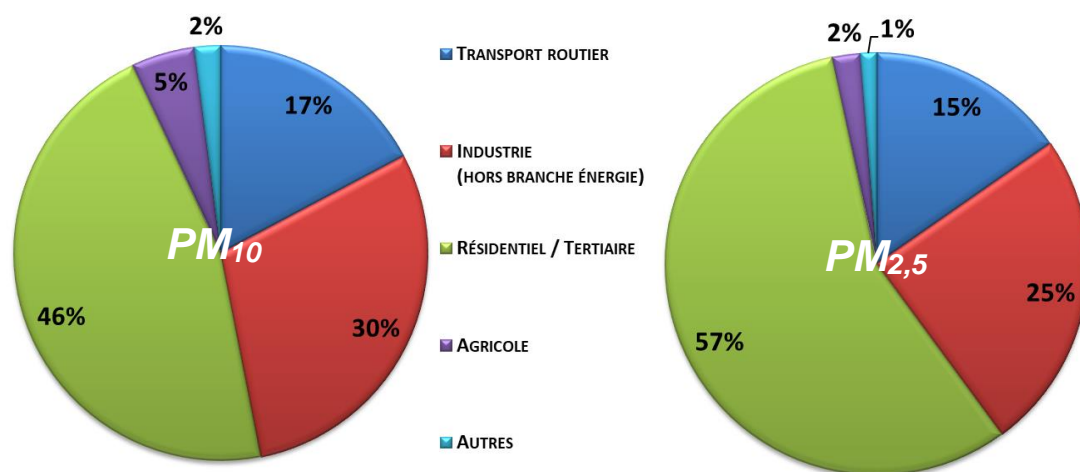
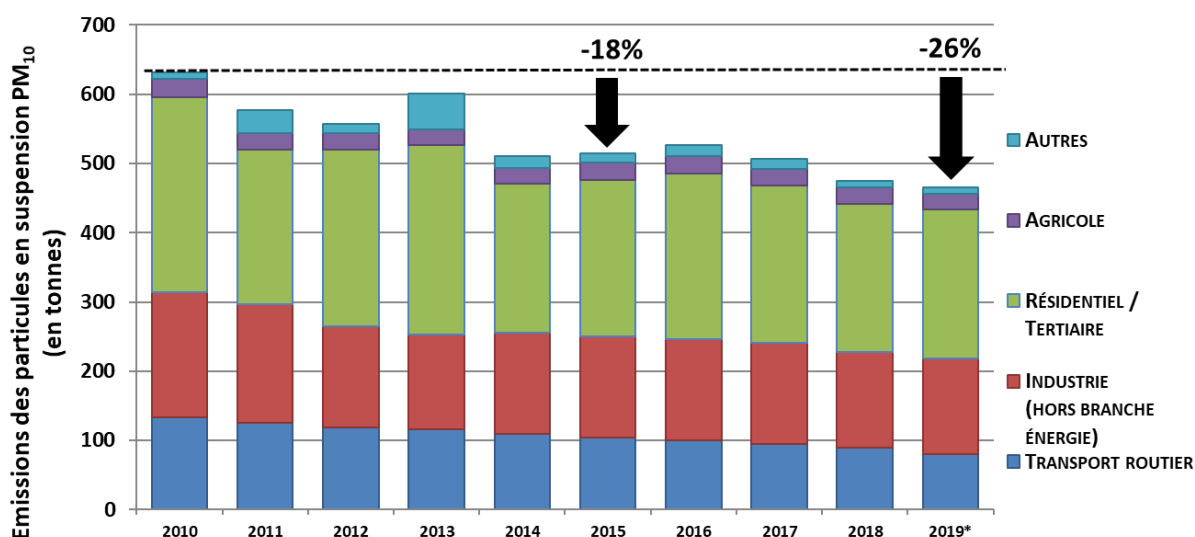


Figure 12 : Répartition sectorielle des émissions de PM_{10} et de $PM_{2,5}$ sur le périmètre PPA en 2019

Les **figures 13 et 14**, qui présentent respectivement l'évolution des émissions des particules en suspension PM_{10} et $PM_{2,5}$ entre 2010 et 2019 (calculé à partir de l'inventaire des émissions 2018 avec l'intégration des émissions routières 2019 prenant en compte le parc roulant CITEPA de 2019), montrent une diminution des émissions des PM_{10} de -26% et des $PM_{2,5}$ de -30% entre 2010 et 2019. Comme pour les oxydes d'azote, cette baisse est également observée sur les mesures (**figures 8 et 9**). Ces figures confirment que malgré cette baisse, les secteurs résidentiel/tertiaire, de l'industrie et du transport routier restent toujours (émissions 2019) les principaux secteurs émetteurs des particules en suspension PM_{10} et $PM_{2,5}$.



2019* : calculé à partir de l'inventaire des émissions 2018 avec l'intégration des émissions routières 2019 prenant en compte le parc roulant CITEPA 2019

Figure 13 : Evolution des émissions de PM_{10} entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA

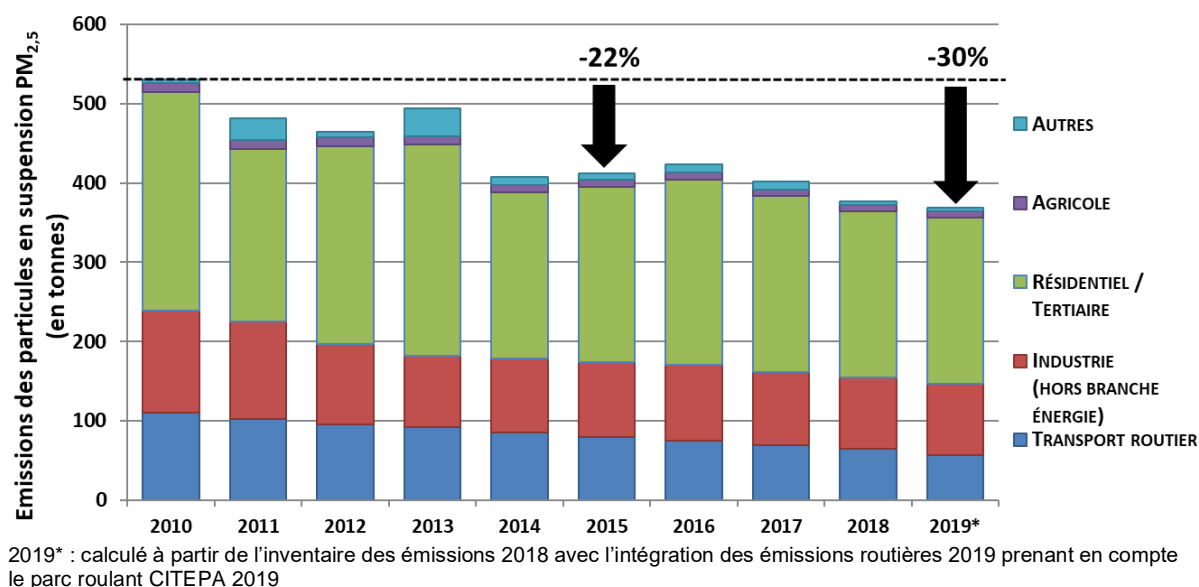


Figure 14 : Evolution des émissions de PM_{2.5} entre 2010 et 2019 sur le périmètre PPA

Malgré l'absence de dépassement des valeurs réglementaires, une diminution des émissions de NO_x par les transports routiers contribuerait également à une diminution des émissions de particules en suspension PM₁₀ et PM_{2.5}. Cependant, des actions plus ciblées sur le secteur résidentiel/tertiaire engendreraient une réduction d'émissions en particules en suspension plus importante en particulier sur le chauffage contribuant à lui seul à 94% des émissions de PM₁₀ du secteur résidentiel/tertiaire. Il est important de signaler également que la totalité des épisodes de pollution en PM₁₀ sur le périmètre du PPA a lieu lors de la saison hivernale et printanière.

c) L'ozone (O₃) : Enjeux et leviers d'actions

Contrairement aux trois précédents polluants, l'ozone est un polluant secondaire dont la production dépend de réactions photochimiques complexes impliquant les NO_x et les COV sous l'influence du rayonnement solaire.

L'ozone ne possède pas de valeur limite comme les autres polluants, il est soumis à une valeur cible fixée à 120 µg/m³ sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur les 3 dernières années. De par son mode de calcul, cette valeur cible prend en compte les deux types de pollutions aigue et chronique ainsi que leurs variabilités interannuelles.

Sur Orléans Métropole, la valeur cible était atteinte en 2020 (figure 15). Depuis 2018, on constate une augmentation du nombre de jours où les concentrations en ozone sont supérieures à 120 µg/m³ sur 8 heures. Cette constatation est liée aux étés caniculaires qui produisent de plus en plus souvent sur la région Centre-Val de Loire. Ainsi, l'été 2021 ayant été frais et humide, les niveaux d'ozone sont restés faibles tout comme le nombre de jour de dépassement du seuil de 120 µg/m³/8h.

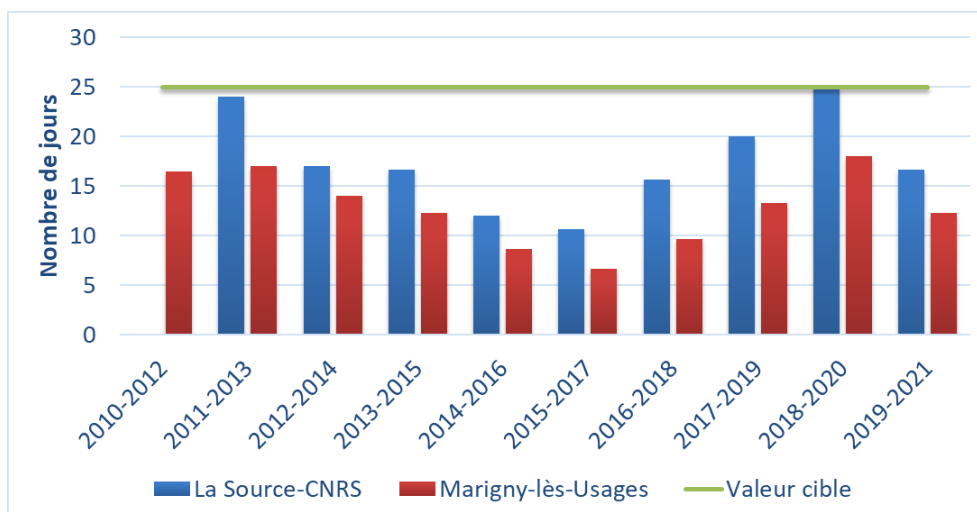


Figure 15 : Evolution du nombre de jours enregistrant un dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans sur Orléans Métropole

L'historique des données montre la présence d'une fluctuation interannuelle du nombre de dépassements. Ces fluctuations sont largement dues aux conditions météorologiques qui influencent directement les teneurs en ozone. Les concentrations les plus élevées en ozone sont observées en été en périodes anticycloniques caractérisées par un fort ensoleillement et une stabilité atmosphérique (avec pas ou peu de vent). De telles conditions ont été observées en particulier durant les étés 2018, 2019 et 2020 (étés avec des épisodes de canicules). Par conséquent, le dépassement de la valeur cible reste encore possible sur le long terme en cas de succession d'étés propices à la formation et à l'accumulation de l'ozone sur notre région. En effet pour l'année 2020, la valeur cible a été atteinte, mais non dépassée sur le site d'Orléans-La Source.

d) Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) sont des polluants de compositions chimiques variées avec des sources d'émissions multiples. Les sources anthropiques (liées aux activités humaines) sont marquées par la combustion (chaudière, transports, ...) et l'usage de solvants (procédés industriels ou usages domestiques). Les COVNM présents dans l'atmosphère sont également d'origine naturelle et provient de l'émission par les feuilles des arbres sous l'effet du rayonnement solaire. L'isoprène et la famille des terpènes, en particulier, sont des composés émis par le couvert végétal.

Au niveau du périmètre du PPA, le secteur industriel est le secteur contribuant le plus aux émissions des COVNM avec 50%. Il est suivi par le secteur résidentiel/tertiaire avec 44% (figure 16). Les autres secteurs ne représentent que 6% des émissions totales de COVNM.

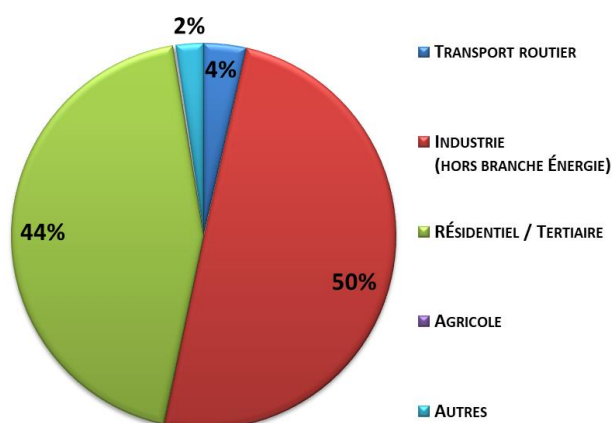


Figure 16 : Répartition sectorielle des émissions de COVNM sur le périmètre PPA en 2019

La **figure 17**, qui présente l'évolution des émissions des COVNM entre 2010 et 2019 (calculé à partir de l'inventaire des émissions 2018 avec l'intégration des émissions routières 2019 prenant en compte le parc roulant CITEPA de 2019), montre une diminution des émissions de -22% entre 2010 et 2019. Cette figure confirme que malgré cette baisse, les secteurs résidentiel/tertiaire et de l'industrie restent toujours (émissions 2019) les principaux secteurs émetteurs des COVNM.

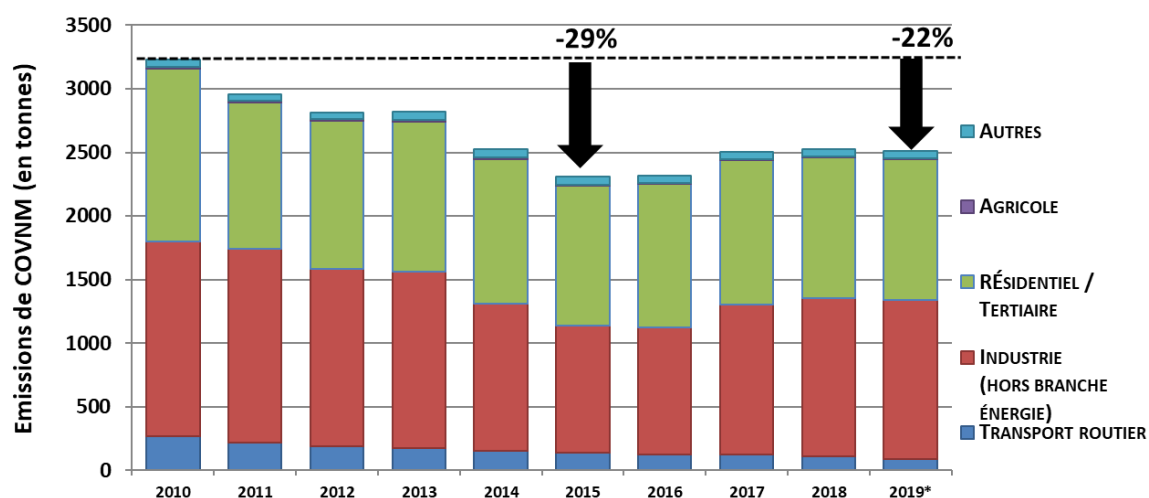


Figure 17 : Répartition sectorielle des émissions de COVNM sur le périmètre PPA en 2019

C. Conclusion : enjeux et leviers d'actions

La directive européenne 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe vise la protection de la santé des populations avec deux types de stratégies : l'une visant la réduction des émissions de polluants, et dans le cas de l'ozone la réduction de ses précurseurs. L'autre consistant à mesurer en continu en des endroits fixes les concentrations dans l'air des polluants réglementés pour informer et alerter la population en cas de dépassement des seuils (valeur limite, valeur cible, information, alerte) et mettre en place les actions adéquates pour éliminer les causes des dépassements et réduire ainsi les expositions de la population et des territoires.

L'évaluation de la qualité de l'air sur le périmètre du PPA d'Orléans en 2019 montre que le dioxyde d'azote est le seul polluant dont les concentrations dépassent la valeur limite annuelle en site trafic (à proximité des axes routiers). Environ 656 habitants sont exposés aux dépassements de la valeur limite en NO₂. La circulation automobile est de loin la source principale de ce polluant dans la zone du PPA (59% des émissions de NO_x sont générées par le secteur transport routier). La réduction des émissions de ce secteur peut être considérée comme étant le premier levier d'action pour améliorer la qualité de l'air par rapport au dioxyde d'azote. L'action sur le trafic automobile devrait aussi conduire à une réduction des émissions des particules en suspension (environ 17% des émissions en PM₁₀ et 15% des émissions en PM_{2,5} sont générées par la circulation automobile). La mise en place d'actions sur les secteurs résidentiel et industriel devrait conduire à une réduction des émissions des COVNM (environ 50% des émissions sont générées par l'industrie et 43% par le secteur résidentiel).

IV. Evaluation prospective de la qualité de l'air à l'horizon 2030 sur la zone du PPA d'Orléans

A. Objectifs du PPA

Le PPA a pour objectif final et principal de diminuer les concentrations en polluants à des niveaux inférieurs aux valeurs limites d'ici à 2030 et respecter les objectifs de réduction des émissions des oxydes d'azote, des particules en suspension et des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) conformément à la directive plafond et au plan particules. Ces objectifs peuvent néanmoins être déclinés et hiérarchisés en fonction des problématiques locales et du contexte de la révision du PPA.

a) Les objectifs du point de vue des émissions

La directive plafond 2001/81/CE définit le plafond national d'émissions à l'horizon 2010 pour chaque état membre. Pour les oxydes d'azote, le plafond d'émissions n'a pas été respecté par la France. Une contribution locale au respect des plafonds d'émissions nationaux est demandée à tous les PPA de l'hexagone.

Le décret n°2017-949 du 10 mai 2017⁵ fixent les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement. Comme détaillé dans le tableau ci-dessous, ces objectifs de réduction des émissions sont définis à partir de l'année de référence 2005 pour les années 2020 à 2024, 2025 à 2029 et à partir de 2030 (**tableau 3**).

« Art. D. 222-38. – En application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement, sont fixés les objectifs suivants de réduction des émissions anthropiques de polluants atmosphériques pour les années 2020 à 2024, 2025 à 2029, et à partir de 2030 :

	ANNÉES 2020 à 2024	ANNÉES 2025 à 2029	À PARTIR DE 2030
Dioxyde de soufre (SO ₂)	- 55 %	- 66%	- 77%
Oxydes d'azote (NO _x)	- 50 %	- 60 %	- 69 %
Composés organiques volatils autres que le méthane (COVNM)	- 43 %	- 47 %	- 52 %
Ammoniac (NH ₃)	- 4 %	- 8 %	- 13 %
Particules fines (PM _{2,5})	- 27 %	- 42%	- 57%

Tableau 3 : Objectifs de réduction des émissions anthropiques de polluants atmosphériques pour les années 2020 à 2024, 2025 à 2029, et à partir de 2030

Comme détaillé précédemment, l'année de référence prise en compte pour cette étude est l'année 2019. Ainsi, afin d'estimer l'objectif de réduction des émissions en 2030 à partir de 2019, l'hypothèse d'une évolution tendancielle linéaire des émissions a été basée sur les objectifs du PREPA⁶.

Ainsi, les objectifs de réduction des émissions à atteindre en 2030 du PPA sont présentés dans le **tableau 4** ci-dessous :

⁵ Décret n°2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques en application de l'article L. 222-9 du code de l'environnement, Journal Officiel de la République Française, 2017

⁶ Évaluation ex-ante des émissions, concentrations et impacts sanitaires du projet de PREPA (Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques) – 27 mars 2017 – CITEPA/INERIS

Polluants	Objectifs de réduction des émissions du PPA à atteindre en 2030 par rapport à l'année de référence 2019	Objectifs de réduction des émissions du PPA à atteindre en 2030 par rapport à l'année de référence 2008
NOx	-42%	-66%
COVNM	-20%	-47%
PM _{2,5}	-43%	-55%

Tableau 4 : Objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques à atteindre en 2030 par rapport à l'année de référence 2019 et par rapport à l'année 2008

b) Les objectifs du point de vue des concentrations et exposition de la population

La priorité est donnée aux polluants pouvant présenter des concentrations supérieures aux valeurs limites, à savoir le dioxyde d'azote pour Orléans Métropole. Pour celui-ci les actions envisagées dans le PPA doivent permettre de réduire les niveaux de concentrations dans l'atmosphère afin qu'ils ne dépassent plus les seuils réglementaires à l'horizon 2030. Les particules en suspension seront également présentées même si leurs concentrations respectent la réglementation, ils peuvent aussi faire l'objet de mesures visant la diminution de leurs émissions dans l'air.

L'état des lieux en termes d'exposition de la population dans la zone du PPA d'Orléans, montre qu'en 2019, environ 656 habitants du territoire ont été soumis à des niveaux supérieurs à la valeur limite pour le dioxyde d'azote fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle. Il s'agit essentiellement des riverains habitant aux alentours des principaux axes routiers. L'objectif du PPA est de réduire cette exposition des populations résidentes au niveau minimal. A l'horizon 2030, aucun habitant ne doit être exposé au dépassement d'une valeur limite.

Les objectifs du présent PPA sont regroupés sur la **figure 18**.



Figure 18 : Objectifs du PPA d'Orléans (Photos : Lig'Air)

c) Outils et méthodologies

1- Méthodologie et processus d'évaluation

La méthodologie d'évaluation mise en œuvre dans le cadre de l'élaboration du PPA d'Orléans est inspirée des préconisations du guide national produit par le groupe de travail « Evaluation des plans » co-piloté par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) et les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA). La **figure 19** est une représentation schématique de la méthodologie déployée.

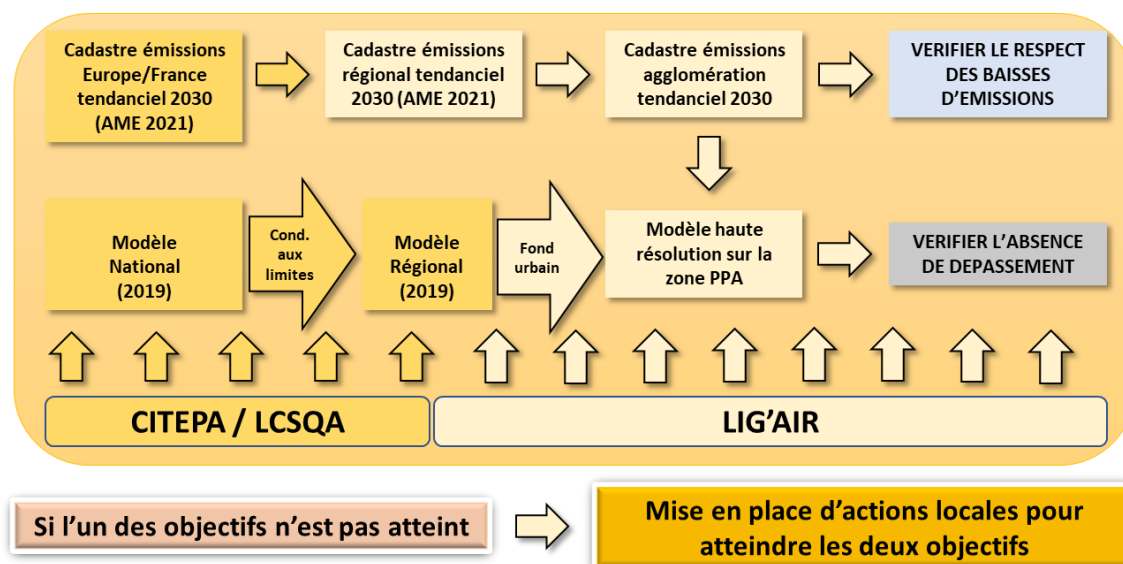


Figure 19 : Représentation schématique de la méthodologie utilisée par Lig'Air pour l'élaboration du PPA (Source Lig'Air)

La méthodologie utilisée résulte de l'imbrication de plusieurs outils et l'implication de plusieurs organismes à différentes échelles (locale, régionale et nationale). C'est une approche d'évaluation prospective à l'horizon 2030. Elle repose uniquement sur des outils numériques comme l'inventaire et le cadastre des émissions pour vérifier le respect des baisses d'émissions (**cf. objectif 1, figure 18**) et la modélisation pour vérifier l'absence de dépassement et l'exposition de la population (**cf. objectif 2, figure 18**). Ces deux principaux objectifs doivent être respectés à l'horizon 2030 si l'un des objectifs n'est pas atteint, des actions locales devraient alors être mises en place pour les atteindre.

2- Outils d'évaluation et hypothèses

Deux principaux outils numériques ont été utilisés pour la réalisation de cette évaluation : l'inventaire des émissions et la modélisation.

Inventaire et cadastre des émissions

L'inventaire prospectif à l'horizon 2030 au niveau national a été réalisé par la DGEC (Direction Générale de l'Energie et du Climat) en collaboration avec le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique). Il correspond au scénario « Avec Mesures Existantes » 2021⁷ (AME 2021). Sur la zone du PPA d'Orléans, l'inventaire prospectif à l'horizon 2030, appelé scénario « 2030 tendanciel », a été calculé par Lig'Air en se basant sur les variations tendanciellées fournies par l'inventaire national et en utilisant l'inventaire de Lig'Air pour l'année de référence 2019. Il a été calculé en supposant que les émissions locales vont varier de manière identique aux émissions nationales :

$$E_{locale}(2030) = E_{locale}(2019) \times \frac{E_{nat}(2030)}{E_{nat}(2019)}$$

⁷ <https://www.ecologie.gouv.fr/scenarios-prospectifs-energie-climat-air>

Avec :

$E_{\text{locale}}(2030)$ = inventaire tendanciel local à l'horizon 2030,

$E_{\text{locale}}(2019)$ = inventaire local pour l'année de référence 2019,

$E_{\text{nat}}(2030)$ = inventaire prospectif 2030,

$E_{\text{nat}}(2019)$ = inventaire national pour l'année de référence 2019.

Compte tenu du rôle joué par le secteur routier dans les dépassements de la valeur limite en NO_2 , les émissions liées à ce secteur ont été calculées à partir de la composition du parc roulant provenant du parc prospectif de 2030 issu du CITEPA. Cette action permet, entre autres, de prendre en compte l'évolution technologique du parc automobile. Le calcul des émissions a été effectué sur chaque axe routier de Orléans Métropole. Cependant, 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) à partir de la dernière année de comptages de trafic routier disponibles (2017).

L'inventaire « 2030 tendanciel » ainsi calculé, a été cadastré pour obtenir une information sur un maillage de 500m^2 dans le but d'être injecté dans le modèle numérique Prévision'Air de Lig'Air afin de calculer les concentrations en NO_2 en tout point de la zone PPA.

Il est à noter que le scénario tendanciel décrit la situation à l'horizon 2030 si aucune mesure de gestion, autres que celles actuellement en cours ou envisagées, n'était mise en place dans le cadre du PPA.

Modélisation haute résolution et scénario

Le calcul des concentrations en NO_2 , en PM_{10} et en $\text{PM}_{2,5}$ à l'horizon 2030 suivant le scénario « 2030 tendanciel » a été effectué à l'aide de la plate-forme Prévision'Air (**figure 2**). Les concentrations sont calculées sur des grilles de 400 m^2 de surface ($20\text{ m} \times 20\text{ m}$). Le modèle a été alimenté par l'inventaire « 2030 tendanciel » spatialisé sur un maillage de 500 m^2 .

Les conditions météorologiques pour le scénario « 2030 tendanciel » ont été gardées constantes et correspondent à celles de l'année 2019. 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 part exogène. Pour le scénario « 2030 tendanciel », par manque d'informations, les conditions aux limites fournissant la concentration de fond pour chaque polluant étudié ont été gardées constantes et sont celles de l'année de référence 2019.

Enfin, le modèle a été calé sur l'année de référence 2019 dont les résultats en termes de concentrations en NO_2 et en PM_{10} ont été présentés précédemment (**figures 4 et 9**).

La validation des résultats a été effectuée à l'aide de l'outil Delta Tool, développé par le JRC (Joint Research Center) permettant de réaliser les comparaisons mesure/modèle selon les critères FAIRMODE (Forum for AIR quality MODelling in Europe)⁸. Cet outil est mis à disposition par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Les résultats de validation issus de l'outil Delta Tool sont présentés dans l'**annexe 6**.

⁸ ATMOSYS user manual, Smeets Nele, Van Looy Stijn, Blyth Lisa, VITO, le 23/04/2015

B. Résultats et effets attendus par le scénario « 2030 tendanciel »

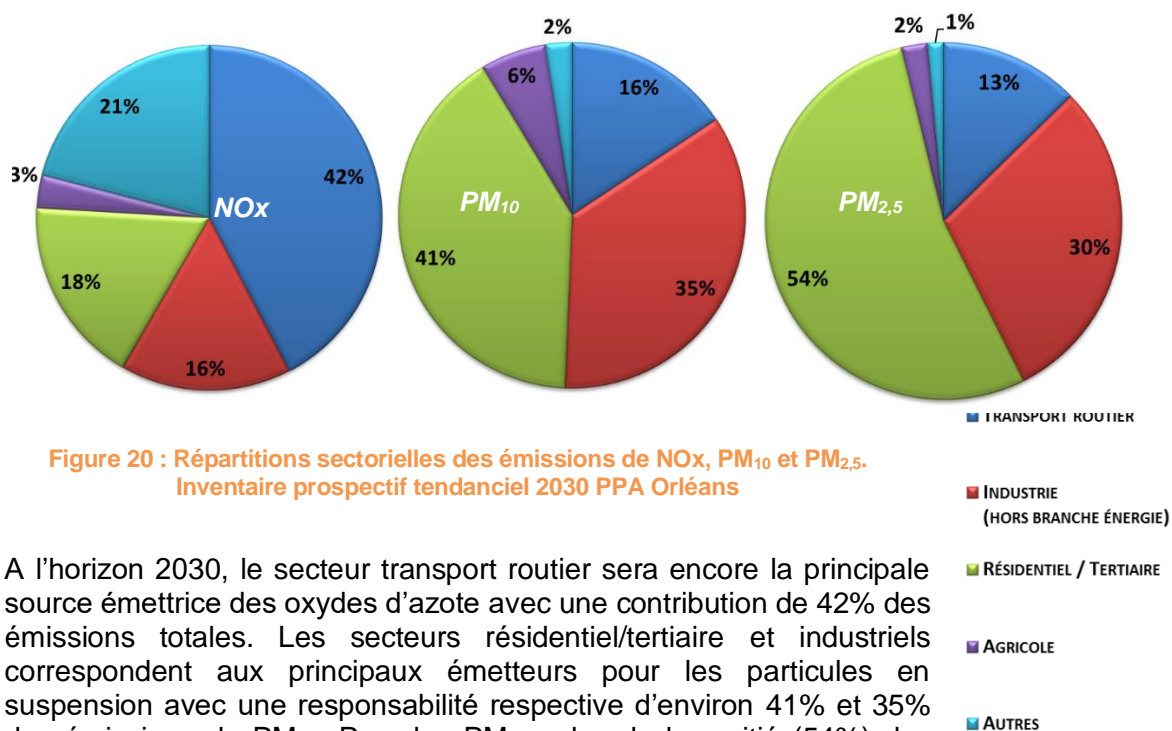
a) Les effets attendus sur les émissions

Dans cette partie sont présentées les émissions de NO_x, de PM₁₀ et de PM_{2,5} issues de l'inventaire « 2030 tendanciel ». Les effets attendus sont obtenus par comparaison avec l'inventaire de l'année de référence 2019 dont le secteur transport routier a été mis à jour avec les données de l'année 2019 ([annexe 5](#)).

Les résultats chiffrés de l'inventaire tendanciel 2030 sur le périmètre du PPA d'Orléans ainsi que leurs répartitions sectorielles sont regroupées respectivement dans le [tableau 5](#) et sur la [figure 20](#). Le détail des émissions du scénario « 2030 tendanciel » est fourni dans l'[annexe 7](#).

	NO _x (en tonnes)	PM ₁₀ (en tonnes)	PM _{2,5} (en tonnes)	COVNM (en tonnes)
TRANSPORT ROUTIER	438	57	34	70
INDUSTRIE	166	127	80	1 227
RESIDENTIEL / TERTIAIRE	182	147	143	997
AGRICOLE	32	22	6	3
AUTRES	217	9	4	46
TOTAL	1 035	362	267	2 343

Tableau 5 : Inventaire prospectif tendanciel 2030 - PPA Orléans (Lig'Air)



A l'horizon 2030, le secteur transport routier sera encore la principale source émettrice des oxydes d'azote avec une contribution de 42% des émissions totales. Les secteurs résidentiel/tertiaire et industriels correspondent aux principaux émetteurs pour les particules en suspension avec une responsabilité respective d'environ 41% et 35% des émissions de PM₁₀. Pour les PM_{2,5}, plus de la moitié (54%) des émissions totales sont dues au secteur « résidentiel/tertiaire ».

1- Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote

En ce qui concerne les émissions des oxydes d'azote, le scénario « tendanciel 2030 » prévoit une diminution d'environ 51% par rapport à l'année de référence 2019 (**figure 21**).

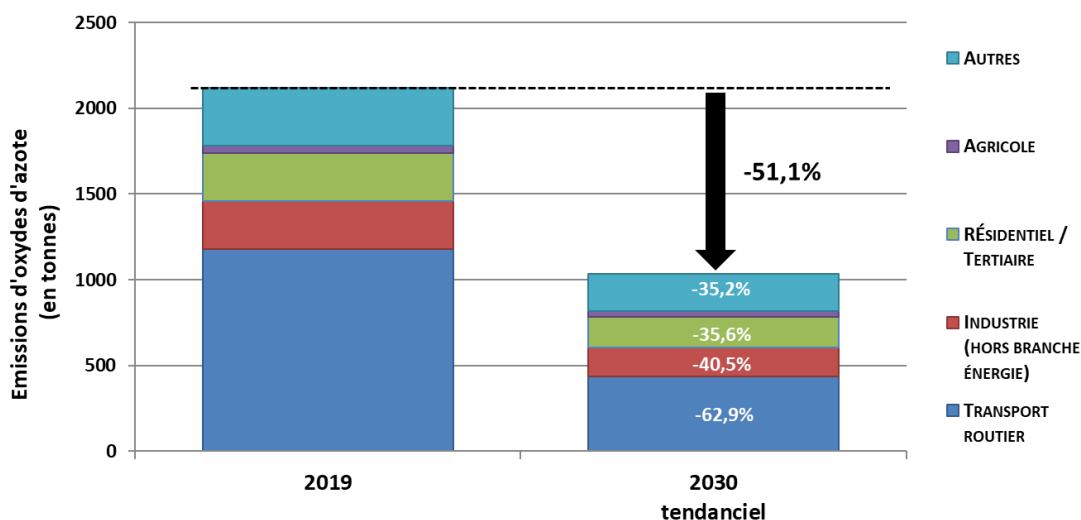


Figure 21 : Réductions des émissions de NOx dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans

Cette réduction d'émissions touche l'ensemble des secteurs. Toutefois, la diminution des émissions est plus notable sur le secteur transport routier avec environ -62,9% de réduction et les secteurs industrie et résidentiel/tertiaire avec respectivement -40,5% et -35,6% de réduction.

La forte diminution observée sur le secteur transport routier est attribuée au renouvellement du parc des véhicules routiers, l'évolution du mix énergétique (dé-diésélisation, augmentation de la part électrique) et la mise en place de normes d'émissions de plus en plus strictes (exemple : norme Euro VI⁹).

2- Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM₁₀

Comme pour les oxydes d'azote, le scénario « tendanciel 2030 » montre une réduction globale des émissions de PM₁₀ par rapport à l'année de référence 2019 (**figure 22**). Ainsi, un gain de 22,4% des émissions de PM₁₀ devrait être obtenu uniquement grâce au scénario tendanciel.

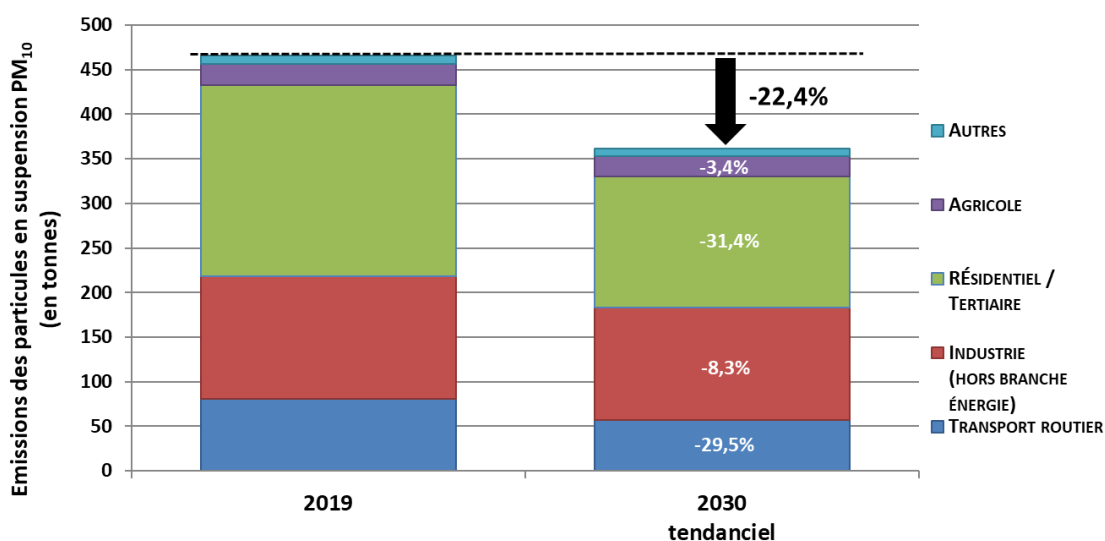


Figure 22 : Réductions des émissions de PM₁₀ dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans

⁹ <https://www.ecologie.gouv.fr/normes-euros-demissions-polluants-vehicules-lourds-vehicules-propres>

Cette évolution est due principalement aux secteurs résidentiel/tertiaire et du transport routier. Ce dernier enregistre une diminution de -29,5%, nettement moins importante que celle obtenue sur les oxydes d'azote (figure 21). En effet, ce secteur inclut les émissions de particules à l'échappement des véhicules et celles liées à l'usure des routes et de certains organes des véhicules (pneumatiques, freins). La baisse des émissions à l'échappement est considérable grâce au renouvellement du parc des véhicules routiers, l'évolution du mix énergétique et la mise en place de normes d'émissions de plus en plus strictes. La baisse du secteur en 2030 est néanmoins atténuée par la légère augmentation des émissions hors combustions qui sont proportionnelles aux km parcourus par les véhicules (augmentation du trafic de 0,5% par an).

Le secteur résidentiel/tertiaire présente la baisse la plus importante (-31,4%) qui trouve son origine dans le renouvellement technologique du parc d'appareils de chauffage au bois individuel, moins émetteurs en particules en suspension.

3- Effets attendus sur les émissions des particules en suspension $PM_{2,5}$

Une baisse de -27,5% des émissions globales de $PM_{2,5}$ est attendue grâce au « tendanciel 2030 » (figure 23).

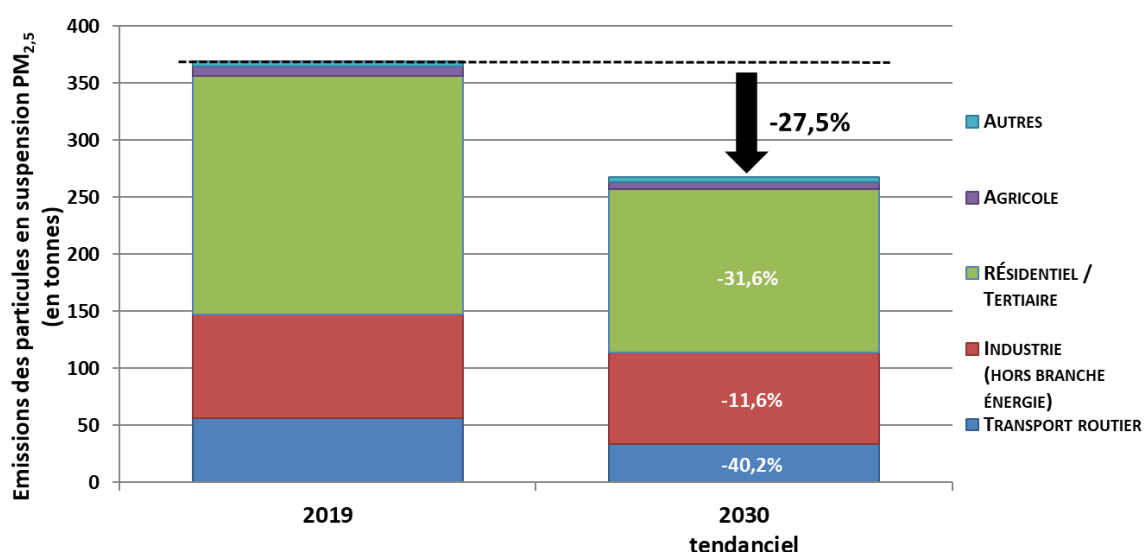


Figure 23 : Réductions des émissions de $PM_{2,5}$ dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans

Cette baisse est essentiellement liée aux secteurs transport routier, résidentiel/tertiaire et en troisième position au secteur industriel (figure 23). Pour les secteurs résidentiel/tertiaire et industrie, des systèmes de combustion plus performants et vertueux expliquent majoritairement les baisses obtenues en 2030 (-31,6% $PM_{2,5}$ et -31,4% PM_{10}). Pour le transport routier, la baisse de -40,2% est portée par la réduction des émissions à l'échappement (combustions des carburants) tandis que les émissions liées aux usures (routes, pneumatiques, freins) augmentent légèrement. Le comportement est analogue à celui décrit pour les PM_{10} , avec un résultat bien plus marqué ici (-40,2% $PM_{2,5}$ contre -29,5% PM_{10}) car la part des $PM_{2,5}$ liées à l'échappement est plus importante.

4- Effets attendus sur les émissions des COVNM

Une baisse de -7% des émissions globales de COVNM est attendue grâce au « tendanciel 2030 » (**figure 24**).

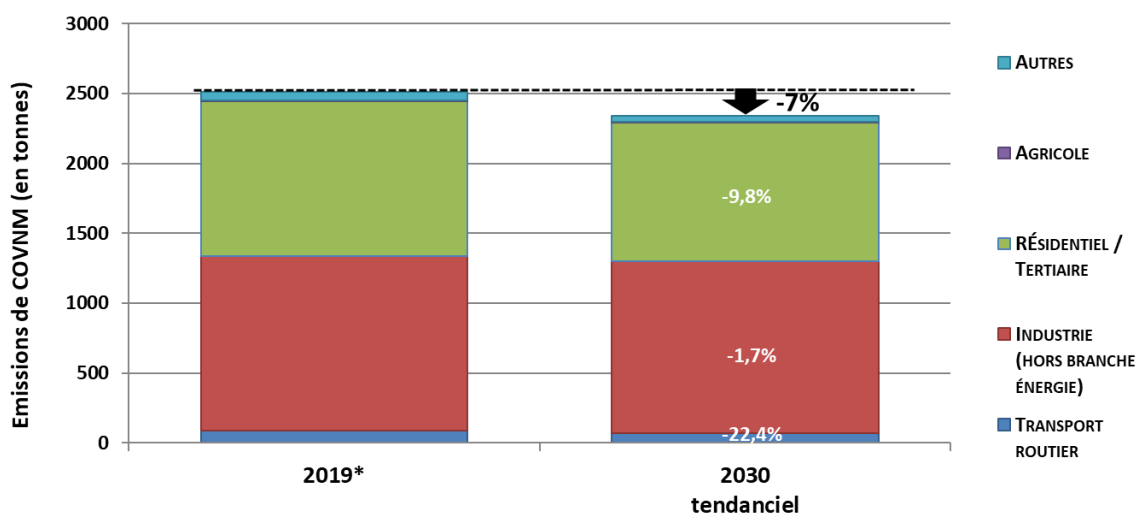


Figure 24 : Réductions des émissions des COVNM dues au scénario « tendanciel 2030 » sur la zone du PPA d'Orléans

Cette baisse est essentiellement liée aux secteurs transport routier, résidentiel/tertiaire et en troisième position au secteur industriel (**figure 24**). Pour le transport routier, la baisse est de -22,4% et elle est de -9,8% et de -1,7% respectivement pour les secteurs résidentiel/tertiaire et industriel.

5- Bilan et situation par rapport au premier objectif : Réduction des émissions

Le scénario « tendanciel 2030 » prévoit ainsi une diminution des émissions des trois polluants visés par le présent PPA (**tableau 6**).

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	COVNM
Emissions Référence 2019	2 119	466	369	2 509
Emissions Tendanciel 2030	1 035	362	267	2 343
Evolution tendancielle 2019-2030	-51,1%	-22,4%	-27,5%	-7%
Objectifs de réduction des émissions 2030	-42%	-	-43%	-20%

Tableau 6 : Comparaison des émissions par rapport aux objectifs de réduction fixés à l'horizon 2030

En situation « 2030 tendanciel », les objectifs de réduction des émissions seront atteints au niveau du périmètre du PPA pour les oxydes d'azote. Le tendanciel 2030 prévoit une réduction de l'ordre de -51,1% correspondant à une baisse de 1 084 tonnes de NO_x. Pour les particules en suspension, les PM₁₀ et les PM_{2,5} subiraient une baisse d'émissions importante respectivement -22,4% et -27,5% sans atteindre les objectifs de réduction pour les PM_{2,5} fixés -43%.

Les résultats obtenus montrent que le scénario « tendanciel 2030 » permettrait d'atteindre les objectifs fixés en termes de réduction d'émissions pour les oxydes d'azote mais ne permettent pas d'atteindre les objectifs de réduction pour les particules en suspension PM_{2,5} et les COVNM.

b) Les effets attendus sur la qualité de l'air et l'exposition de la population

L'inventaire issu du scénario « tendanciel 2030 » a été cadastré sur un maillage de 500 m² et utilisé comme donnée primaire pour modéliser la qualité de l'air à l'horizon 2030 sur le périmètre du PPA d'Orléans. L'objectif de cette modélisation est de quantifier les concentrations annuelles en NO₂, en PM₁₀ et en PM_{2,5} sur l'ensemble du périmètre du PPA afin de vérifier le respect de la directive 2008/50/CE en terme de dépassement des seuils réglementaires et de l'exposition de la population.

1- Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance

Le scénario « tendanciel 2030 » conduit à une baisse des concentrations en PM₁₀, en PM_{2,5} et en NO₂ au niveau des stations de surveillance implantées dans le périmètre du PPA d'Orléans (figures 25 et 26).

Pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}, les concentrations annuelles calculées sur l'ensemble des sites de mesure sont largement inférieures à la valeur limite fixée respectivement à 40 µg/m³ et à 25 µg/m³ (figure 25). Aucun risque de dépassement de la valeur limite en PM₁₀ et en PM_{2,5} n'est pressenti suivant le scénario « tendanciel 2030 ». Une baisse de la concentration annuelle en PM₁₀ d'environ 30% est estimée entre 2019 et 2030 (selon le scénario « tendanciel 2030 ») au niveau de la station Orléans-Gambetta passant de 18 à 12,7 µg/m³. Quant aux PM_{2,5}, une baisse de 16% est estimée entre 2019 et 2030 (selon le scénario « tendanciel 2030 ») au niveau de la station Saint-Jean.

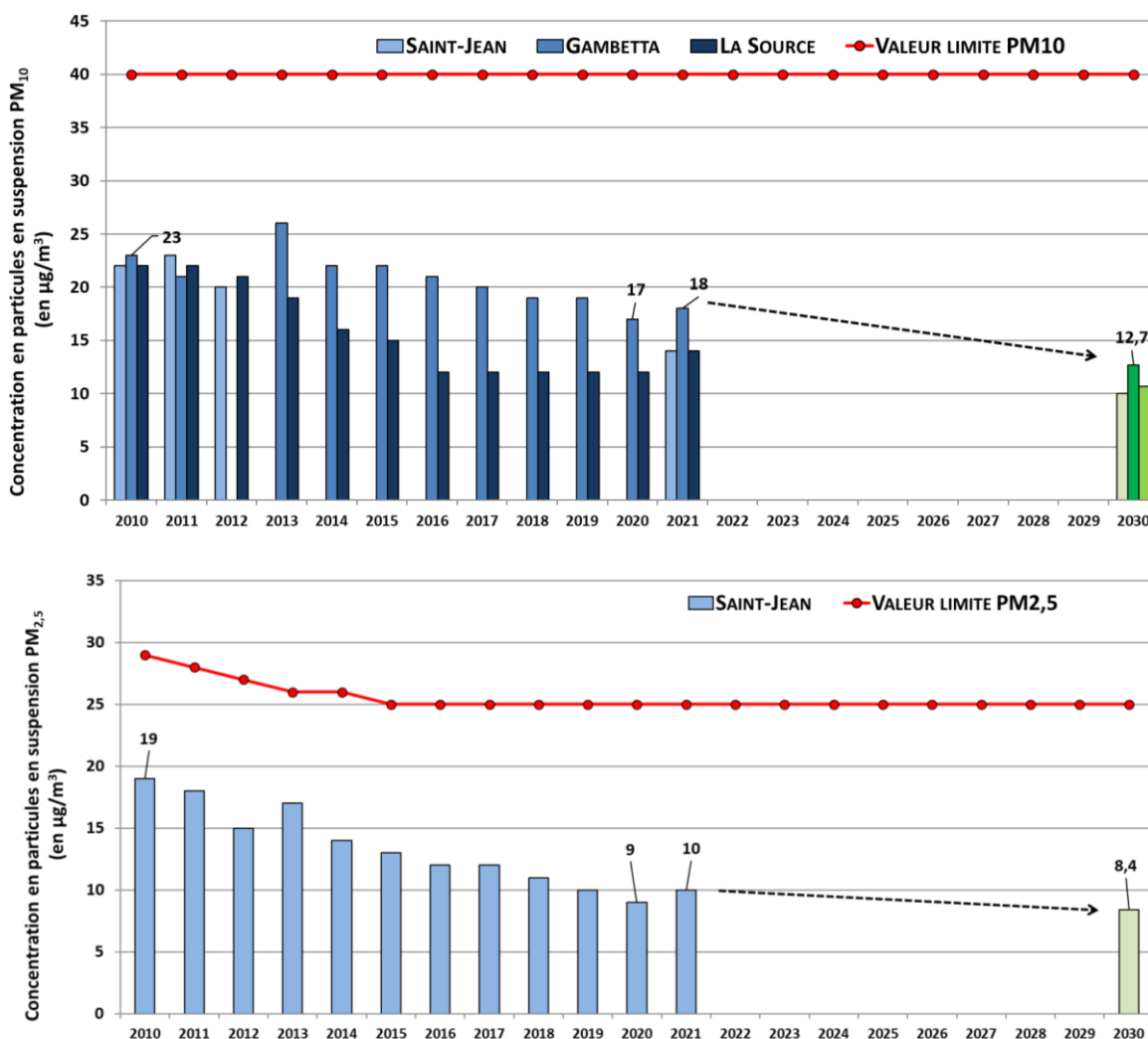


Figure 25 : Concentrations annuelles en PM₁₀ et en PM_{2,5} aux stations de surveillance Scénario « tendanciel 2030 » PPA d'Orléans

Comme pour les particules en suspension PM_{10} et $PM_{2,5}$, les concentrations annuelles en NO_2 calculées au niveau des sites de mesure sont largement inférieures à la valeur limite et ne présentent pas de risque de dépassement à l'horizon 2030 suivant le scénario tendanciel (figure 26). Pour la station trafic Orléans-Gambetta, la concentration annuelle en NO_2 calculée selon le scénario « tendanciel 2030 » d'une valeur de $17,6 \mu g/m^3$ est très inférieure à la valeur limite fixée à $40 \mu g/m^3$. Par conséquent, les niveaux de NO_2 à la station trafic Gambetta ne présenteraient aucun risque de dépassement de la valeur limite annuelle.

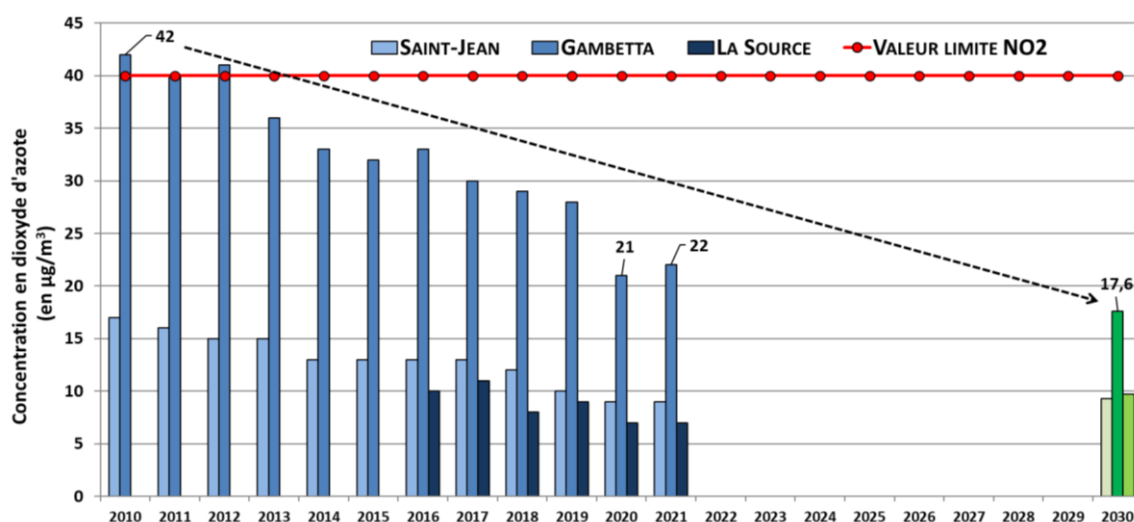


Figure 26 : Concentrations annuelles en NO_2 aux stations de surveillance Scénario « tendanciel 2030 » PPA d'Orléans

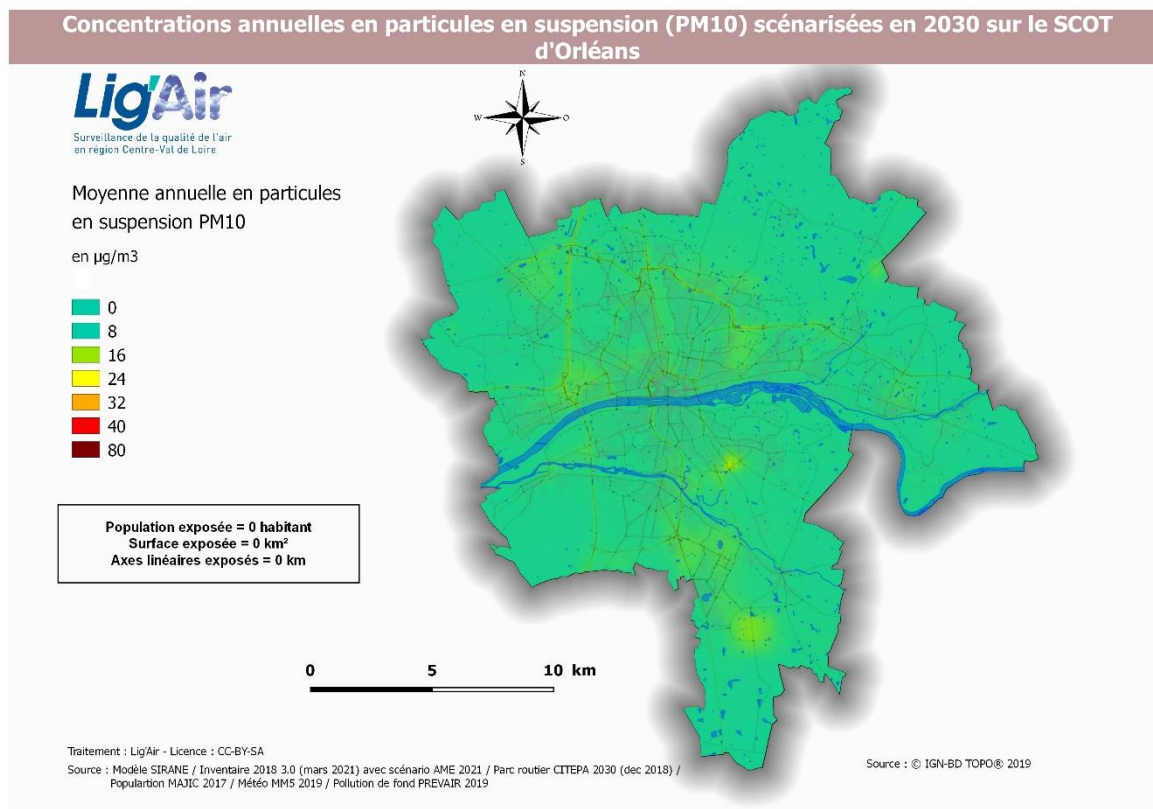
A l'horizon 2030 et en suivant le scénario « tendanciel 2030 » seul, une amélioration de la qualité de l'air par rapport aux PM_{10} et NO_2 serait attendue sur les stations de surveillance urbaines. En site de trafic, il n'existerait plus aucun risque de dépassement de la valeur limite en NO_2 . Rappelons ici, que la valeur limite en NO_2 avait été dépassée sur ce site en 2009, 2010 et 2012.

2- Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans

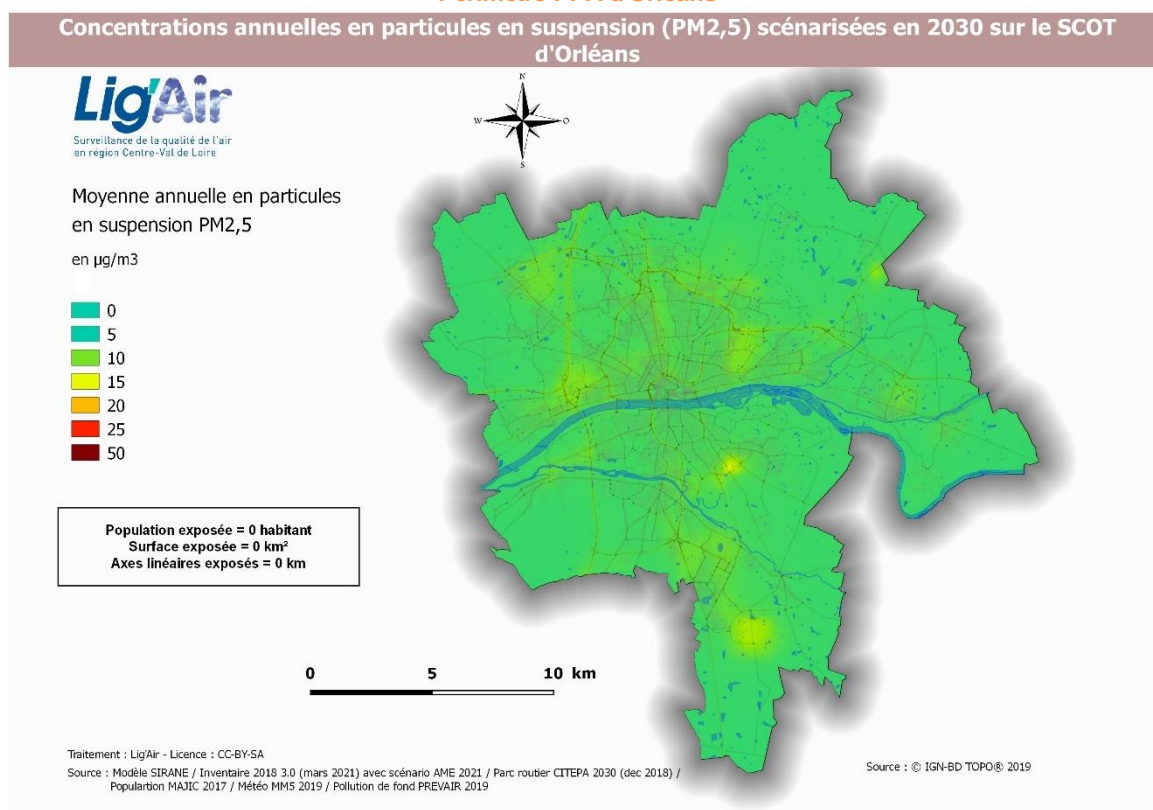
Les cartographies de concentrations obtenues par modélisation suivant le scénario « tendanciel 2030 » sont présentées sur les figures 27, 28 et 29 respectivement pour les particules en suspension PM_{10} , les particules en suspension $PM_{2,5}$ et le dioxyde d'azote NO_2 .

En ce qui concerne les particules en suspension PM_{10} et $PM_{2,5}$, le scénario « tendanciel 2030 » prévoit une diminution généralisée des concentrations annuelles sur l'ensemble du périmètre du PPA (figures 27 et 28). Les niveaux les plus importants, tout en restant inférieurs à la valeur limite, sont localisés aux abords des grands axes de circulation en particulier à proximité de l'A10 mais au niveau du centre-urbain.

Aucun dépassement des valeurs limites en particules en suspension (valeur limite annuelle et $P_{90,4}$) n'a été comptabilisé sur le périmètre du PPA d'Orléans. Rappelons ici, que ces valeurs réglementaires sont déjà respectées sur la zone d'étude.



**Figure 27 : Cartographie des concentrations annuelles en PM₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 »
Périmètre PPA d'Orléans**



**Figure 28 : Cartographie des concentrations annuelles en PM_{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 »
Périmètre PPA d'Orléans**

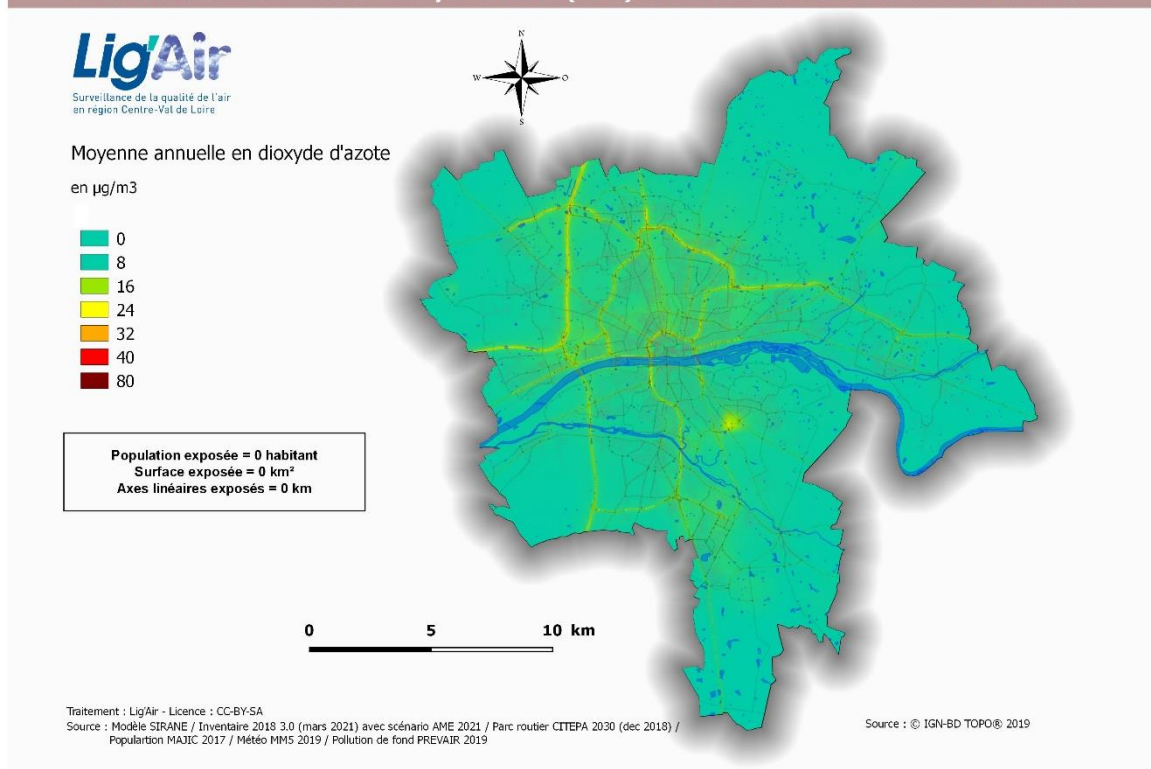


Figure 29 : Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ suivant le scénario « tendanciel 2030 »
Périmètre PPA d'Orléans

La **figure 29** confirme l'absence de zones de dépassement de la valeur limite en NO₂ sur l'ensemble du territoire PPA en 2030 selon le scénario « tendanciel 2030 ». Les concentrations les plus élevées restent à proximité des principaux axes de circulation tels que l'autoroute A10, la tangentielle (est et nord) ainsi que sur les principales artères de la métropole (boulevard Rocheplatte, boulevard Jean Jaurès ou encore la nationale D2020).

La **figure 30** illustre, quant à elle, les baisses de concentrations annuelles en NO₂ entre 2030 et 2019 sur le périmètre du PPA d'Orléans. Ainsi, les principales réductions de concentrations en NO₂ sont localisées aux abords des axes routiers (A10, tangentielle, boulevards du centre-ville, ...) pouvant atteindre localement -44% à proximité des axes routiers comme l'A10 par rapport à l'année 2019. Cette réduction des concentrations est plus faible au niveau du centre urbain avec une diminution de l'ordre de -3 à -4 µg/m³.

A titre informatif, la valeur maximale de la concentration annuelle modélisée en NO₂ en 2030 est localisée sur l'avenue Charles de Gaulle à Ormes entre la D2157 et l'autoroute A10 avec une valeur de 36 µg/m³.

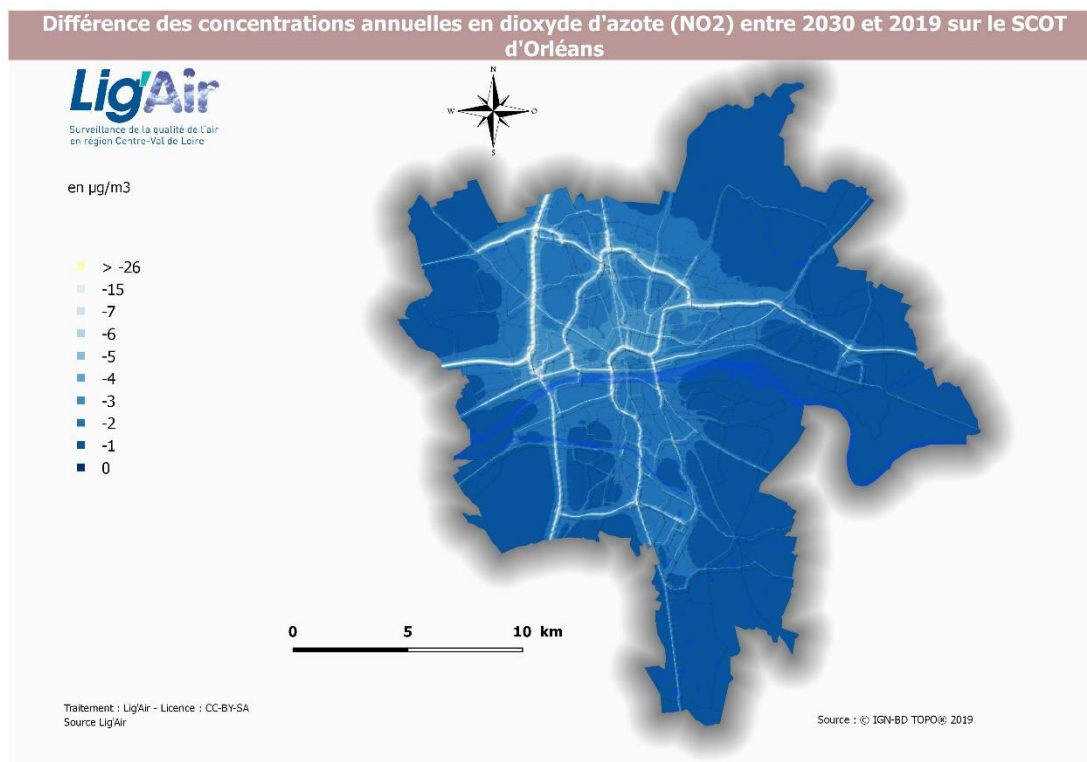


Figure 30 : Différence de concentrations annuelles en NO₂ entre 2030 et 2019 sur le périmètre PPA

En ce qui concerne l'exposition de la population aux dépassements de la valeur limite en NO₂, le scénario « tendanciel 2030 » conduirait à une absence du nombre de personnes exposées à ces dépassements soit une diminution totale entre 2019 et 2030. Cette baisse est due essentiellement à la diminution des émissions de NO_x par le trafic automobile.

3- Bilan et situation par rapport au second objectif : Respect de la directive 2008/50/CE

Les résultats de simulation montrent que le scénario « tendanciel 2030 » améliore fortement la qualité de l'air sur la zone du PPA d'Orléans. Ils prévoient une diminution des concentrations en NO₂ et en particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} sur l'ensemble du périmètre du PPA à la fois au niveau des axes routiers mais également sur les zones éloignées des axes de circulation notamment au centre urbain.

Les concentrations obtenues en 2030 n'engendrent plus aucune zone de dépassement de la valeur limite en NO₂ engendrant une absence de population exposée sur l'ensemble du territoire. Le risque de dépassement (concentration annuelle > 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ soit 10% en dessous de la valeur limite) est également écarté.

C. Conclusion

L'évaluation du scénario « tendanciel 2030 » montre que l'objectif du PPA d'Orléans en termes de réduction des émissions des oxydes d'azote serait atteint sans actions supplémentaires. En ce qui concerne les particules en suspension PM_{2,5}, l'objectif de réduction ne serait quant à lui pas atteint.

Malgré une diminution importante avec le scénario « tendanciel 2030 », des actions locales doivent être menées sur l'ensemble de la zone du PPA d'Orléans. Ces actions pourront participer également une amélioration de la qualité de l'air écartant ainsi encore plus le risque d'exposition de la population à des dépassements de la valeur limite en NO₂ notamment.

V. Actions locales prises au titre du PPA

A. Descriptif des actions

L'ensemble des actions présentées dans cette partie résulte d'une phase de concertation durant laquelle des groupes de travail ont été organisés.

Les mesures d'actions prises en compte dans l'évaluation du plafond d'émissions et de la qualité de l'air sont au nombre de 8 et concernent les principaux secteurs d'activités impliqués dans la dégradation de la qualité de l'air. Ces actions ainsi que les gains d'émissions associés sont présentées dans le **tableau 7**. Les gains d'émissions des actions ont été calculés lors d'un groupe de travail spécifique entre le bureau d'étude Ramboll¹⁰, la DREAL et Lig'Air.

Référence des actions	Objectifs des actions	Gains d'émissions attendus
<u>MOB-1</u>	Mettre en place une zone à Faibles Emissions mobilité (ZFE-m)	NOx : -28 t PM₁₀ : -2 t PM_{2,5} : -2 t COVNM : -6 t
<u>RES-1</u>	- Accompagner la rénovation énergétique des bâtiments et habitations (RES-1)	NOx : -44 t PM₁₀ : -2 t PM_{2,5} : -2 t COVNM : -36 t
<u>RES-2</u>	- Accompagner le changement d'équipements de chauffage massif, favorisant les pompes à chaleur et la biomasse (RES-2) <i>Pour tenir compte de l'augmentation prévue par le SDE des consommations de bois du secteur tertiaire et du raccordement de logements aux chaufferies biomasse, une augmentation de 10 % des émissions associées au bois de la branche énergie a été appliquée</i>	
<u>RES-3</u>	Réglementer l'utilisation des appareils de chauffage au bois	NOx* : +33 t PM₁₀ : -41 t PM_{2,5} : -41 t COVNM : -98 t
<u>RES-4</u>	Sensibiliser sur les alternatives au brûlage des déchets verts avec la logique de retour au sol (compostage, paillage...) Faire respecter l'interdiction de leur brûlage	NOx : -1 t PM₁₀ : -9 t PM_{2,5} : -9 t COVNM : -11 t
<u>ECO-1</u>	- Limiter les émissions des principaux émetteurs industriels (ECO-1)	NOx : 0 t PM₁₀ : 0 t PM_{2,5} : 0 t COVNM : -203 t
<u>ECO-2</u>	- Limiter les émissions de COV des petites entreprises (ECO-2)	
<u>ECO-4</u>	Favoriser les chantiers propres	NOx : 0 t PM₁₀ : -2 t PM_{2,5} : -1 t COVNM : 0 t

Tableau 7 : Objectifs et gains d'émissions des actions prises en compte

*effets antagonistes provenant des facteurs d'émissions appliquer aux nouveaux appareils de chauffages

¹⁰ <https://ramboll.com/> : Assistant à Maitrise d'Ouvrage en charge d'accompagner la révision du PPA

B. Respect des objectifs du plafond d'émissions

a) Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote

Les effets attendus des actions sur les émissions des oxydes d'azote (scénario 2030 + actions) par rapport au scénario « tendanciel 2030 » sont détaillés sur la **figure 31**.

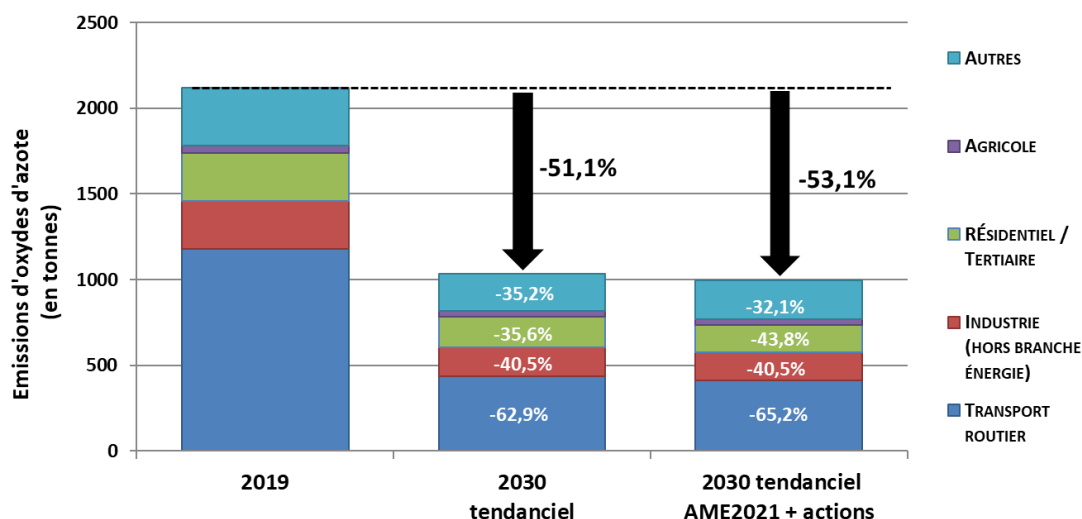


Figure 31 : Evolution des émissions de NOx par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur

Le secteur du transport est le secteur le plus impacté par les actions locales avec une diminution de près de 28 tonnes par rapport aux émissions de « 2030 tendanciel ». Au total, le gain d'émissions en NOx est de 40 tonnes ce qui ramène la diminution des émissions en NOx à l'horizon 2030 à environ -53,1% par rapport aux émissions de l'année 2019 (contre -51,1% pour le scénario « 2030 tendanciel »). Ainsi, l'objectif recherché d'une réduction de 42% est largement atteint. Des actions plus localisées, pérennes ou ponctuelles pourront être mises en place afin de satisfaire cet objectif et contribuer ainsi localement au respect du plafond d'émissions à l'échelle nationale.

b) Effets attendus sur les émissions des particules en suspensions PM₁₀

Les effets attendus des actions sur les émissions des particules en suspension PM₁₀ (scénario 2030 + actions) par rapport au scénario « tendanciel 2030 » sont détaillés sur la **figure 32**.

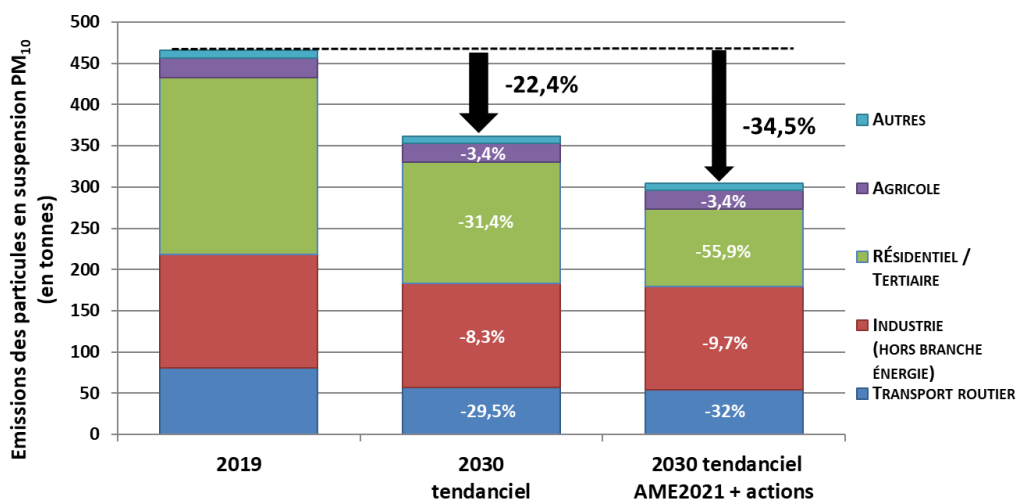


Figure 32 : Evolution des émissions de PM₁₀ par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur

Le secteur résidentiel/tertiaire est le secteur le plus impacté par les actions locales avec une diminution de 52 tonnes par rapport aux émissions de « 2030 tendanciel ». Au total, le gain d'émissions en particules en suspension est de 56 tonnes. Ainsi, à l'horizon 2030 et avec les actions locales, la réduction des émissions en particules en suspension devrait atteindre environ -34,5% par rapport aux émissions de l'année 2019.

c) Effets attendus sur les émissions des particules en suspensions PM_{2,5}

Les effets attendus des actions sur les émissions des particules en suspension PM_{2,5} (scénario 2030 + actions) par rapport au scénario « tendanciel 2030 » sont détaillés sur la **figure 33**.

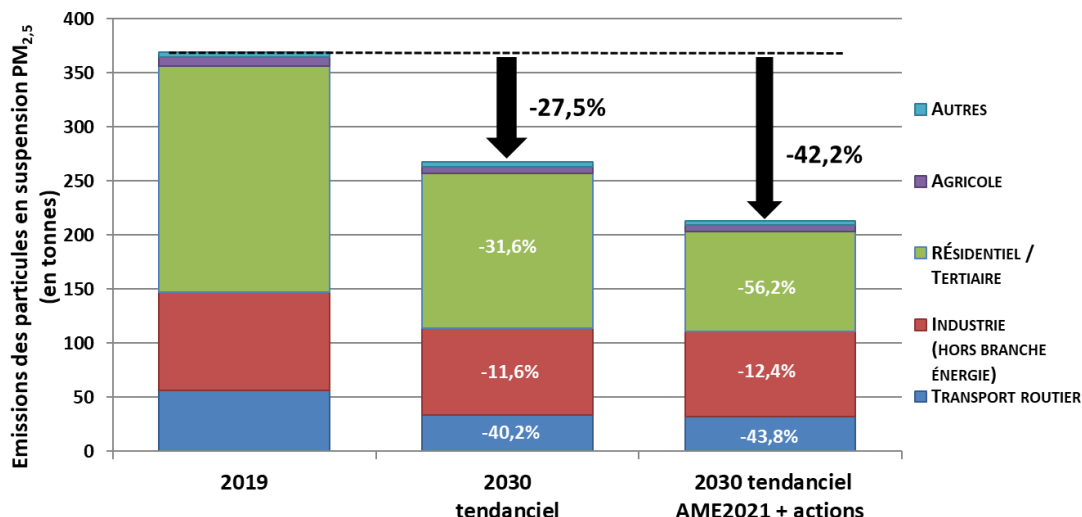


Figure 33 : Evolution des émissions de PM_{2,5} par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur

En situation « 2030 tendanciel », rappelons que les émissions des particules en suspension PM_{2,5} subiraient une baisse d'émissions sensible avec -27,5% par rapport aux émissions de l'année 2019 tout en restant relativement éloignée de l'objectif de réduction à atteindre (-43%). La prise en compte des actions définies précédemment sur les émissions des PM_{2,5} permettraient de diminuer suffisamment les émissions des PM_{2,5} pour se rapprocher du respect du plafond d'émissions avec une diminution de -42,2% par rapport à 2019. A noter que l'évaluation de l'action RES-3 (**tableau 7**) a été réalisée avec l'objectif d'une diminution de -50% des émissions de PM_{2,5} pour 2030 en réponse au plan chauffage au bois¹¹.

¹¹ <https://www.ecologie.gouv.fr/gouvernement-publie-plan-daction-reduire-50-emissions-particules-fines-du-chauffage-au-bois>

d) Effets attendus sur les émissions des COVNM

Les effets attendus des actions sur les émissions des COVNM (scénario 2030 + actions) par rapport au scénario « tendanciel 2030 » sont détaillés sur la **figure 34**.

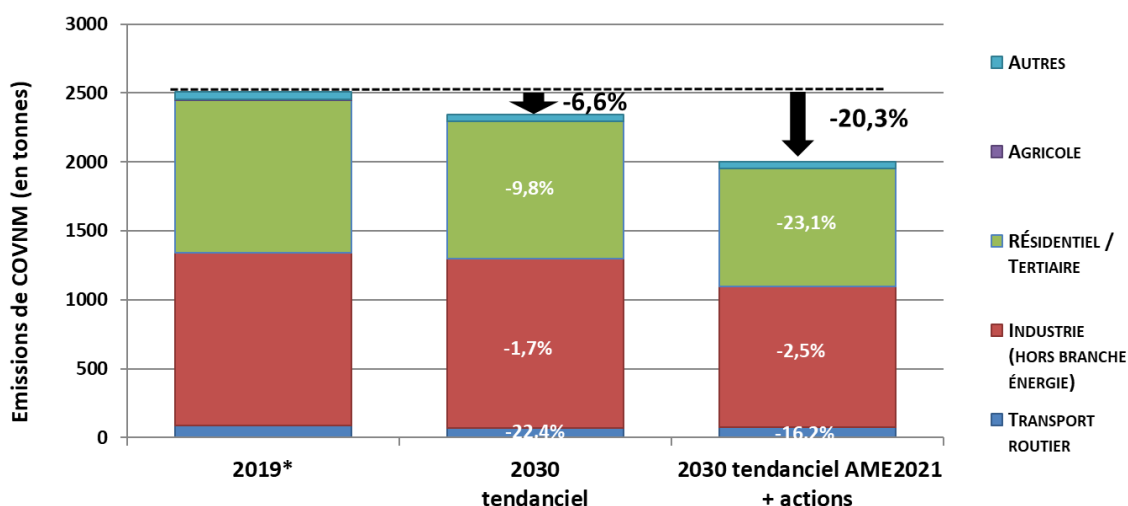


Figure 34 : Evolution des émissions de COVNM par secteur entre les scénarii « tendanciel 2030 » et « tendanciel 2030 + actions » avec gains d'émissions attendus par secteur

En situation « 2030 tendanciel », les émissions des COVNM subiraient une baisse d'émissions relativement faibles avec -9,3% par rapport aux émissions de l'année 2019 tout en restant relativement éloignée de l'objectif de réduction à atteindre (-20%). La prise en compte des actions définies précédemment sur les émissions des COVNM permettraient d'atteindre le plafond d'émissions avec une diminution de -20,3% par rapport à 2019.

e) Respect des objectifs sur la qualité de l'air vis-à-vis de la réglementation

Les simulations numériques des concentrations en polluants atmosphériques (NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}), réalisées dans cette partie de l'étude, sont basées sur les mêmes hypothèses que celles utilisées pour le scénario tendanciel 2030 (**partie IV.A.c**). Les seules différences résident dans le cadastre des émissions qui prend en compte les réductions apportées par les actions en plus de celles issues du scénario « 2030 tendanciel ».

1- Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance

Le scénario « tendanciel 2030 + actions » conduit à une légère diminution des concentrations en particules PM₁₀ et PM_{2,5} et ainsi qu'en NO₂ au niveau des stations de surveillance implantées dans le périmètre du PPA d'Orléans (**tableau 8**).

Pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}, les concentrations calculées sur l'ensemble des sites de mesure diminuent légèrement par rapport au scénario « 2030 tendanciel » et restent largement inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³. Aucun risque de dépassement de la valeur limite en PM₁₀ et en PM_{2,5} n'est pressenti suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions ». Concernant le NO₂, les concentrations calculées au niveau des stations urbaines (Saint-Jean-de-Braye et La Source-CNRS) et de la station trafic Gambetta sont largement inférieures à la valeur limite et ne présentent pas de risque de dépassement à l'horizon 2030 suivant le scénario « 2030 tendanciel + actions ».

STATIONS	NO ₂		PM ₁₀		PM _{2,5}	
Années	2030 tendanciel	2030 tendanciel + actions	2030 tendanciel	2030 tendanciel + actions	2030 tendanciel	2030 tendanciel + actions
Gambetta (Trafic)	17,6	16,8	12,8	11,3	10	9,1
La Source- CNRS (Urbaine)	9,7	9,4	10,7	10,4	8,8	8,5
Saint-Jean- de-Braye (Urbaine)	9,3	9,2	10	9,7	8,4	8,2

Tableau 8 : Concentrations annuelles en NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau des stations de surveillance de Lig'Air

2- Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans

Les cartographies de concentrations en PM₁₀ et en PM_{2,5} obtenues par modélisation suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » sont respectivement présentées sur les **figures 35 et 36**.

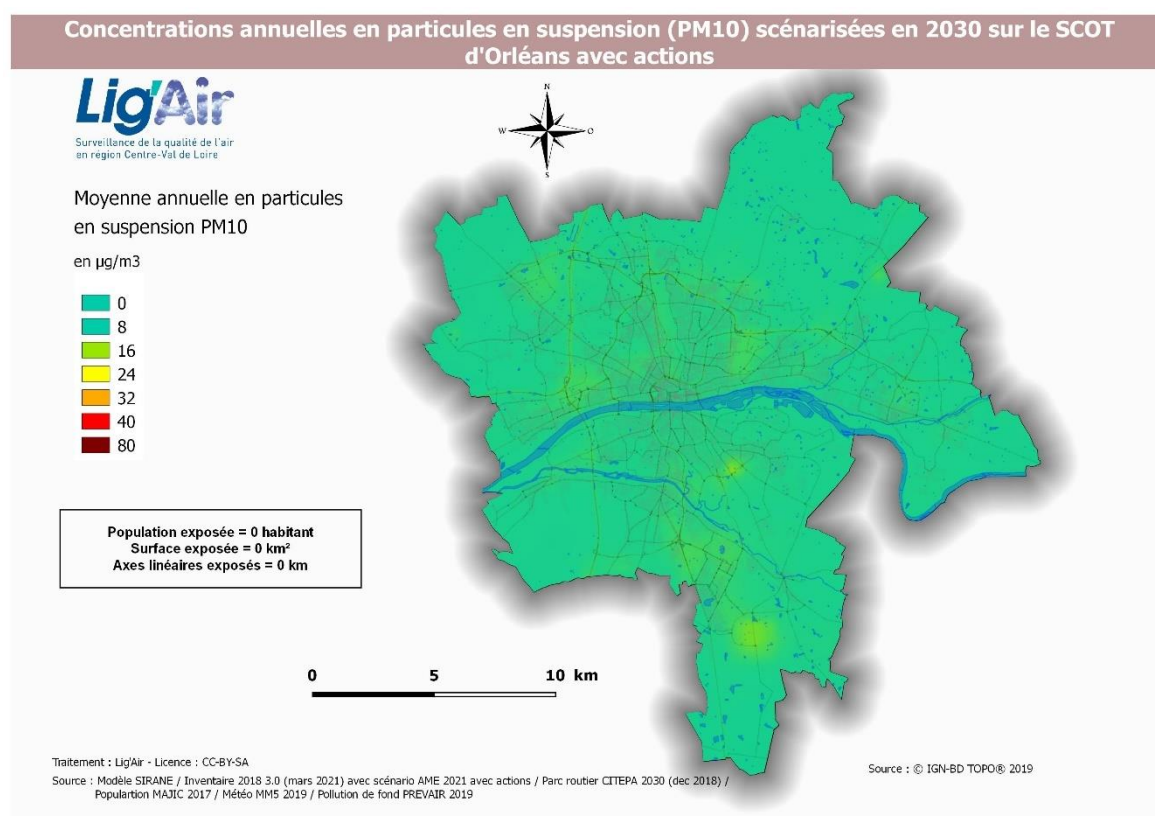


Figure 35 : Cartographie des concentrations annuelles en PM₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » - Périmètre PPA d'Orléans

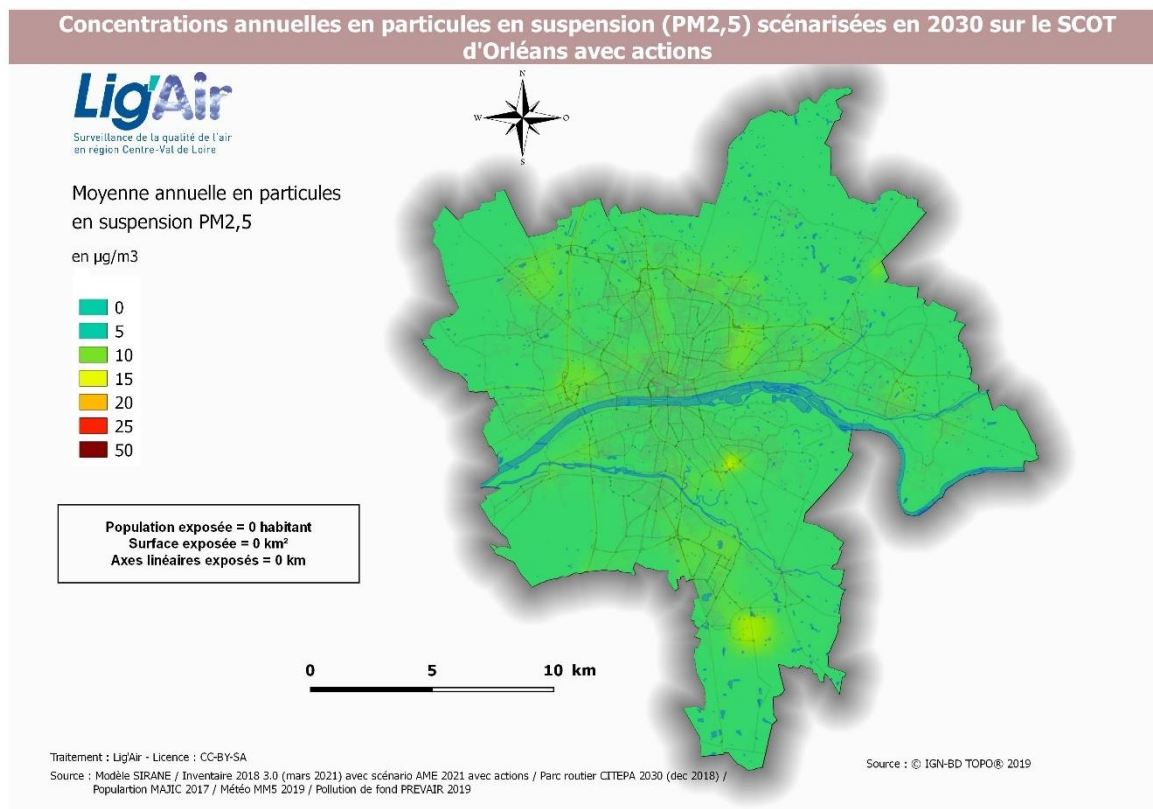


Figure 36 : Cartographie des concentrations annuelles en PM_{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » - Périmètre PPA d'Orléans

Le scénario « tendanciel 2030 + actions » prévoit une stabilisation généralisée des concentrations annuelles en PM₁₀ et en PM_{2,5} sur l'ensemble du périmètre du PPA par rapport au scénario « tendanciel 2030 ». Les niveaux les plus importants, tout en restant inférieurs à la valeur limite, sont localisés aux abords des grands axes de circulation en particulier à proximité de l'A10 mais au niveau du centre-urbain.

Aucun dépassement des valeurs limites en particules en suspension (valeur limite annuelle et P_{90,4}) n'a été comptabilisé sur le périmètre du PPA d'Orléans. Rappelons ici, que ces valeurs réglementaires sont déjà respectées sur la zone d'étude.

En ce qui concerne le dioxyde d'azote, une baisse généralisée des concentrations est prévue par le scénario « tendanciel 2030 + actions » comme nous pouvons le constater sur la carte des concentrations (**figure 37**) et la carte des écarts **figure 38**. La concentration maximale obtenue à l'échelle du territoire atteint 34 µg/m³.

Des baisses de 4 à 5 µg/m³ sont ainsi prévues en particulier le long des axes routiers et localement de 1 µg/m³ sur quelques zones de centre-ville. Les actions spécifiques comme la mise en place d'une Zone à Faibles Emissions mobilité (MOB-1) et la rénovation énergétique des bâtiments (RES-1) et le changement d'équipement de chauffage (RES-2) contribuent à l'amélioration de la qualité de l'air sur la Métropole.

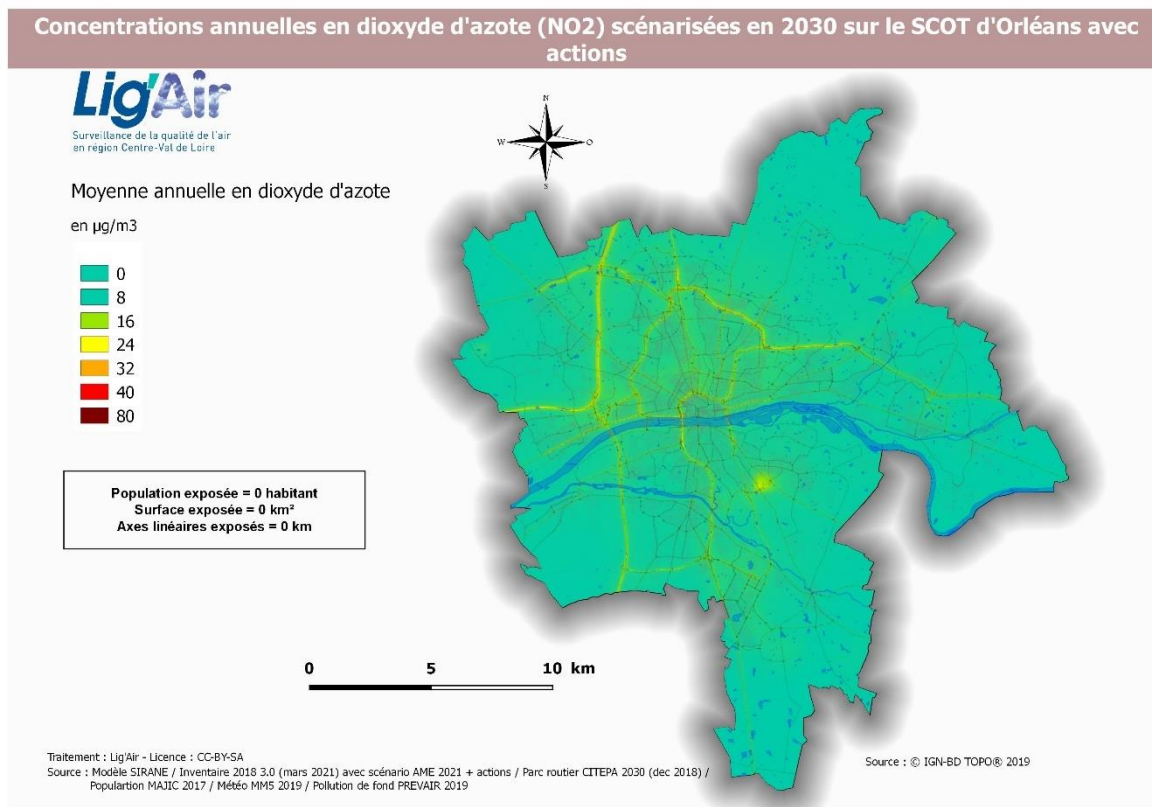


Figure 37 : Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions »

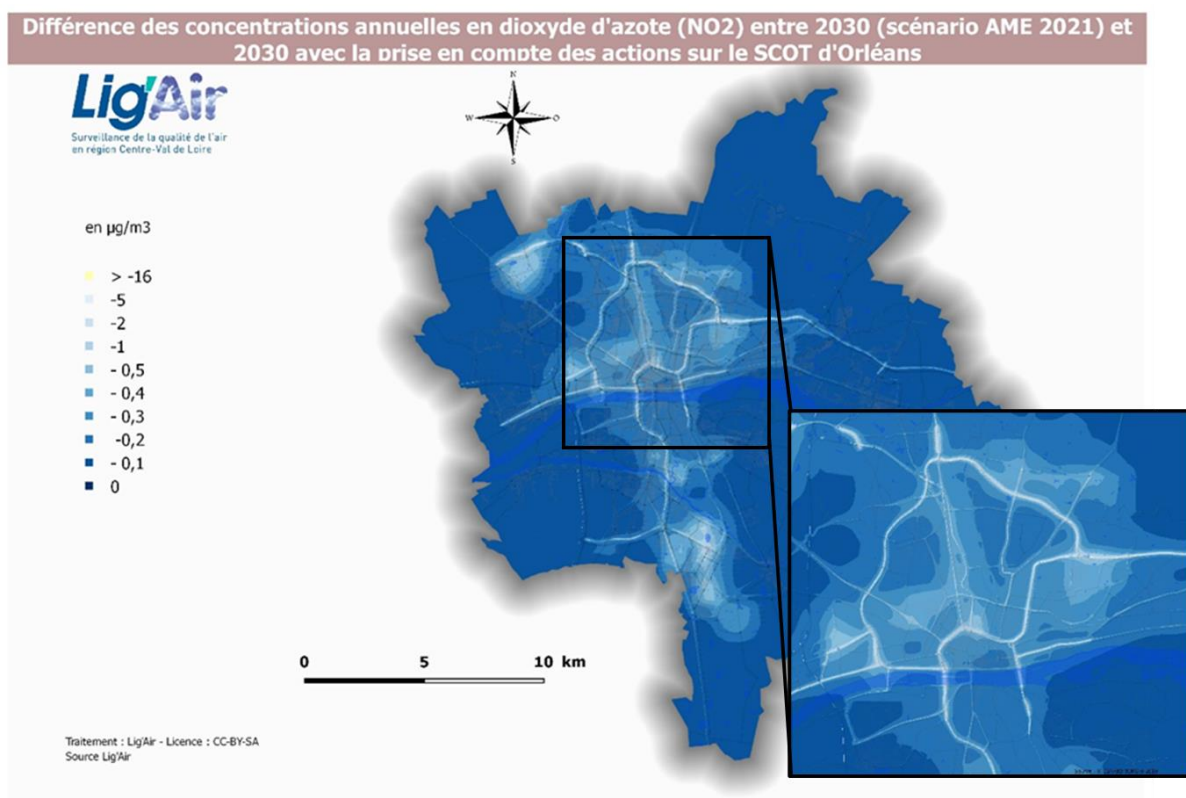


Figure 38 : Différence de concentrations annuelles en NO₂ entre le scénario « 2030 tendanciel » et « 2030 tendanciel + actions » sur le périmètre PPA

Les concentrations obtenues en 2030 avec le scénario « tendanciel 2030 + actions » confirment les résultats obtenus précédemment avec le scénario « 2030 tendanciel » avec une absence de zones de dépassement de la valeur limite annuelle en NO₂ engendrant un

nombre nul de personnes exposées sur l'ensemble du territoire. La mise en place d'actions locales permet d'écarter encore plus le risque de dépassement de la valeur limite (concentration annuelle > 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ soit 10% en dessous de la valeur limite).

f) Respect des objectifs sur la qualité de l'air vis-à-vis des seuils OMS

En 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a adopté de nouvelles lignes directrices mondiales sur la qualité de l'air et recommande le respect de nouveaux seuils de concentration de polluants atmosphériques plus strictes. Ces nouveaux critères définissant un air « sain » devraient influencer la révision en cours de la réglementation européenne.

Concernant le NO_2 , la concentration moyenne maximale recommandée sur une année est divisée par quatre, passant de 40 à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour les particules en suspension, la concentration moyenne maximale recommandée sur une année est abaissée de 25 à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les $\text{PM}_{2,5}$ et de 40 à 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{10} .

Ainsi, en s'appuyant sur les seuils recommandés par l'OMS, les nouvelles évaluations de concentrations annuelles en NO_2 , PM_{10} et $\text{PM}_{2,5}$ sur le territoire PPA d'Orléans sont illustrées respectivement sur les **cartographies 39, 40 et 41** en s'appuyant sur les résultats du scénario « 2030 tendanciel + actions ».

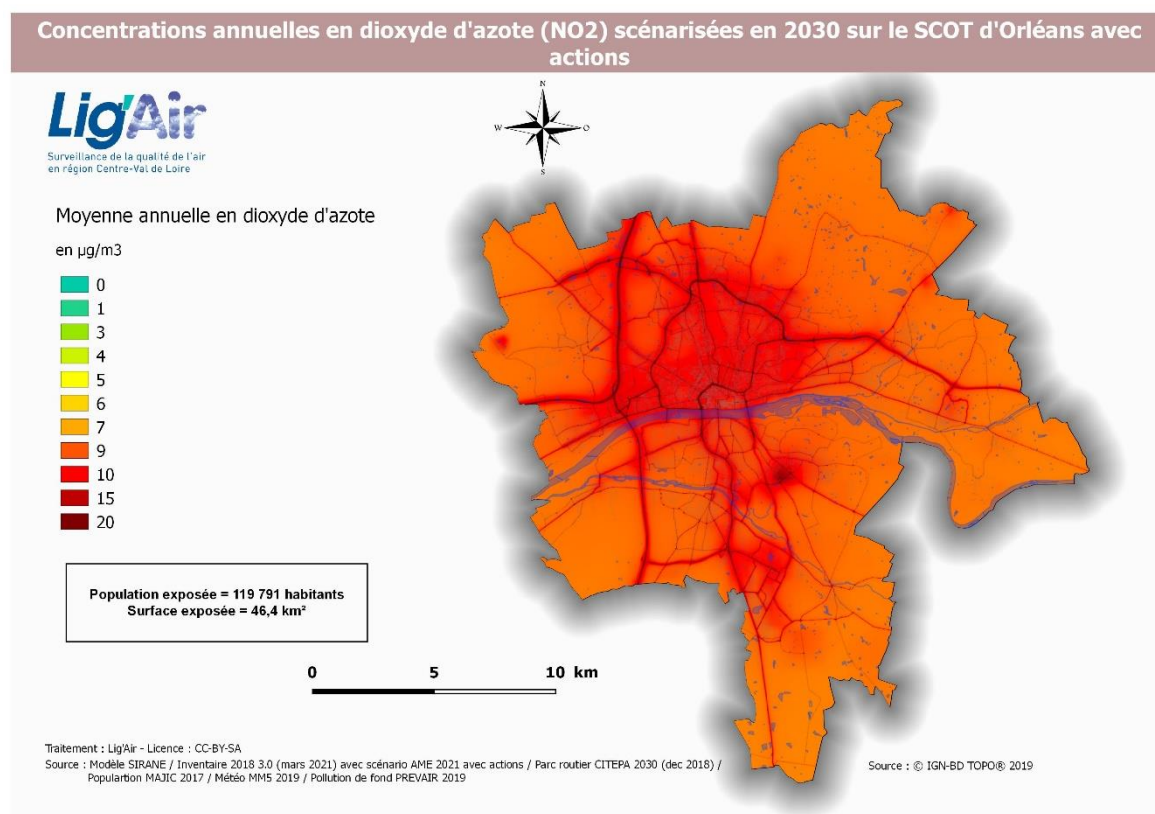


Figure 39 : Cartographie des concentrations annuelles en NO_2 suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans

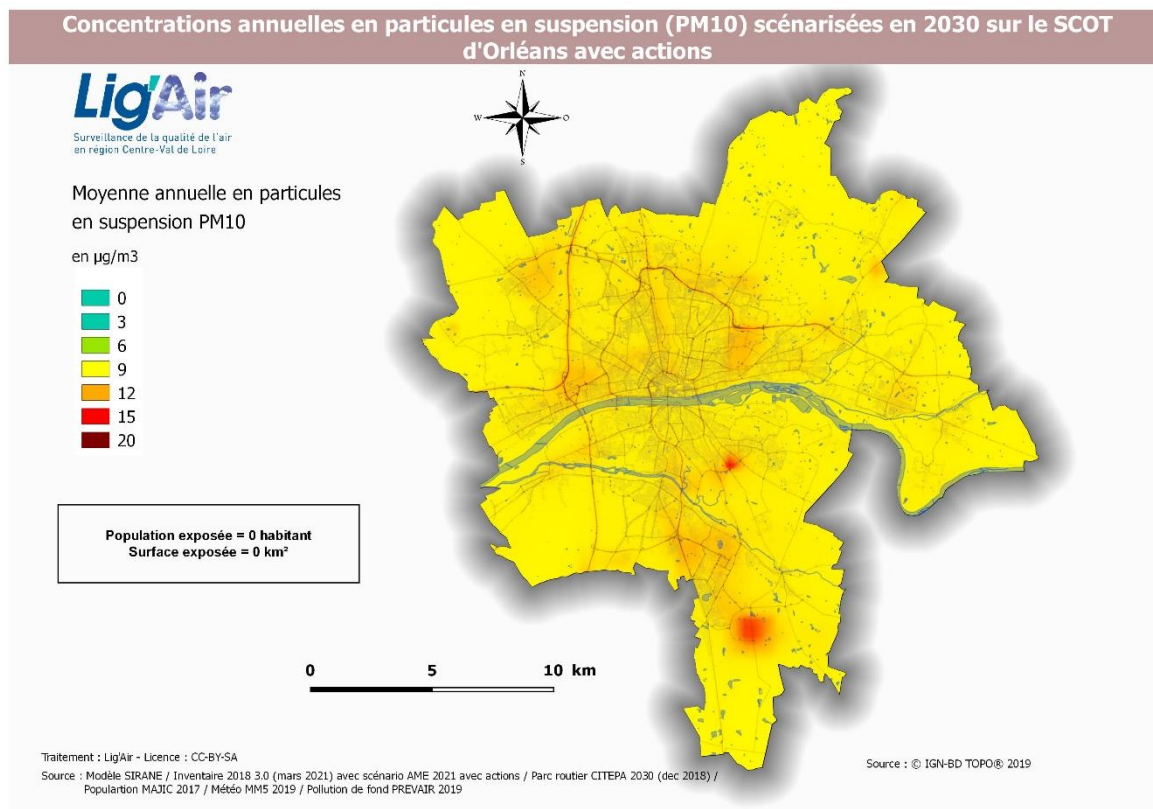


Figure 40 : Cartographie des concentrations annuelles en PM₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans

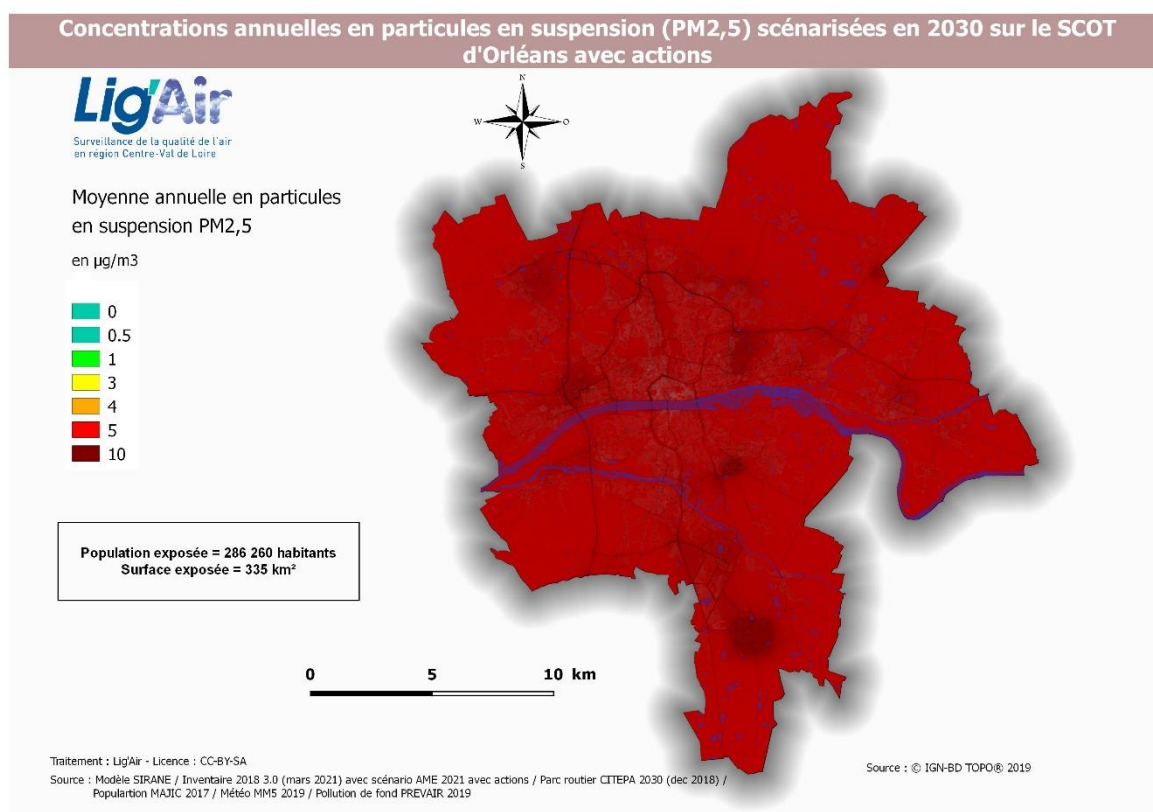


Figure 41 : Cartographie des concentrations annuelles en PM_{2,5} suivant le scénario « tendanciel 2030 + actions » vis-à-vis des seuils OMS - Périmètre PPA d'Orléans

La **tableau 9** synthétise l'évolution de la population exposée vis-à-vis des seuils recommandés par l'OMS pour l'année de référence 2019, pour le scénario tendanciel « 2030 tendanciel » et pour le scénario « 2030 tendanciel + actions ».

Ainsi, la mise en application de ces seuils OMS engendrerait à l'échelle du territoire, malgré la mise en place des actions locales (**tableau 7**), la présence de zones de dépassement de la valeur seuil OMS en NO₂ (ici 10 µg/m³) avec environ 120 000 personnes exposées (**tableau 9**).

Concernant les particules en suspension PM₁₀, aucune personne ne serait soumise à un dépassement de la valeur OMS de 15 µg/m³, contrairement aux particules en suspension PM_{2,5} pour lesquelles la totalité du territoire dépasserait la valeur préconisée par l'OMS de 5 µg/m³ avec une exposition générale de la population.

<u>Evolution de la population exposée</u>		En 2019	En 2030 (« scénario 2030 tendanciel »)	En 2030 (« scénario 2030 tendanciel + actions »)
NO₂	Valeurs réglementaires (> 40 µg/m ³)	656	0	0
	Valeurs OMS 2005 (> 40 µg/m³)	656	0	0
	Valeurs OMS 2021 (> 10 µg/m³)	247 796	147 728	119 791
PM₁₀	Valeurs réglementaires (> 40 µg/m ³)	0	0	0
	Valeurs OMS 2005 (> 20 µg/m³)	0	0	0
	Valeurs OMS 2021 (> 15 µg/m³)	1 043	683	0
PM_{2,5}	Valeurs réglementaires (> 25 µg/m ³)	0	0	0
	Valeurs OMS 2005 (> 10 µg/m³)	15 677	3 828	255
	Valeurs OMS 2021 (> 5 µg/m³)	286 260	286 260	286 260

Tableau 9 : Population exposée calculée par rapport aux seuils OMS (2005 et 2021) pour 2019, pour le scénario « 2030 tendanciel » et pour le scénario « 2030 tendanciel + actions »

VI. Conclusion générale

Des dépassements de valeurs limites réglementaires en dioxyde d'azote (NO₂) en 2009, 2010 et 2012 avaient été observés par Lig'Air sur la station de proximité automobile située sur la Place Gambetta.

Malgré une amélioration continue observée depuis une dizaine d'années, la qualité de l'air dans l'agglomération n'est pas encore satisfaisante.

En effet, les modélisations conduites par Lig'Air montrent :

- que les plafonds d'émission fixés par le Plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques ne seront pas atteints pour la période 2010-2020 en ce qui concerne le dioxyde d'azote ;
- qu'un risque de dépassement des valeurs limites perdure en 2019 en ce qui concerne les concentrations de dioxyde d'azote dans certaines zones localisées, exposant la santé des personnes occupant certains bâtiments ou établissements sensibles (en nombre limité désormais). Un nombre de 656 habitants seraient encore situés dans des zones de dépassement de la valeur limite.

En s'inspirant de la méthodologie nationale d'évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère, les émissions de NO_x, PM₁₀ et PM_{2,5} ont été quantifiées à l'horizon 2030 et une évaluation de la qualité de l'air par modélisation sur le périmètre du PPA d'Orléans a été menée suivant le scénario tendanciel « Avec Mesures Existantes » (AME2021) réalisé et transmis par la DGEC à l'horizon 2030.

L'estimation des émissions suivant le scénario tendanciel 2030 sur le périmètre PPA d'Orléans indique que les plafonds d'émissions nationaux définis dans la directive NEC (2001/81/CE) et le plan particules ne seront pas respectés pour les émissions de particules en suspension PM_{2,5} et des COVNM. Ainsi, l'objectif du PPA d'Orléans en termes de réduction des émissions de ce polluant ne serait pas atteint sans actions supplémentaires.

Concernant la qualité de l'air, les simulations numériques, suivant le scénario tendanciel 2030, montrent une diminution généralisée des concentrations en NO₂ sur l'ensemble du périmètre du PPA avec l'absence de zones de dépassement de la valeur limite en NO₂.

Les concentrations en PM₁₀ ne semblent présenter aucun risque de dépassement sur le périmètre du PPA vis-à-vis de la valeur limite.

Afin de satisfaire les objectifs fixés dans ce PPA, 16 actions locales ont été définies à travers une phase de concertation impliquant tous les acteurs concernés par la qualité de l'air. Les mesures d'actions prises en compte dans l'évaluation du plafond d'émissions et de la qualité de l'air sont au nombre de 8 et concernent les principaux secteurs d'activités impliqués dans la dégradation de la qualité de l'air. Ces actions viseront la réduction des émissions des NO_x, des particules en suspension et des COV de tous les secteurs d'activité impliqués dans la dégradation de la qualité de l'air.

A l'horizon 2030, la mise en place d'actions locales en complément des actions nationales (AME 2021) déjà retenues conduirait à une réduction des émissions des oxydes d'azote d'environ -53% par rapport aux émissions de 2019 et à une réduction d'environ -42% pour

les PM_{2,5} atteignant et/ou se rapprochant ainsi des objectifs de réductions attendus. Ces actions locales conduiraient également à une diminution des émissions de COVNM permettant d'atteindre l'objectif de réduction.

Les résultats de la modélisation des actions locales additionnées aux actions nationales de réduction des émissions montrent une forte diminution généralisée des niveaux de NO₂, en particulier le long des axes routiers avec une absence de zones de dépassement de la valeur limite annuelle.

Toutefois, au regard des seuils préconisés par l'OMS en 2021, malgré la mise en place de ces actions locales, la présence de zones de dépassement de la valeur seuil OMS en NO₂ (10 µg/m³) engendrerait environ 119 791 personnes exposées et aucune personne exposée vis-à-vis de la valeur seuil OMS en PM₁₀ (15 µg/m³). Concernant le seuil préconisé pour les PM_{2,5} (5 µg/m³), l'évaluation montre que la totalité du territoire du PPA d'Orléans et par conséquent toute la population serait soumise à un dépassement au même titre que l'ensemble du territoire régional.

Enfin, il est à rappeler que les simulations réalisées dans le cadre de cet exercice sont basées sur des informations statistiques transmises par le niveau national et des informations locales fournies par les partenaires des différents groupes de travail lors de l'élaboration des actions locales. Cependant, certaines informations non disponibles ont été introduites dans l'évaluation sous formes d'hypothèses (augmentation annuelle du trafic routier de 0,5% entre la dernière année de comptages de trafic routier disponibles et l'année de scénarisation 2030, population gardée constante entre 2019 et 2030, réseau routier constant entre 2019 et 2030, météorologie à l'horizon de 2030 similaire à celle de 2019). Autrement dit, l'utilisation de données actualisées pourrait conduire à des résultats différents de ceux obtenus dans le cadre de cette étude.

VII. ANNEXES

Annexe 1 : Tableau des normes pour la pollution de l'air

a) Les seuils réglementaires de la qualité de l'air

Les différents seuils réglementaires sur la qualité de l'air imposés par les directives et mis en œuvre sur le territoire national sont détaillés dans le tableau suivant.

Objectif de qualité

Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible

Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite

Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Obligation en matière de concentration relative à l'exposition

Niveau fixé sur la base de l'indicateur d'exposition moyenne et devant être atteint dans un délai donné, afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine.

Indicateur d'exposition moyenne (IEM)

Concentration moyenne à laquelle est exposée la population et qui est calculée pour une année donnée à partir des mesures effectuées sur trois années civiles consécutives dans des lieux caractéristiques de la pollution de fond urbaine répartis sur l'ensemble du territoire.

Polluants	Type de norme	Type de moyenne	Valeur à ne pas dépasser	Date d'application
NO ₂	Valeur limite	Annuelle	40 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2010
		Horaire	200 µg/m ³ avec 18 h/an de dépassement autorisé	
	Seuil d'information	Horaire	200 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	400 µg/m ³ sur 3 h	
PM ₁₀	Valeur limite	Annuelle	40 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2005
		Journalière P _{90,4}	50 µg/m ³ avec 35 j/an de dépassement autorisé	
	Objectif de qualité	Annuel	30 µg/m ³	
	Seuil d'information	Journalière	50 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Journalière	80 µg/m ³	
O ₃	Valeur cible	Sur 8 heures	120 µg/m ³ avec 25 j/an de dépassement autorisé en moyenne sur 3 ans	1 ^{er} janvier 2010
	Seuil d'information	Horaire	180 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	240 µg/m ³ sur 3 h	
PM _{2,5}	Obligation concentration relative à l'exposition (IEM)	Annuelle	14,7 µg/m ³	2020
	Valeur cible		20 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2010
	Valeur limite		25 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2015
SO ₂	Valeur limite	Horaire	350 µg/m ³ avec 24 h/an de dépassement autorisé	1 ^{er} janvier 2005
		Journalière	125 µg/m ³ avec 3 j/an de dépassement autorisé	
	Objectif de qualité	Annuel	50 µg/m ³	
	Seuil d'information	Horaire	300 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	500 µg/m ³ sur 3 h	
CO	Valeur limite	Sur 8 heures	10 000 µg/m ³	15 février 2002
Pb	Valeur limite	Annuelle	0,5 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2002
	Objectif de qualité	Annuel	0,25 µg/m ³	
COV (benzène)	Valeur limite	Annuelle	5 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2010
	Objectif de qualité	Annuel	2 µg/m ³	
HAP (B(a)P)	Valeur cible	Annuelle	1 ng/m ³	31 décembre 2012
Arsenic			6 ng/m ³	
Cadmium			5 ng/m ³	
Nickel			20 ng/m ³	

b) Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution

Les méthodes et techniques utilisées pour l'échantillonnage et la mesure des polluants réglementés sont présentées ci-après.

Polluants	Méthode normalisée
Oxydes d'azote - NOx	Détermination de la concentration en masse des oxydes d'azote par chimiluminescence selon la norme EN 14211
Dioxyde de soufre - SO ₂	Dosage par fluorescence dans l'ultraviolet UV selon la norme EN 14212
Monoxyde de carbone - CO	Mesure par rayonnement infrarouge non dispersif selon la norme EN 14 626
Hydrocarbures aromatiques monocycliques - HAM dont benzène	Prélèvement en continu et analyse en chromatographie en phase gazeuse, selon la norme EN 14 662
Ozone	Photométrie dans l'ultraviolet UV, selon la norme EN 14 625
Poussières en suspension PM ₁₀	Principe de la collecte de la fraction PM ₁₀ des particules ambiantes sur un filtre et détermination de la masse gravimétrique, selon la norme EN12341
Hydrocarbures aromatiques polycycliques - HAP dont le benzo(a)pyrène	Principe de la collecte de la fraction PM ₁₀ des particules ambiantes sur un filtre, dosage par chromatographie liquide haute performance avec détection par fluorescence selon la norme EN 15549
Métaux lourds	Principe de la collecte de la fraction PM ₁₀ des particules ambiantes sur un filtre et analyse par spectrométrie d'absorption atomique, selon la norme EN 14902

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**" et 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**" et 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 régionales de l'ozone et du dioxyde d'azote).

Annexe 3 : Bilan des polluants ne présentant aucun dépassement

a) Dioxyde de soufre (SO₂)

Le SO₂ est un polluant issu de la combustion de matières fossiles contenant du soufre (charbon, fuel, gazole, ...) et de procédés industriels. Il s'agit donc essentiellement d'un polluant d'origine industriel. Depuis 2010, ce polluant n'est plus surveillé sur l'agglomération orléanaise. Il fait uniquement l'objet d'une estimation objective basée sur la modélisation et qui permet d'affirmer que les concentrations moyennes annuelles en SO₂ sont extrêmement faibles et inférieures à 5 µg/m³ sur l'ensemble de l'agglomération. Ceci traduit l'absence de risque de dépassement des seuils réglementaires. Ces faibles concentrations depuis 2000 est dû au durcissement de la réglementation industrielle et de l'amélioration des procédés de dépollution.

b) Monoxyde de carbone (CO)

Le CO est un polluant atmosphérique issu de la combustion incomplète des combustibles et carburants fossiles dues aux mauvais réglages d'appareils. Il peut être à l'origine de grave pollution de l'air intérieur en lien avec le mauvais fonctionnement des appareils de chauffage notamment. Depuis 2000, l'amélioration technologique du parc de véhicules entraîne une baisse progressive de la concentration en CO. A partir de 2010, ce polluant n'est plus surveillé sur l'agglomération orléanaise. Ce polluant fait l'objet d'une estimation objective notamment en se basant sur les niveaux de monoxyde d'azote mesurés sur le site trafic de Pompidou à Tours, agglomération dont les émissions pour ce polluant sont comparables à l'agglomération d'Orléans. Ces derniers ne dépassent pas les 1,5 mg/m³ en moyenne sur 8 heures (la valeur limite est de 10 mg/m³ en moyenne sur 8h). Ceci traduit l'absence de risque de dépassement de la valeur limite sur l'ensemble de l'agglomération.

c) Métaux lourds

Les métaux lourds réglementés sont essentiellement issus du secteur industriel :

Arsenic (As) : industrie manufacturière (minéraux non métalliques et matériaux de construction)

Cadmium (Cd) : industrie manufacturière (minéraux non métalliques et matériaux de construction, sidérurgie)

Nickel (Ni) : raffinage du pétrole, production d'électricité, chimie

Plomb (Pb) : industrie manufacturière (métallurgie des métaux ferreux, minéraux non métalliques, matériaux de construction)

Les concentrations en air ambiant pour les quatre métaux lourds réglementés au niveau des stations de mesures ont toujours été inférieures aux valeurs cibles (Pb : 500 ng/m³, As : 6 ng/m³, Cd : 5 ng/m³ et Ni : 20 ng/m³) durant les différentes campagnes de mesures qui se sont déroulées jusqu'en 2010 sur l'agglomération orléanaise. Au regard des niveaux très faibles, les niveaux de métaux lourds dans l'air sont déterminés par estimation objective en se basant notamment sur les concentrations mesurées sur le site régional de référence implanté à Bazoches-les-Gallerandes dans le Loiret. Les niveaux ainsi estimés sont très inférieurs aux valeurs limite et cible, traduisant l'absence de risque de dépassement de la valeur limite sur l'ensemble de l'agglomération

d) Le Benzo(a)Pyrène B(a)P

Les émissions de HAP sont liées aux combustions incomplètes et mal maîtrisées. Les procédés industriels mettant en œuvre une étape de combustion (incinération de déchets, métallurgie, ...) sont une source non négligeable, mais les sources diffuses (feux déchets verts, combustion de la biomasse pour le chauffage, feux de décharge, feux de forêts) représentent la part prépondérante des émissions.

Le seul HAP soumis à réglementation dans l'air ambiant est le benzo(a)pyrène avec une valeur cible de 1 ng/m³ en moyenne annuelle. Ils sont surveillés sur l'agglomération orléanaise depuis 2008 sur le site de Saint Jean de Braye. Les moyennes annuelles sont toujours restées très inférieures à la valeur guide.

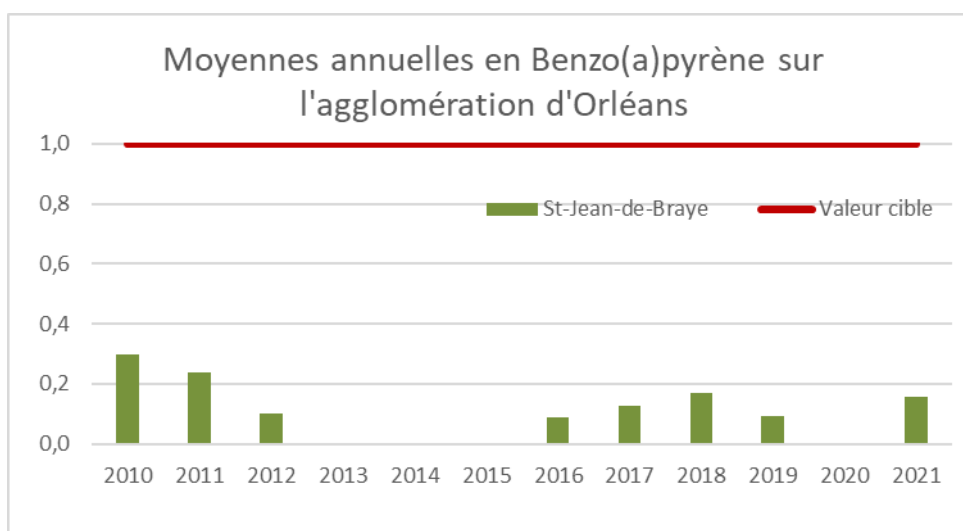


Figure 42 : Evolution de la concentration moyenne annuelle du Benzo(a)Pyrène sur l'agglomération d'Orléans

e) Le benzène

Ce polluant cancérigène pour l'homme est majoritairement émis par le secteur résidentiel. Il est surveillé sur l'agglomération orléanaise sur un site urbain de fond (figure 43). Les moyennes indicatives sont très inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

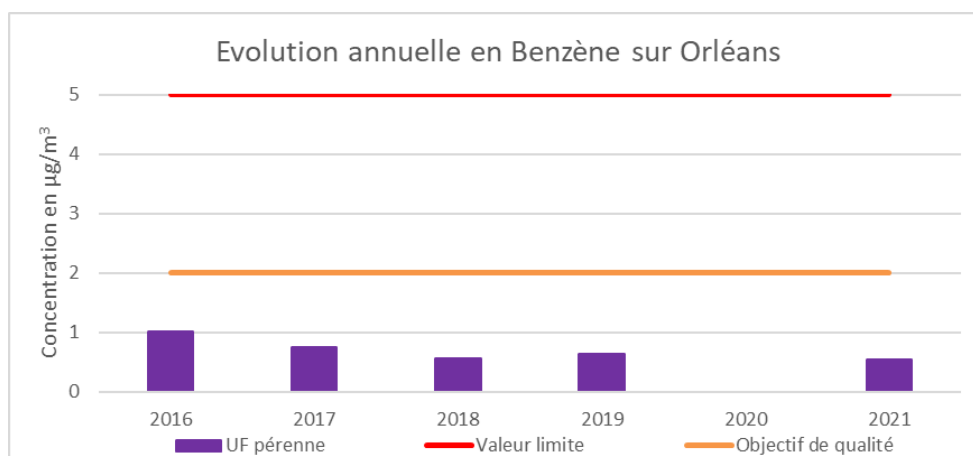


Figure 43 : Evolution de la concentration moyenne annuelle de benzène sur l'agglomération d'Orléans

Annexe 4 : 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 2019 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 $> 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Annexe 5 : Détail de l'inventaire des émissions 2019

a) Détail des émissions annuelles 2019 par polluants sur la zone PPA

Les émissions annuelles 2019 par polluant et par secteur sur l'ensemble de la zone PPA sont détaillées dans le tableau suivant.

Secteurs d'activité (En tonnes)	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	COVNM	NH ₃
Agriculture	42	23,1	7,8	1,76	6,3	76,6
Industrie	279,3	138	90,6	38,5	1248,5	3,4
Résidentiel	155,8	210,4	206	22,8	1085,4	0,9
Tertiaire	126,4	4,3	3,4	15,3	20,8	0,08
Energie	329,2	1,7	1,4	15,5	58,2	0,18
Transport	1179,6	80,3	56,6	2,6	89,6	11,2
Autres	6,4	7,8	3,2	0,002	0,5	8,1
TOTAL	2118,6	465,6	369	96,5	2509,3	100,4

Tableau 10 : Emissions annuelle 2019 par polluants et par secteurs

b) Détail des secteurs émetteurs par polluants sur la zone PPA en 2019

1- Les oxydes d'azote

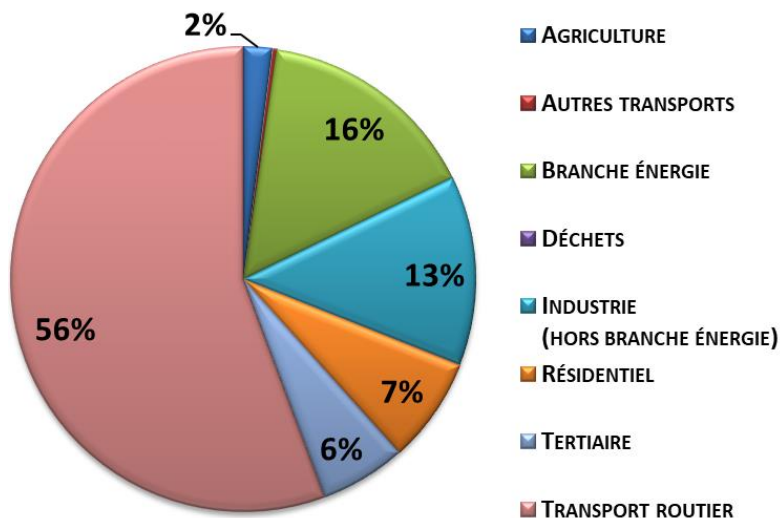


Figure 44 : Contribution des secteurs émetteurs en NOx en 2019 - Source : LIG'AIR

2- Les particules en suspension PM₁₀

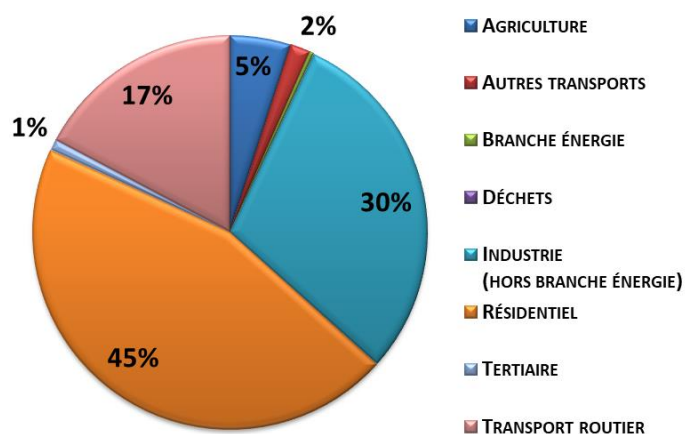


Figure 45 : Contribution des secteurs émetteurs en PM₁₀ en 2019 - Source : LIG'AIR

3- Les particules en suspension PM_{2,5}

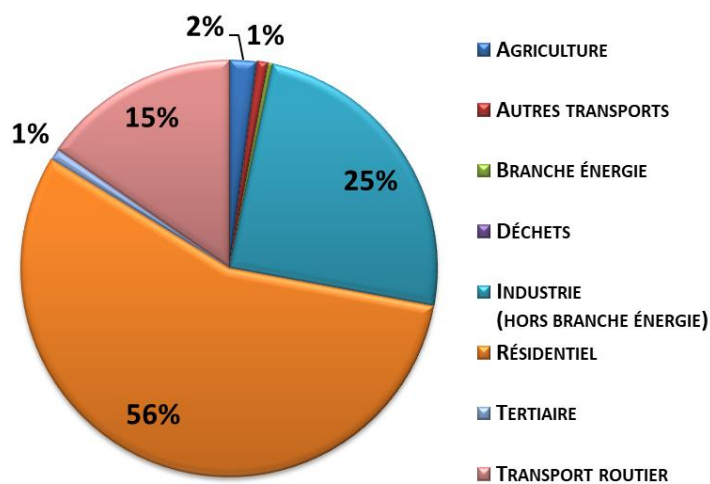


Figure 46 : Contribution des secteurs émetteurs en PM_{2,5} en 2019 - Source : LIG'AIR

4- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

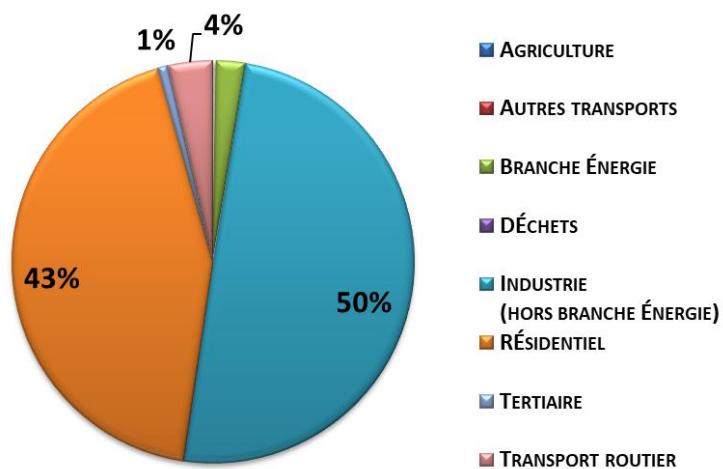


Figure 47 : Contribution des secteurs émetteurs en COVNM en 2019 - Source : LIG'AIR

Annexe 6 : Validation de la plate-forme PREVISIONAIR

Le **tableau 11** présente les incertitudes (biais en %) entre les concentrations moyennes annuelles en NO₂ et PM₁₀ issues des stations de mesures fixes de Lig'Air présentes sur le territoire et celles obtenues par la modélisation.

Pour la réalisation de la validation mesure/modèle et du calage, les conditions météorologiques utilisées sont celles de l'année 2019.

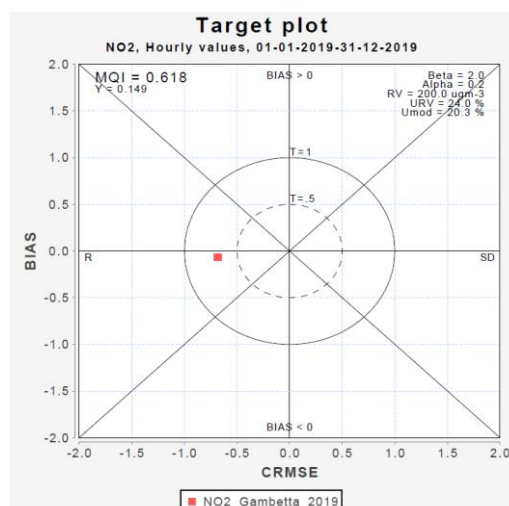
Stations de mesure	Moyenne annuelle 2019 NO ₂		Moyenne annuelle 2019 PM ₁₀	
	Biais (%)	Biais à respecter (%) <i>Directive européenne 2008/50/CE</i>	Biais (%)	Biais à respecter (%) <i>Directive européenne 2008/50/CE</i>
Gambetta	7	<30	44	<50
La Source-CNRS	11	<30	9	<50
Saint-Jean de Braye	4	<30	-	<50

- Pas de mesure de PM₁₀ sur la station de Saint-Jean de Braye

Tableau 11: Critères de validation du modèle (année 2019)

La validation des résultats a été effectuée à l'aide de l'outil Delta Tool, développé par le JRC (Joint Research Center) permettant de réaliser les comparaisons mesure/modèle selon les critères FAIRMODE (Forum for AIR quality MODelling in Europe)¹². Cet outil est mis à disposition par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Les résultats de validation des résultats à l'aide de l'outil Delta Tool sont présentés ci-dessous pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension PM₁₀ pour l'année 2019.

NO₂ - Station Gambetta :

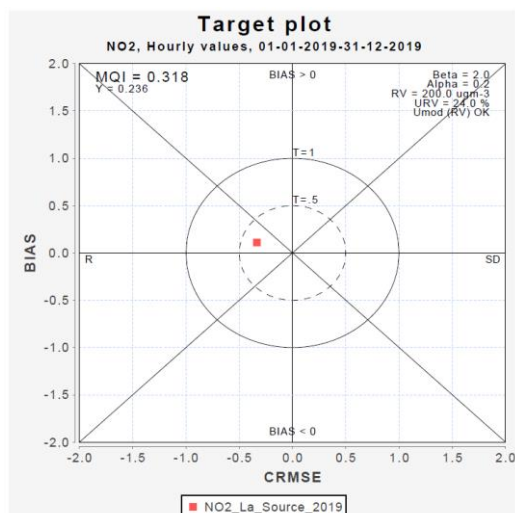


NO2, Hourly values, 01-01-2019-31-12-2019
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected



¹² ATMOSYS user manual, SmeetsNele, Van LooyStijn, Blyth Lisa, VITO, le 23/04/2015

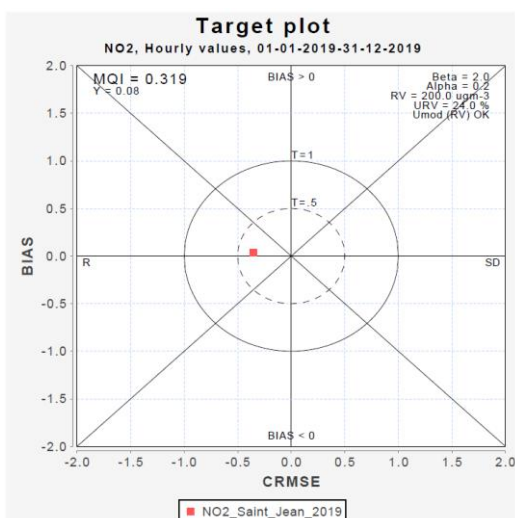
NO₂ - Station La Source-CNRS :



NO₂, Hourly values, 01-01-2019-31-12-2019
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected

INDICATOR		
OBS	Mean	
	Exceed 200.0 ug-m-3	
TIME	Bias Norm	
	Corr Norm	
	StdDev Norm	
	Hperc Norm	
SPACE	Corr Norm	
	StdDev Norm	

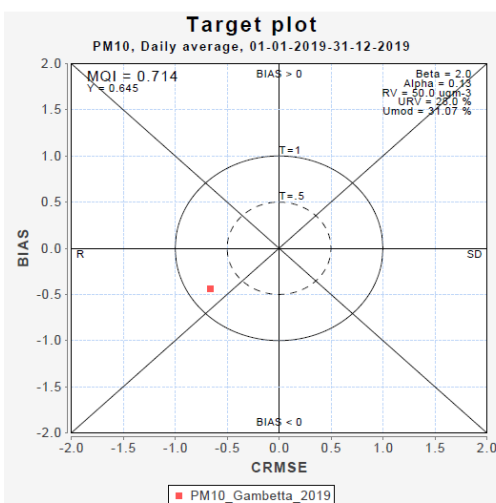
NO₂ - Station Saint Jean de Braye :



NO₂, Hourly values, 01-01-2019-31-12-2019
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected

INDICATOR		
OBS	Mean	
	Exceed 200.0 ug-m-3	
TIME	Bias Norm	
	Corr Norm	
	StdDev Norm	
	Hperc Norm	
SPACE	Corr Norm	
	StdDev Norm	

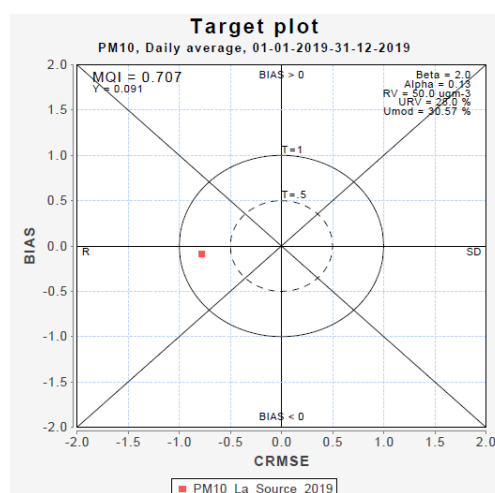
PM₁₀ - Station Gambetta :



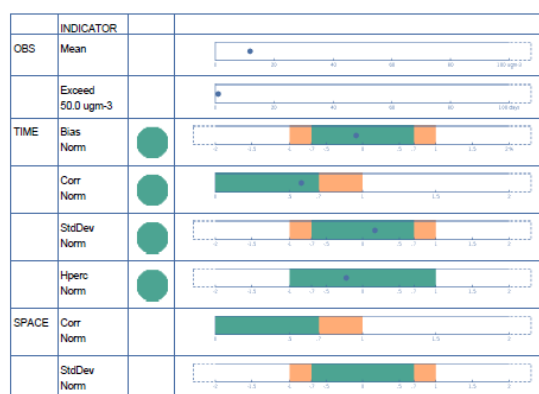
PM₁₀, Daily average, 01-01-2019-31-12-2019
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected

INDICATOR		
OBS	Mean	
	Exceed 50.0 ug-m-3	
TIME	Bias Norm	
	Corr Norm	
	StdDev Norm	
	Hperc Norm	
SPACE	Corr Norm	
	StdDev Norm	

PM₁₀ - Station La Source :



PM10, Daily average, 01-01-2019-31-12-2019
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected



Conformément à la méthodologie nationale et en l'absence des données de mesures issues des stations fixes pour la situation « 2030 », le modèle SIRANE a été calé et validé sur l'année de référence 2019.

En conclusion, les incertitudes associées au modèle SIRANE respectent largement les objectifs de qualité fixés par la Directive européenne, à la fois pour le NO₂ et les PM₁₀.

Annexe 7 : Détail de l'inventaire des émissions « 2030 tendanciel »

c) Détail des émissions annuelles du scénario « 2030 tendanciel » par polluants sur la zone PPA

Les émissions annuelles du scénario « 2030 tendanciel » par polluant et par secteur sur l'ensemble de la zone PPA sont détaillées dans le tableau suivant.

Secteurs d'activité (En tonnes)	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	COVNM	NH ₃
Agriculture	32	22,3	6,3	1,8	3	76,4
Industrie	166	126,5	80,1	31,6	1227	3
Résidentiel	114,5	144	140,8	16,2	980,4	0,9
Tertiaire	67,2	3,4	2,5	6,2	17	0,08
Branche Energie	210,3	0,8	0,6	8,5	45,5	0,2
Transport	438	56,6	33,9	2,1	69,5	12,8
Autres	7,1	8,1	3,2	0,002	0,5	8,7
TOTAL	1035	362	267	66	2343	102

Tableau 12 : Emissions annuelle 2030 par polluants et par secteurs

d) Détail des secteurs émetteurs par polluants sur la zone PPA avec le scénario « 2030 tendanciel »

1- Les oxydes d'azote

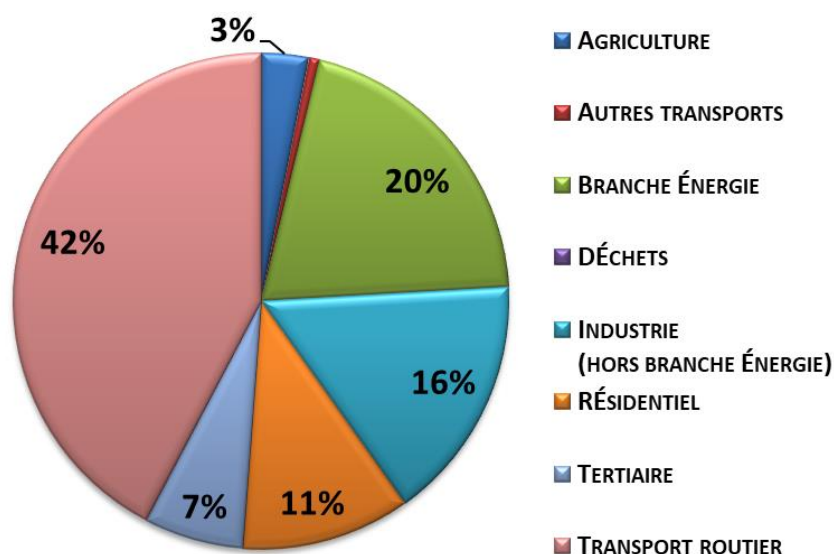


Figure 48 : Contribution des secteurs émetteurs en NOx en 2030 – Scénario « 2030 tendanciel »
Source : LIG'AIR

2- Les particules en suspension PM₁₀

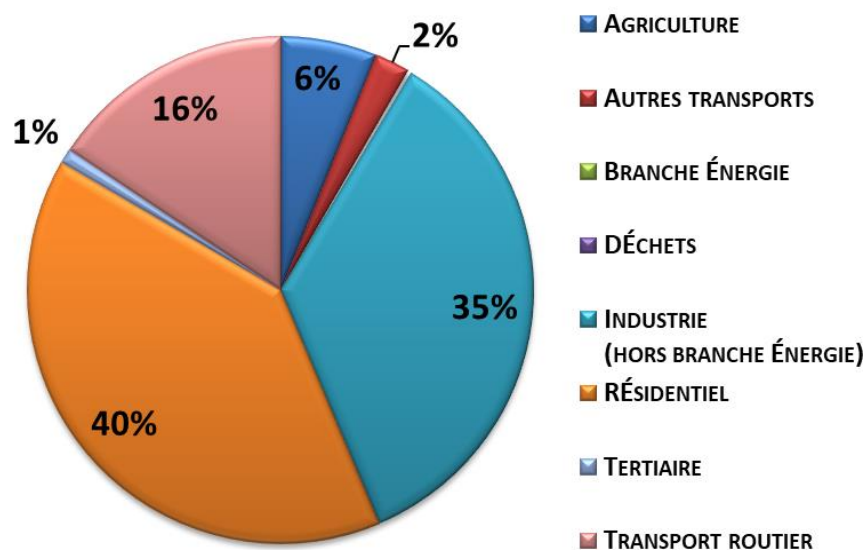


Figure 49 : Contribution des secteurs émetteurs en PM₁₀ en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel »
Source : LIG'AIR

3- Les particules en suspension PM_{2,5}

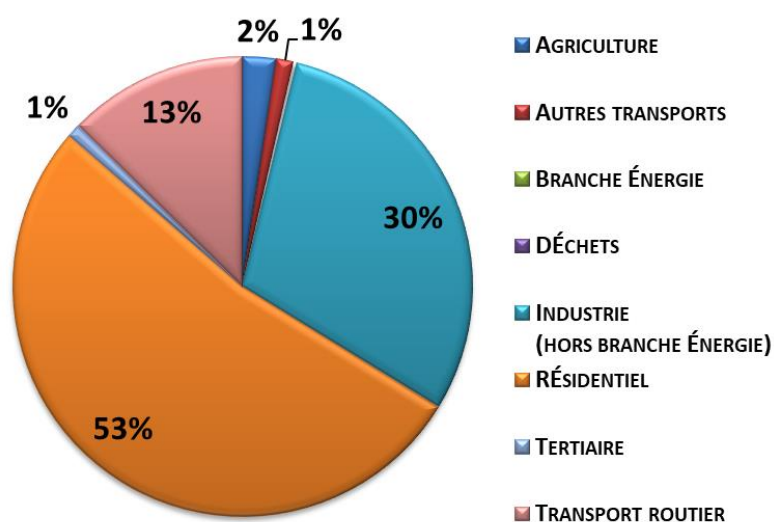


Figure 50 : Contribution des secteurs émetteurs en PM_{2,5} en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel »
Source : LIG'AIR

4- Les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)

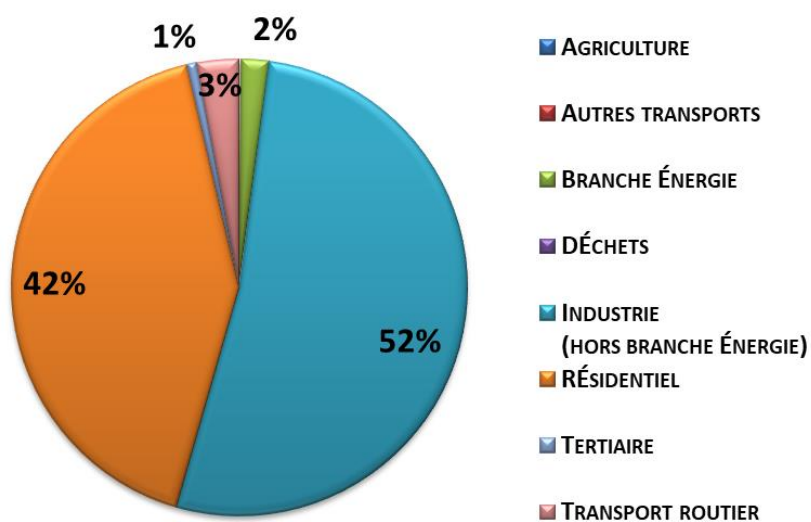


Figure 51 : Contribution des secteurs émetteurs en COVNM en 2030 - Scénario « 2030 tendanciel »
Source : LIG'AIR