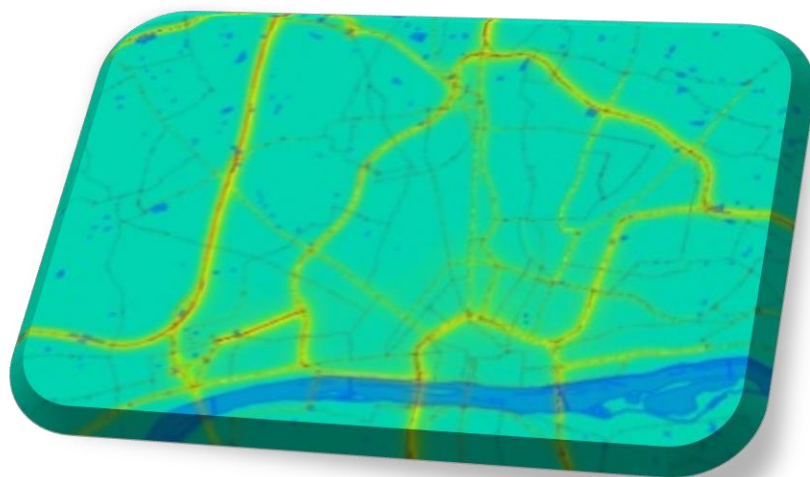




Plan de Protection de l'Atmosphère

Etat des lieux de la qualité de l'air et
évaluation prospective 2020

Orléans



Rapport final
Janvier 2020

Lig'Air

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

SOMMAIRE

1	INTRODUCTION	5
2	EVOLUTION DES OUTILS ET DES METHODES D'EVALUATION	6
3	ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE TERRITOIRE DU PPA D'ORLEANS	7
3.1	Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air	7
3.1.1	Le réseau métrologique Orléanais : Stations actuelles de mesures fixes	7
3.1.2	Outils numériques : Cadastre des émissions et plates-formes de modélisations	8
3.2	Etat des lieux de la qualité de l'air, responsabilité et leviers d'actions	9
3.2.1	Le dioxyde d'azote	10
3.2.1.1	Résultats issus du réseau de surveillance	10
3.2.1.2	Résultats issus de la modélisation	11
3.2.1.3	Résultats issus de l'inventaire des émissions	12
3.2.2	Les particules en suspension (PM ₁₀ et PM _{2,5})	14
3.2.2.1	Résultats issus du réseau de surveillance	14
3.2.2.2	Résultats issus de la modélisation	15
3.2.2.3	Résultats issus de l'inventaire des émissions	16
3.2.3	Le Benzène (C ₆ H ₆)	17
3.2.4	L'ozone (O ₃)	18
3.3	Conclusion : enjeux et leviers d'actions	19
4	Evaluation prospective de la qualité de l'air à l'horizon 2020 sur la zone du PPA d'Orléans	19
4.1	Objectifs du PPA	19
4.1.1	Les objectifs du point de vue des émissions	19
4.1.2	Les objectifs du point de vue des concentrations et exposition de la population	21
4.2	Outils et méthodologies	22
4.2.1	Méthodologie et processus d'évaluation	22
4.2.2	Outils d'évaluation et hypothèses	23
4.2.2.1	Inventaire et cadastre des émissions	23
4.2.2.2	Modélisation haute résolution et scénario	24
4.3	Résultats et effets attendus par le scénario « 2020 tendanciel »	24
4.3.1	Les effets attendus sur les émissions	24
4.3.1.1	Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote	26
4.3.1.2	Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM ₁₀	26
4.3.1.3	Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM _{2,5}	27
4.3.1.4	Bilan et situation par rapport au premier objectif : Réduction des émissions	27
4.3.2	Les effets attendus sur la qualité de l'air et l'exposition de la population	28
4.3.2.1	Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance	28
4.3.2.2	Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans	29
4.3.2.3	Bilan et situation par rapport au second objectif : Respect de la directive 2008/50/CE	32
4.4	Conclusion	34
5	Conclusion générale	34

6	Annexes	35
6.1	Annexe 1 : Tableau des normes pour la pollution de l'air	35
6.1.1	Les seuils réglementaires de la qualité de l'air	35
6.1.2	Techniques utilisées pour l'évaluation de la pollution	37
6.2	Annexe 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions 2010	38
6.2.1	Qu'est-ce qu'un inventaire des émissions ?	38
6.3	Annexe 3 : Bilan des polluants ne présentant aucun dépassement	39
6.3.1	Dioxyde de soufre (SO ₂)	39
6.3.2	Monoxyde de carbone (CO)	39
6.3.3	Métaux lourds	40
6.3.4	Le Benzo(a)Pyrène B(a)P	41
6.4	Annexe 4 : Méthodologie pour le calcul d'exposition de la population	41
6.5	Annexe 5 : Détail de l'inventaire des émissions 2010	42
6.5.1	Détail des émissions annuelles 2010 par polluant sur la zone PPA	42
6.5.2	Détail des secteurs émetteurs par polluant sur la zone PPA en 2010	42
6.6	Annexe 6 : Validation de la plate-forme PREVISIONAIR	44
6.7	Annexe 7 : Détail de l'inventaire des émissions 2020 prospectifs	48
6.7.1	Détail des secteurs émetteurs par polluant sur la zone PPA	48

1 INTRODUCTION

L'amélioration de la qualité de l'air est un enjeu sanitaire majeur. Les professionnels de la santé publique s'accordent pour signaler que la pollution atmosphérique à laquelle est exposée quotidiennement la population est responsable, chaque année en France, de la mort prématurée de plusieurs dizaines de milliers de personnes. Une récente étude de l'INVS sur Orléans Métropole¹ rapporte que la pollution de l'air, en prenant en compte uniquement les concentrations en particules en suspension et en ozone, est responsable en moyenne annuellement de 6 décès anticipés (4 pour les PM₁₀ et 2 pour l'ozone) pour Orléans. Les concentrations en particules en suspension PM_{2,5} sont, quant à elles, responsables de 73 décès à long terme pour Orléans.

Les plans de protection de l'atmosphère (ou PPA) sont des outils réglementaires qui s'appliquent aux agglomérations de plus de 250 000 habitants et aux zones dans lesquelles des dépassements des valeurs limites des concentrations de polluants réglementés ont été observées (au sens de l'article R. 221-1 du code de l'environnement).

Les PPA répondent aux exigences de la réglementation européenne en termes de qualité de l'air, notamment au regard du nombre maximal de 35 jours de dépassement par an de la valeur limite de 50 µg/m³ en moyenne journalière pour les PM₁₀ (applicable depuis 2005, et actuellement objet d'un contentieux avec la Commission Européenne) et de la valeur limite de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le NO₂ (applicable depuis 2010).

Les PPA doivent permettre à la fois de respecter ces valeurs limites de concentrations des polluants concernés et de contribuer localement au respect des plafonds d'émissions nationaux et des émissions sectorielles. Ils fixent les mesures de gestion permanentes ou de court terme (en situation d'urgence lors d'épisodes de pollution par exemple) des émissions et des sources de pollution pour améliorer la qualité de l'air et éviter les situations d'épisodes au cours desquelles les valeurs limites sont dépassées au détriment du bien-être des populations et de la préservation des écosystèmes.

Afin d'accompagner le processus d'élaboration du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) et de garantir une cohérence sur l'ensemble du territoire français, une méthodologie nationale d'évaluation avait été développée en 2012 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). Lig'Air avait alors réalisé une étude qui portait sur l'évaluation de la qualité de l'air pour l'année 2010 et à l'horizon prospectif 2015 (avec la prise en compte d'actions de réduction d'émissions). Cette étude était basée sur l'inventaire des émissions 2008 et sur les projections des émissions nationales (OPTINEC 4²). L'ensemble des résultats issus de cette étude sont décrits dans les Plans de Protection de l'Atmosphère en 2014. Les différentes actions prises en compte pour le scénario prospectif 2015 y sont également détaillées.

En 2016, à la demande de la DREAL, Lig'Air a réactualisé l'évaluation de la qualité de l'air en 2010 sur le périmètre du PPA d'Orléans (Orléans Métropole) en se basant cette fois-ci sur l'inventaire des émissions 2010. Les données météorologiques utilisées pour cette réactualisation avaient été celles de 2009. Ce choix avait été dicté par la méthodologie nationale qui préconisait l'année 2009 dans les scénarisations nationales. Sur le plan météorologique, l'année 2009 était considérée comme une année « moyenne » au niveau national et est donc représentative des situations les plus courantes.

¹ Evaluation de l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique urbaine dans l'agglomération d'Orléans, 2008-2010. Impact à court et à long terme. INVS, mars 2013.

² OPTINEC 4 : Scénarii prospectifs climat-air-énergie – Evolution des émissions de polluants en France Horizon 2020 et 2030, CITEPA, 8 Juin 2011

2 EVOLUTION DES OUTILS ET DES METHODES D'EVALUATION

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 2015³. 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'évaluation⁴ 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 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 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.

³ Note technique, Fourniture et validation des données de population spatialisées selon la méthodologie nationale MAJIC, LCSQA, 2015

⁴ Estimation des populations exposées aux dépassements de seuils réglementaires – Echelle urbaine, LCSQA, Décembre 2014

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 précédemment⁵. 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.

3 ETAT DE LA QUALITE DE L'AIR SUR LE TERRITOIRE DU PPA D'ORLEANS

3.1 Le dispositif de surveillance de la qualité de l'air

La surveillance de la qualité de l'air dans le périmètre du PPA d'Orléans Métropole, 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 (Cf. annexe 1 : normes pour la pollution de l'air).

3.1.1 Le réseau métrologique Orléanais : Stations actuelles de mesures fixes

Sur le périmètre du PPA, en 2019, le réseau de mesures est constitué de 4 stations permanentes représentatives des différents types d'exposition (urbaine de fond, périurbaine de fond et urbaine trafic). Le tableau 1, donne la typologie de chaque station ainsi que les polluants qui y sont surveillés. La figure 1 donne la localisation des sites de mesures.

Nom	Typologie	Polluants mesurés
Marigny-les-Usages	Périurbaine de fond	Ozone
St-Jean-de-Braye	Urbaine de fond	Oxydes d'azote, particules en suspension (PM _{2,5}), benzène, HAP
La Source CNRS	Urbaine de fond	Ozone, oxydes d'azote, particules en suspension (PM ₁₀), carbone suie
Gambetta	Urbaine Trafic	Oxydes d'azote, particules en suspension (PM ₁₀)

Tableau 1 : Stations permanentes du réseau de mesures Orléanais (année 2019)

⁵ PPA Orléans : évaluation prospective 2015, juillet 2013

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

PPA Orléans : Etat des lieux 2010, version 2016

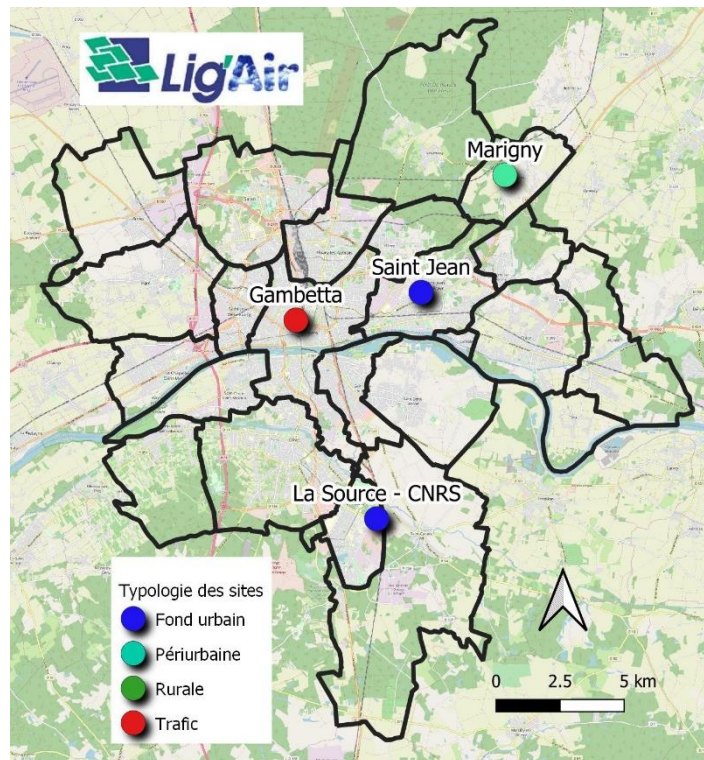


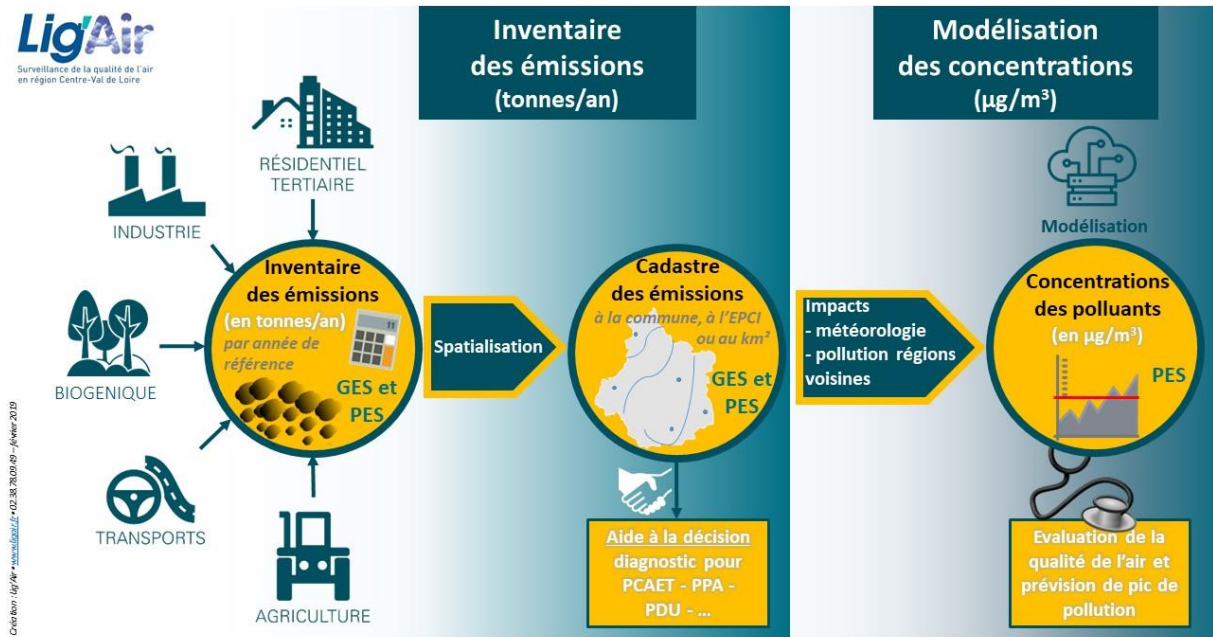
Figure 1 : Cartographie du réseau de mesures – Source Lig’Air

Les résultats issus du réseau de mesures sont disponibles et consultables sur le site internet de Lig’Air à l’adresse : <http://www.ligair.fr/les-moyens-d-evaluation/par-la-mesure/reseau-automatique>.

3.1.2 Outils numériques : Cadastre des émissions et plates-formes de modélisations

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.prevail.org/>) et interrégionale « ESERALDA » (<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 Orléans Métropole, 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).



EPCI : Établissement public de coopération intercommunale / GES : Gaz à Effet de Serre (CO₂, ...) / PCAET : Plan Climat-Air-Energie Territorial / PDU : Plan de Déplacements Urbains / PES : Polluant à Effet Sanitaire (NO₂, ...) / PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère
Crédits Illustrations : Photos secteurs inventaire pour DRREGS - Astéridia & Partner's 02.38.78.04.78 / Autes piktos : calculatrice et graphique - Icon made by Smashicons from www.flaticon.com / main serrée - Icon made by Gregor Cernar from www.flaticon.com / cloud computer - Icon made by Nhar Phi from www.flaticon.com / stéthoscope - Openclipart.org

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

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

3.2 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 au niveau des stations de mesures pour les principaux polluants sur la zone du PPA d'Orléans sur l'année 2019 au regard des valeurs réglementaires. Un rappel de cette réglementation est disponible en annexe 1.

	VALEURS LIMITES	OBJECTIFS DE QUALITE	VALEURS CIBLES	SEUILS D'INFORMATION ET D'ALERTE
OZONE		☹	😊	☹
DIOXYDE D'AZOTE	😊	😊		😊
PM ₁₀	😊	😊		☹
PM _{2,5}	😊	☹	😊	
BENZENE	😊	😊		

Tableau 2 : Bilan global de la qualité de l'air au niveau de stations de mesures sur Orléans Métropole en 2019

☹ dépassement 😊 respect □ non concerné

Aucune valeur limite n'est dépassée sur l'agglomération orléanaise en 2019 aux stations de mesure. Les objectifs de qualité et de seuil d'information et de recommandation pour l'ozone et les particules en suspension ont, quant à eux, été dépassés.

Les dépassements des objectifs de qualité sont moins contraignants et n'engendrent aucune action réglementaire.

Les dépassements des seuils d'information et de recommandations ont été dépassés sur le site urbain de fond et le site de proximité trafic. Un dépassement de ces seuils engendre le déclenchement, auprès de la préfecture du Loiret, de la procédure d'information et de recommandations afin d'informer la population de la présence d'un épisode de pollution et limiter ainsi l'exposition des populations sensibles.

Seront présentés, ci-après, les bilans des principaux polluants, à savoir le dioxyde d'azote, les particules en suspension, le benzène et l'ozone. Les bilans des autres polluants sont présentés dans l'annexe 3.

3.2.1 Le dioxyde d'azote

3.2.1.1 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 deux fois inférieures à celles enregistrées sur le site trafic station Gambetta (figure 3) et qu'elles respectent largement la valeur limite en NO₂ pour les sites de fond comme trafic.

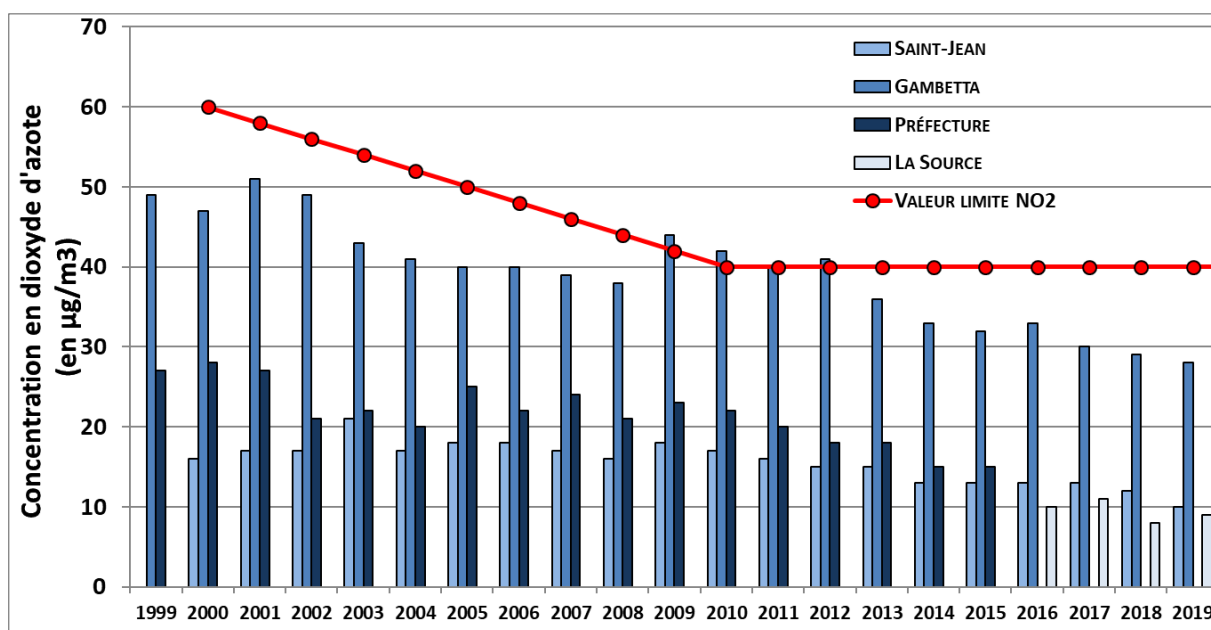


Figure 3 : Evolution de la valeur limite et des concentrations moyennes annuelles en NO₂ sur les sites urbains de fond et trafic d'Orléans Métropole

Le site trafic Gambetta a enregistré des dépassements de la valeur limite en dioxyde d'azote de 2009 à 2012. Depuis 2012, aucun dépassement de la valeur limite n'est observé sur la station de Gambetta pour laquelle les concentrations annuelles en dioxyde d'azote enregistrent une baisse régulière pour atteindre 28 µg/m³ en 2019 soit une baisse de 33% par rapport à 2010 (figure 3).

3.2.1.2 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 2010 (figure 4) à l'aide de la plate-forme Prévision'Air, montre que les dépassements de la valeur limite sont localisés au Centre-ville d'Orléans et le long des principaux axes routiers (tangentielle et l'autoroute A10). Au centre-ville, ces dépassements sont localisés à proximité des axes routiers. Autrement dit, la valeur limite est bien respectée en situation urbaine de fond. A titre informatif, la valeur maximale de concentration annuelle en NO₂, atteignant environ 95 µg/m³, est localisée sur l'Avenue Charles de Gaulle sur la Commune d'Ormes entre l'échangeur 14 de l'autoroute A10 et la départementale D2157. Cet axe présente un Trafic Moyen Journalier Annuel très élevé avec plus de 26 000 véhicules/jour avec un taux de poids-lourds très important de l'ordre de 18,9%.

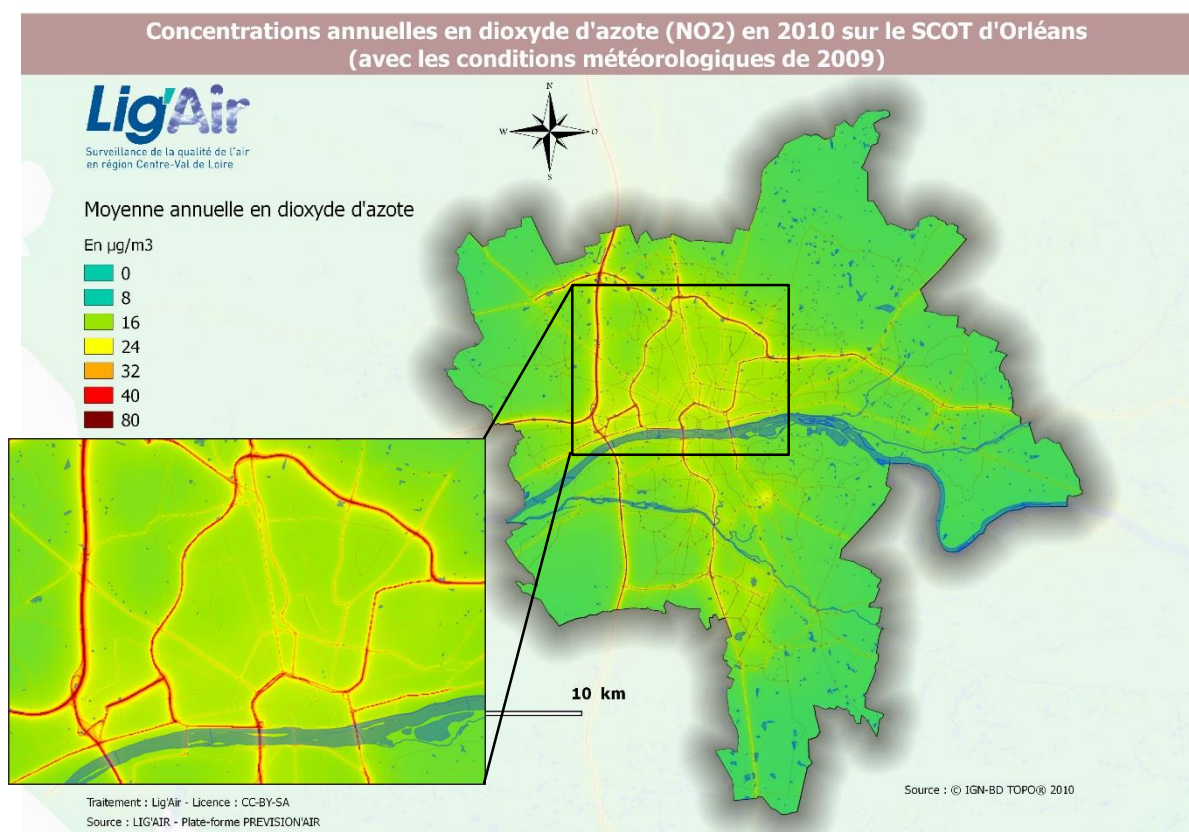


Figure 4 : Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ sur Orléans Métropole pour l'année 2010 en utilisant les conditions météorologiques de 2009

En 2010, avec la prise en compte des nouvelles méthodologies (cf. Partie 2), 1441 habitants étaient exposés à un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote. La surface exposée était de 1,7 km² (représentant 47,4 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 essentiellement localisés au centre-ville d'Orléans et aux abords de la tangentielle. En ce qui concerne l'axe autoroutier A10 et malgré les niveaux de concentrations de NO₂ obtenues, d'après la base de population MAJIC, aucun habitant n'est situé en zone de dépassement.

En considérant les risques de dépassement pour des concentrations annuelles en NO₂ supérieures à 36 µg/m³ (soit 10% de la valeur limite), cela fait apparaître de nouveaux axes routiers. Par conséquent, le nombre d'habitants qui risqueraient d'être exposés à un dépassement de la valeur limite de NO₂ augmenterait pour atteindre 2566 sur une superficie exposée de 2,4 km² (représentant près de 94 km d'axes linéaires).

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 indiqué les bâtiments dits sensibles (issus de la BDTPO) sur les cartes de concentrations présentant le risque de dépassement ($> 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Au total, 43 établissements sensibles seraient situés dans des zones présentant un risque de dépassement comme le montre la figure 5 (mis en évidence par les points noirs). Trente-huit établissements scolaires dont dix-sept consacrés au primaire sont localisés dans ces zones.

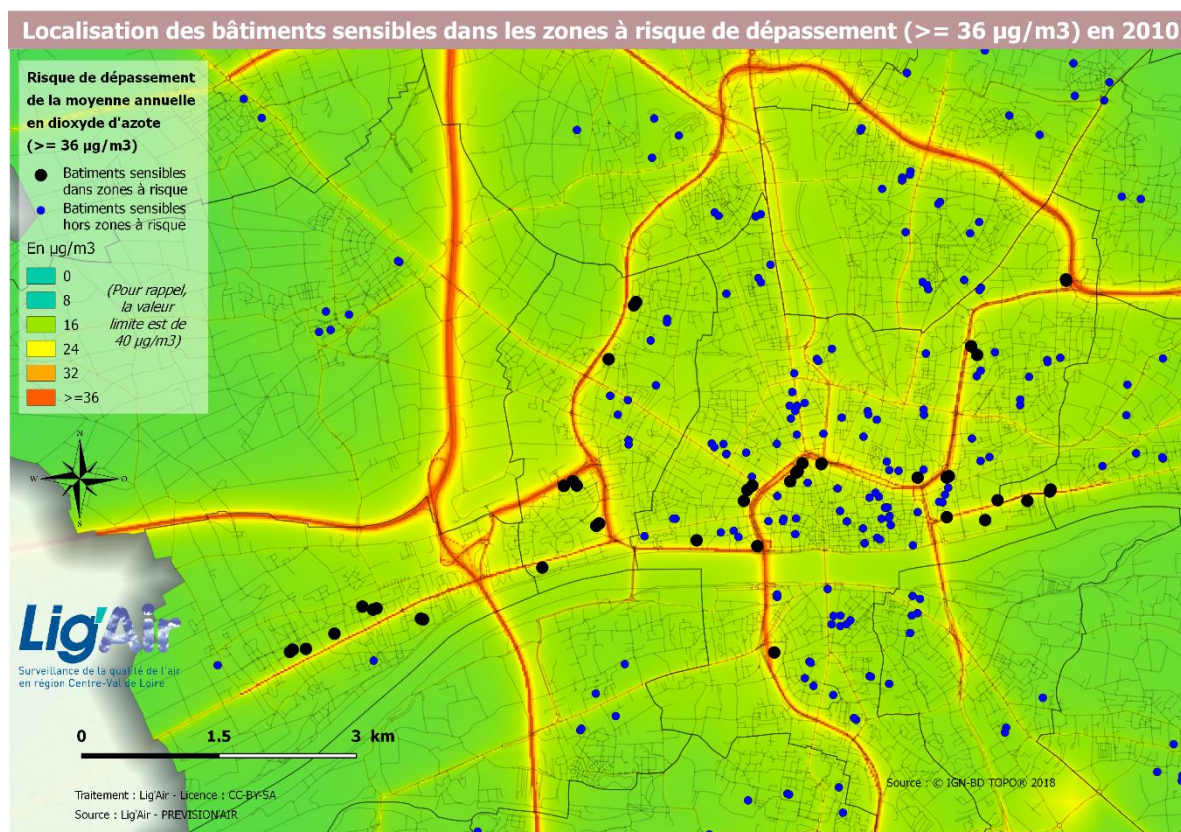


Figure 5 : Cartographie des concentrations annuelles en NO_2 sur Orléans Métropole pour l'année 2010 en utilisant les conditions météorologiques de 2009

3.2.1.3 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 (Figure 6). Elle représente environ 61% des émissions. Le secteur résidentiel arrive en deuxième position suivi de près par le secteur industriel avec respectivement environ 17% et 13% d'émission totale. Les autres sources sont minoritaires et totalisent environ 9% (annexe 5).

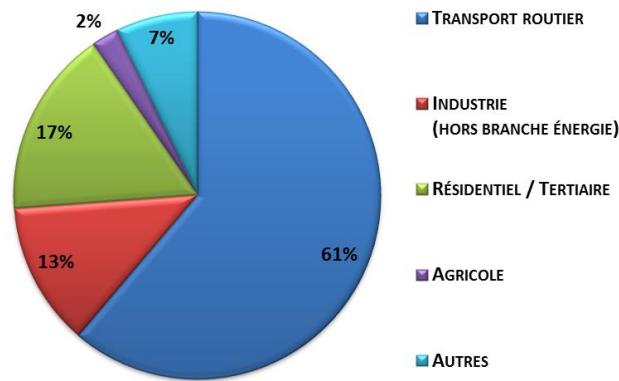


Figure 6 : Répartition sectorielle des émissions de NO_x sur le périmètre PPA en 2010

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 principal rôle 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 NO_x entre 2010 et 2016 (dernière année disponible), montre une nette diminution des émissions de ce polluant. Cette baisse est bien observée aussi sur les mesures (cf. figure 3). Cette figure confirme que malgré cette baisse, le secteur du transport routier reste toujours (cf. émissions 2016) le principal secteur émetteur d'oxydes d'azote et peut être considéré encore comme le principal levier d'actions.

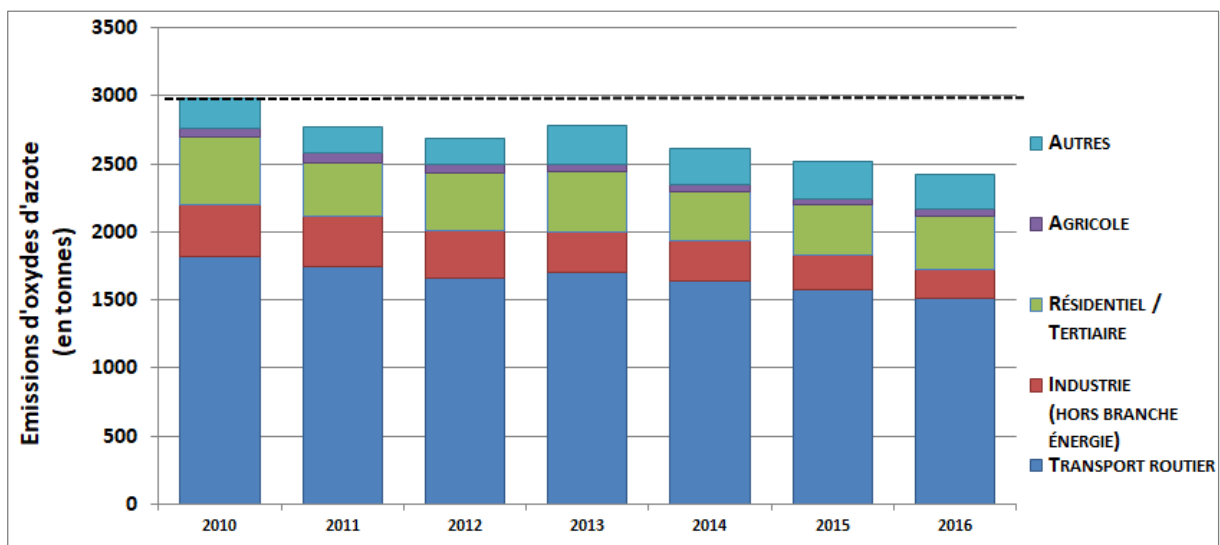


Figure 7 : Evolution des émissions de NO_x entre 2010 et 2016 sur le périmètre PPA

3.2.2 Les particules en suspension (PM_{10} et $PM_{2,5}$)

3.2.2.1 Résultats issus du réseau de surveillance

Contrairement aux oxydes d'azote, les concentrations moyennes annuelles en PM_{10} en sites urbains de fond comme en site de proximité trafic, sont de même ordre de grandeur et sont largement inférieures à la valeur limite annuelle de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (figure 8).

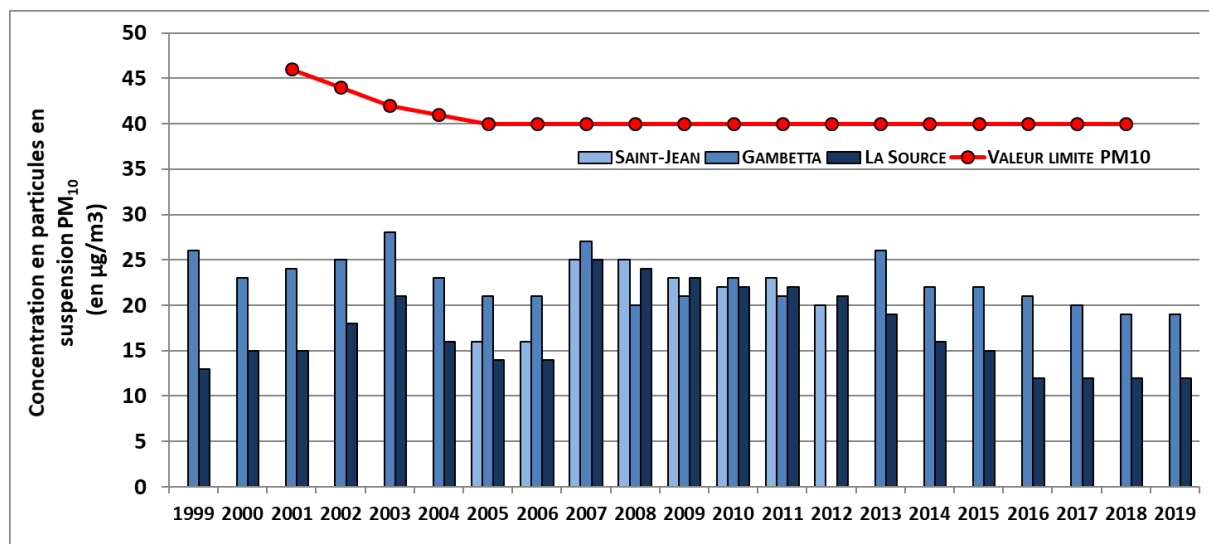


Figure 8 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM_{10} sur les sites urbains de fond et trafic d'Orléans Métropole

La seconde valeur limite $P_{90,4}$ (ne pas dépasser 35 jours par an de concentrations en PM_{10} supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est respectée, elle aussi, sur l'ensemble des sites de mesures d'Orléans Métropole.

En ce qui concerne les $PM_{2,5}$, les concentrations annuelles enregistrées sur le site urbain de fond montrent que les niveaux sont largement inférieurs à la valeur limite (figure 9) et en constante diminution depuis 2013.

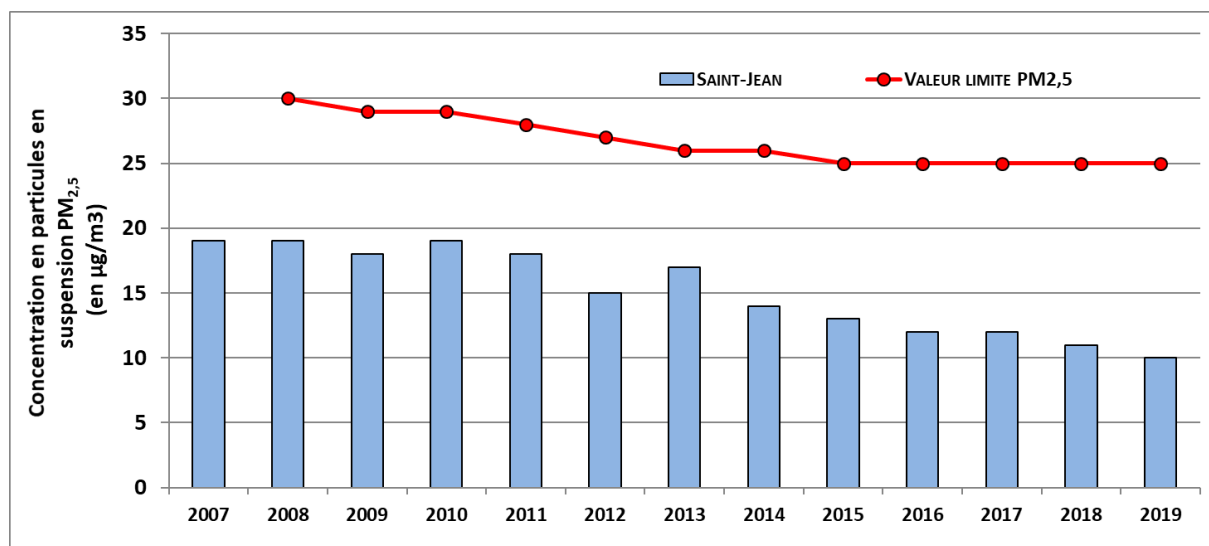


Figure 9 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en $PM_{2,5}$ sur le site urbain de fond Saint Jean-de-Braye (Orléans Métropole)

3.2.2.2 Résultats issus de la modélisation

La cartographie des concentrations en PM_{10} pour l'année 2010 (figure 10), confirme l'absence de dépassement des valeurs limites sur le périmètre du PPA d'Orléans. Elle montre en outre que les niveaux les plus élevés, tout en restant inférieurs à la valeur limite, sont localisés aux abords des axes routiers.

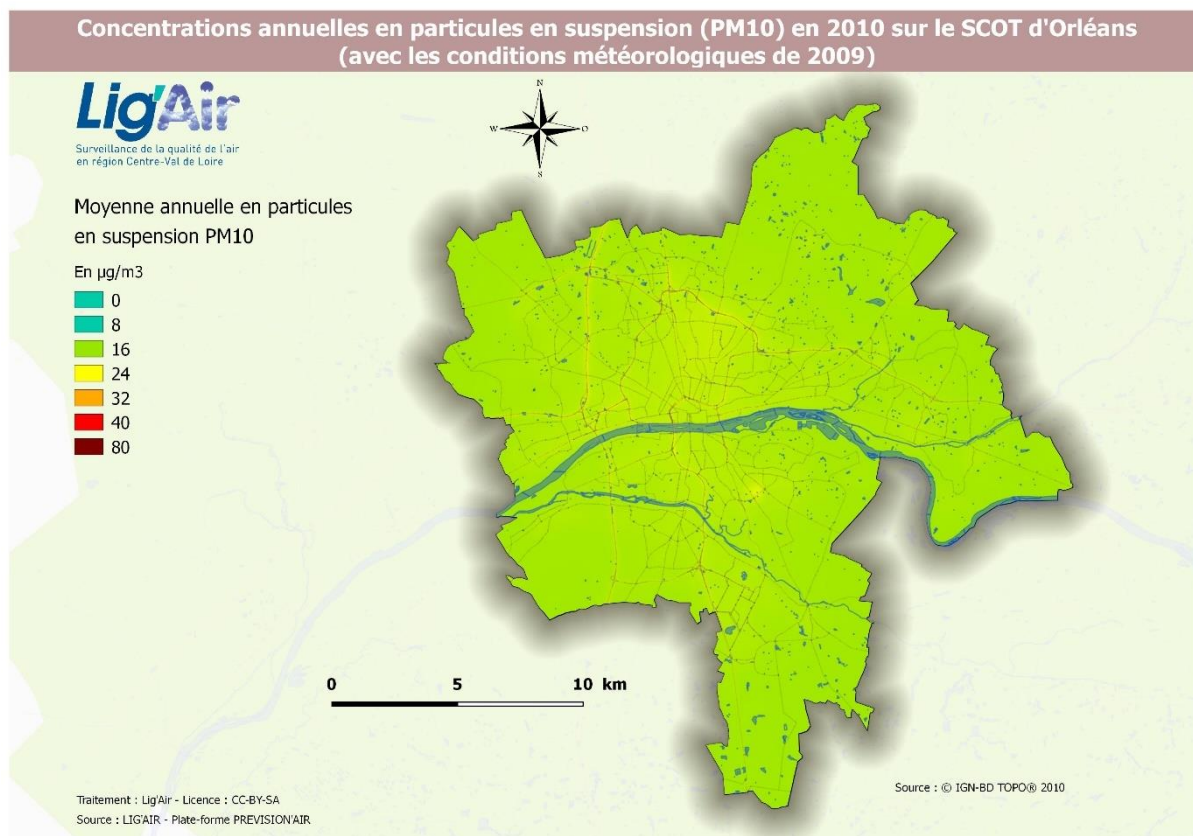


Figure 10 : Cartographie des concentrations annuelles en PM_{10} sur Orléans Métropole pour l'année 2010 en utilisant les conditions météorologiques de 2009

3.2.2.3 Résultats issus de l'inventaire des émissions

Au niveau du périmètre du PPA, le secteur résidentiel/tertiaire est le contributeur majoritaire d'émissions de PM₁₀ avec 44% des émissions totales (figure 11). Les secteurs de l'industrie et du transport routier sont ensuite les sources principales d'émissions avec respectivement 28% et 23% des émissions de PM₁₀ totales.

Les particules PM_{2,5} sont aussi émises majoritairement par les activités résidentiel/tertiaire avec 51% des émissions totales de ce polluant (figure 11). Le transport routier et l'industrie sont les autres contributeurs principaux, avec respectivement 24% et 22% des émissions (voir annexe 5).

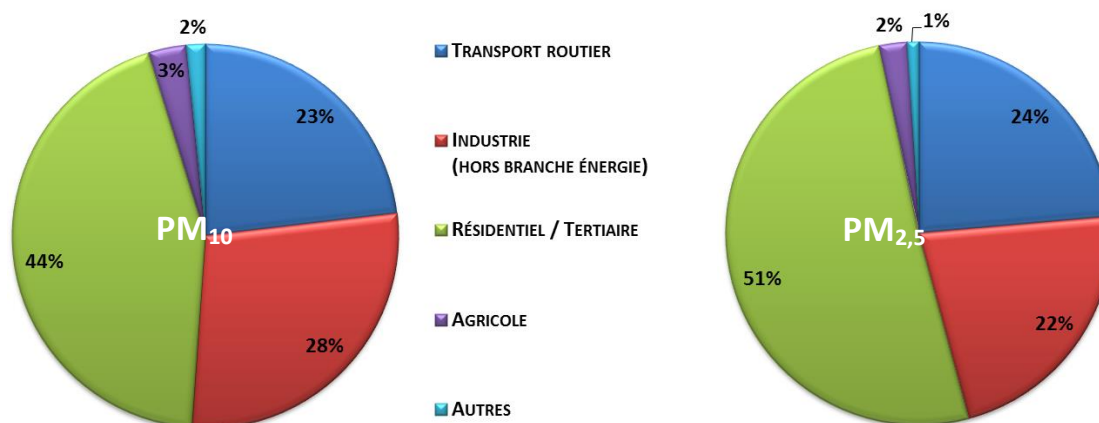


Figure 11 : Répartition sectorielle des émissions de PM₁₀ et de PM_{2,5} sur le périmètre PPA en 2010

Les figures 12 et 13, qui présentent respectivement l'évolution des émissions des particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} entre 2010 et 2016 (dernière année disponible), montrent une diminution des émissions de ce polluant. Comme pour les oxydes d'azote, cette baisse est également observée sur les mesures (cf. figures 8 et 9). Ces figures confirment que malgré cette baisse, les secteurs résidentiel/tertiaire, de l'industrie et du transport routier restent toujours (cf. émissions 2016) les principaux secteurs émetteurs des particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5}.

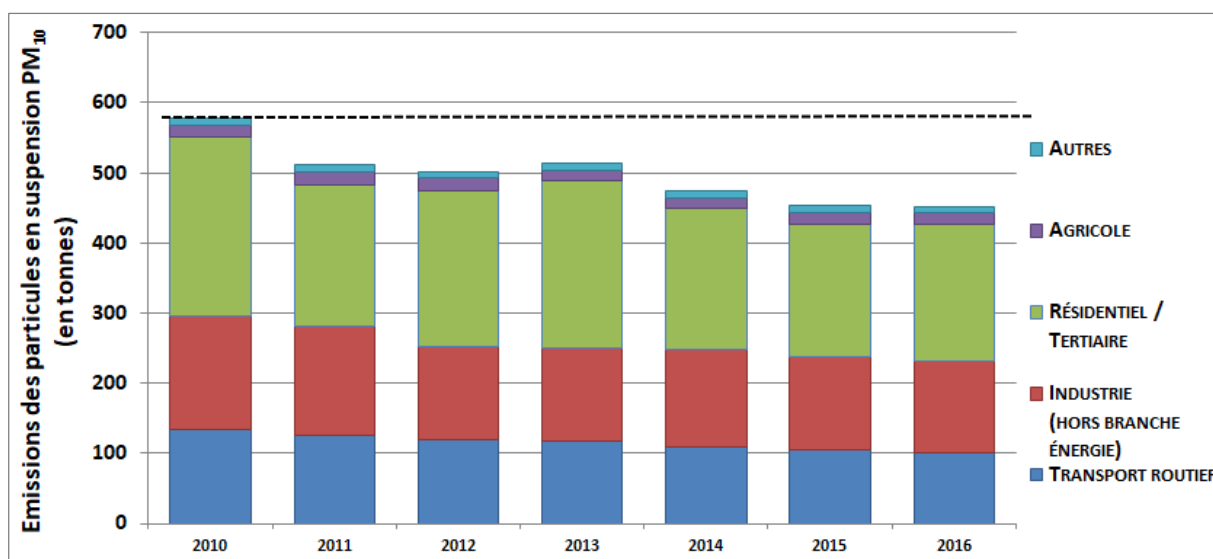


Figure 12 : Evolution des émissions de PM₁₀ entre 2010 et 2016 sur le périmètre PPA

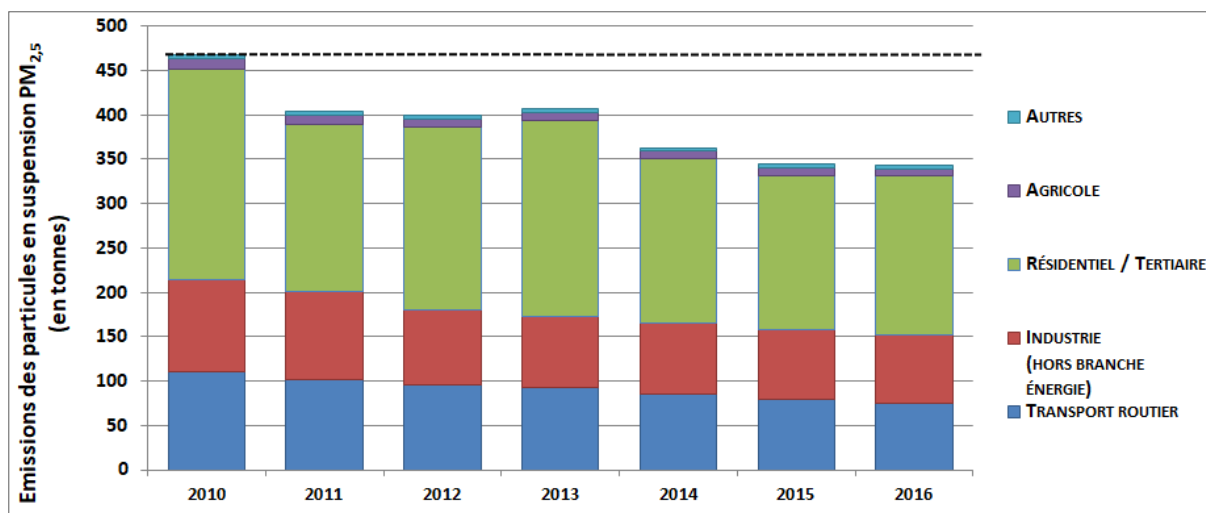


Figure 13 : Evolution des émissions de PM_{2,5} entre 2010 et 2016 sur le périmètre PPA

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 92% 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.

3.2.3 Le Benzène (C₆H₆)

Les concentrations annuelles en benzène (C₆H₆) relevées en sites de proximité automobile et de fond urbain sont largement inférieures à la valeur limite (figure 14).

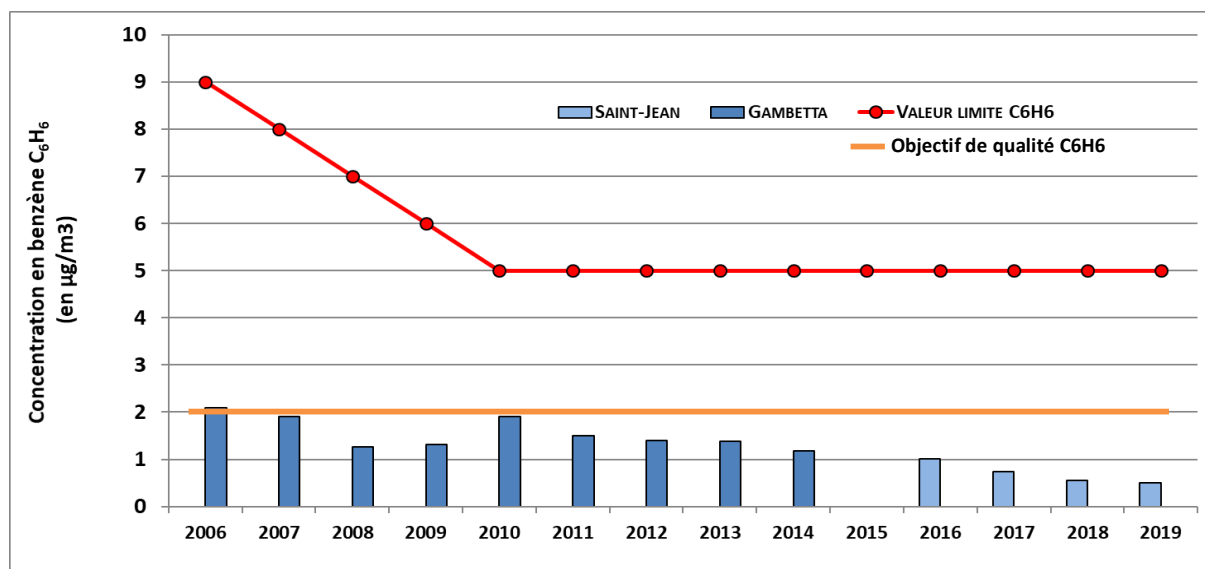


Figure 14 : Evolution de la concentration moyenne annuelle en Benzène sur les sites urbains de fond et trafic d'Orléans Métropole

D'une manière générale, les concentrations annuelles en benzène sont faibles et présentent une diminution progressive au cours de ces dernières années. Ainsi, elles ne présentent aucun risque de dépassement de la valeur limite annuelle fixée à 5 µg/m³ mais également de l'objectif qualité fixée à 2 µg/m³.

3.2.4 L'ozone (O₃)

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 aigüe et chronique ainsi que leurs variabilités interannuelles.

Sur Orléans Métropole, la valeur cible était dépassée jusqu'en 2007 (figure 15). Depuis 2008 (période 2006-2008 pour le calcul de la moyenne), la valeur cible en ozone n'est plus dépassée sur Orléans Métropole et plus généralement sur la région Centre-Val de Loire. Sur 2018 et 2019, cet indicateur a tendance à repartir à l'augmentation tout en restant inférieur à la valeur cible.

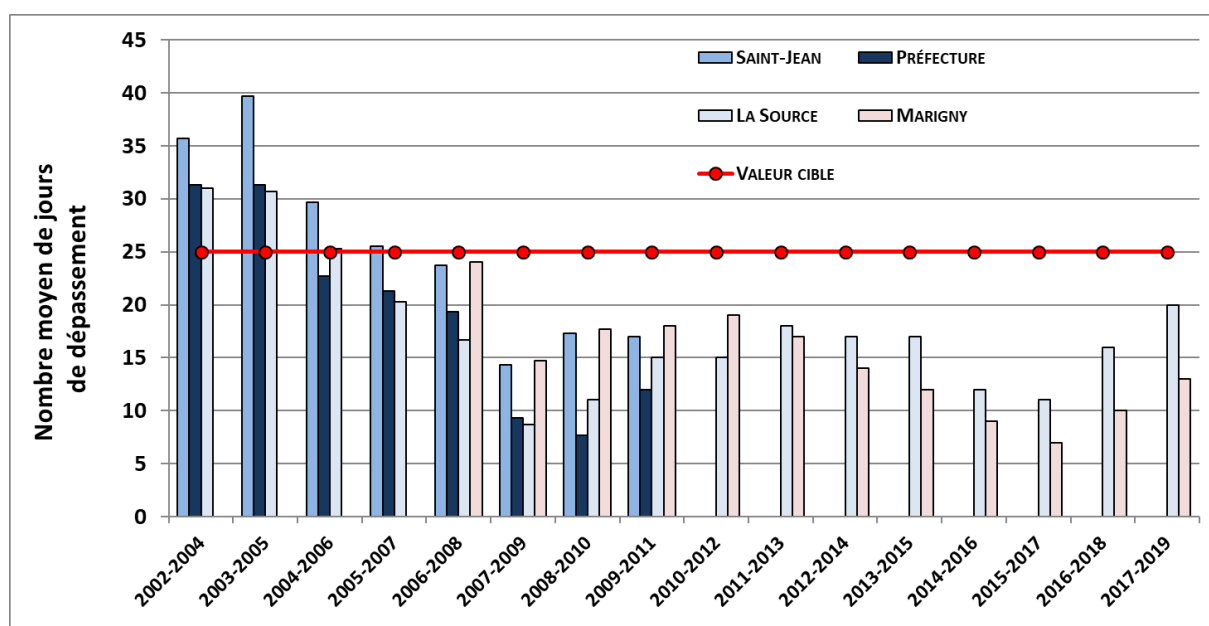


Figure 15 : Evolution du nombre de jours enregistrant un dépassement du seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures en moyenne sur 3 ans sur Orléans Métropole

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 l'été 2003 (été caniculaire) dont l'impact se ressentait encore sur les dépassements de 2004 et de 2005. Inversement la succession de plusieurs étés non propices à la production de l'ozone peut conduire à un faible nombre de dépassements comme constaté par exemple durant la période 2007-2009. 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. Les actions de réduction des émissions de COV entreprises depuis une dizaine d'années peuvent également expliquer la baisse des pollutions aigües en ozone.

3.3 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 montre que le dioxyde d'azote est le seul polluant dont les concentrations ont dépassé la valeur limite annuelle en site trafic. En 2010, environ 1441 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 (61% 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 23-24% des émissions en PM₁₀ et en PM_{2,5} sont générées par la circulation automobile).

4 Evaluation prospective de la qualité de l'air à l'horizon 2020 sur la zone du PPA d'Orléans

4.1 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 2020 et respecter les objectifs de réduction des émissions des oxydes d'azote et des particules en suspension 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.

4.1.1 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 2017⁶ fixe 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).

⁶ 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

« 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	A 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 expliqué précédemment, l'année de référence prise en compte pour cette étude est l'année 2010. Ainsi, afin d'estimer l'objectif de réduction des émissions en 2020 à partir de 2010, le calcul suivant a été réalisé en prenant l'hypothèse d'une réduction linéaire après avoir réalisé une comparaison des émissions annuelles d'oxydes d'azote et des concentrations annuelles en NO₂ (issues de la station Gambetta) (figure 16) :

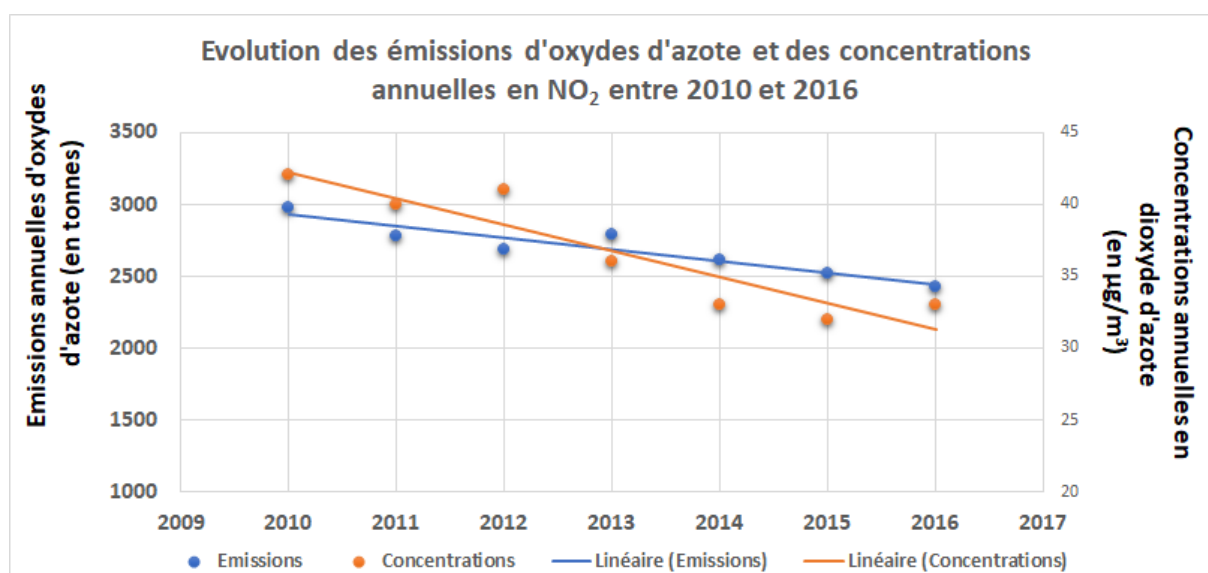


Figure 16 : Evolution des émissions d'oxydes d'azote et des concentrations annuelles en NO₂ entre 2010 et 2016

Objectif estimé pour les NO_x = ((-50% cf. tableau 3) / 15 (nombre d'années entre 2005 et 2020)) X 10 (nombre d'années entre 2010 et 2020) = -33%

La France ne formule pas d'engagement de réduction des émissions des particules en suspension PM₁₀ pour 2020. Ainsi, en l'absence d'information concernant cet objectif de réduction à atteindre pour les particules en suspension PM₁₀, la même méthodologie de calcul a été appliquée que celle pour les oxydes d'azote (figure 17).

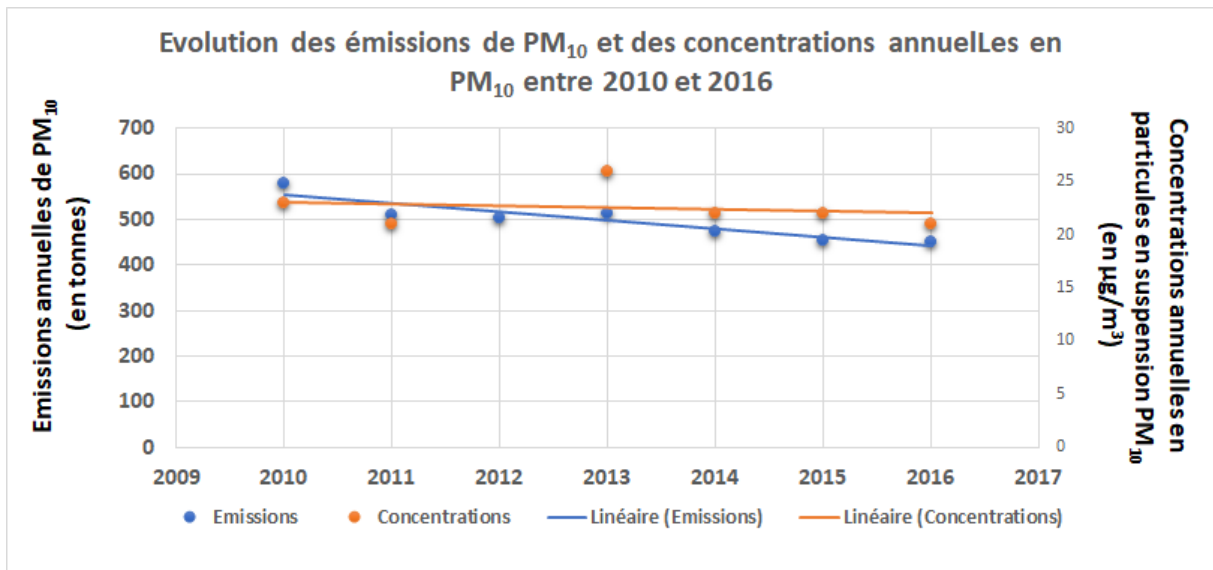


Figure 17 : Evolution des émissions de particules en suspension et des concentrations annuelles en PM₁₀ entre 2010 et 2016

Objectif estimé pour les PM_{2,5} et PM₁₀ = ((-27% cf. tableau 3) / 15 (nombre d'années entre 2005 et 2020)) X 10 (nombre d'années entre 2010 et 2020) = -18%

Ainsi, afin de rattraper le plafond envisagé pour 2010 d'ici à 2020, une baisse de 33% des émissions de NO_x sur le PPA d'Orléans doit être réalisée à l'horizon 2020. Cette baisse est calculée par rapport à l'année d'inventaire d'émissions 2010 dont dispose Lig'Air (année de référence 2010).

Concernant les particules en suspension, une baisse des émissions de PM_{2,5} et de PM₁₀ de 18% à l'horizon 2020 par rapport à l'année de référence 2010 doit être réalisée. Ces objectifs sont repris dans le PPA au niveau local entre 2010 et 2020.

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

La priorité est donnée aux polluants présentant des concentrations supérieures aux valeurs limites, à savoir le dioxyde d'azote pour l'agglomération orléanaise. 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 2020. Les autres polluants ne sont pas prioritaires dans ce PPA puisque leurs concentrations respectent la réglementation mais ils peuvent faire aussi l'objet de mesures visant la diminution de leurs concentrations dans l'air.

Comme évalué précédemment, l'état des lieux en terme d'exposition de la population dans la zone du PPA d'Orléans, montre qu'en 2010, environ 1441 habitants de l'agglomération orléanaise sont 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 orléanais. L'objectif du PPA est de réduire cette exposition des populations résidentes au niveau minimal. A l'horizon 2020, aucun habitant ne doit être exposé au dépassement d'une valeur limite.

Les objectifs du présent PPA sont présentés sur la figure 18.



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

4.2 Outils et méthodologies

4.2.1 Méthodologie et processus d'évaluation

La méthodologie d'évaluation mise en œuvre dans le cadre de l'élaboration du PPA d'Orléans est conforme aux 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.

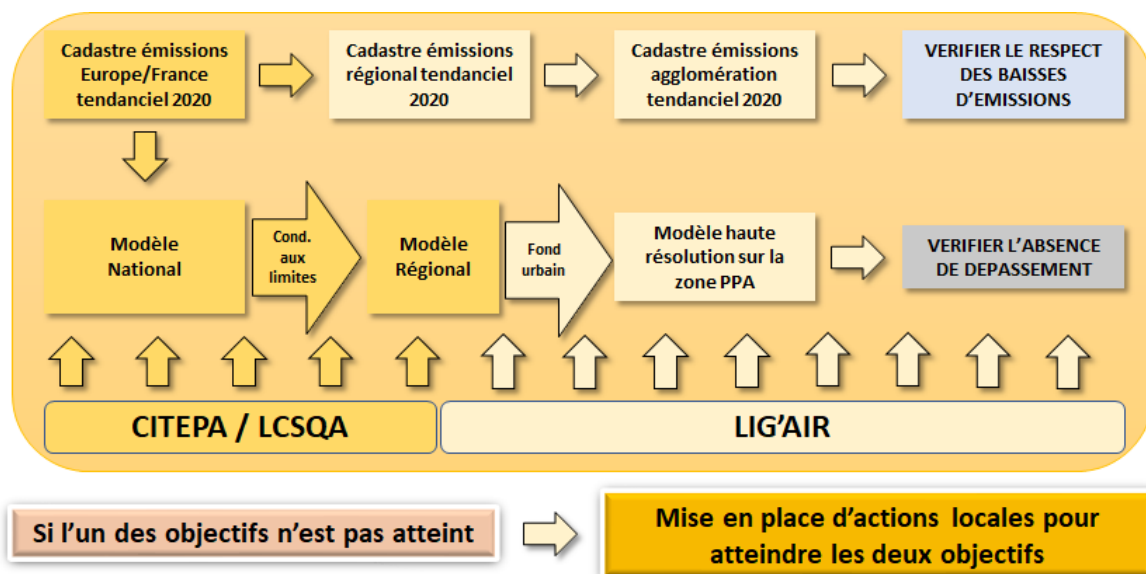


Figure 19 : Représentation schématique de la méthodologie utilisée par Lig'Air pour l'élaboration du PPA (Source Lig'Air)

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 2020. 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 2020. Si l'un des objectifs n'est pas atteint, des actions locales devraient alors être mises en place pour les atteindre.

4.2.2 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.

4.2.2.1 Inventaire et cadastre des émissions

L'inventaire prospectif à l'horizon 2020 au niveau national a été réalisé par le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la pollution Atmosphérique). Il correspond au scénario AMSM réalisé par le CITEPA dans l'étude OPTINEC V⁷. Sur la zone du PPA d'Orléans, l'inventaire prospectif à l'horizon 2020, appelé scénario « 2020 tendanciel », a été calculé par Lig'Air en se basant sur les variations tendanciennes fournies par l'inventaire national et en utilisant l'inventaire de Lig'Air pour l'année de référence 2010. Il a été calculé en supposant que les émissions locales vont varier de manière identique aux émissions nationales :

$$E_{locale}(2020) = E_{locale}(2010) \times \frac{E_{nat}(2020)}{E_{nat}(2010)}$$

Avec :

$E_{locale}(2020)$ = inventaire tendanciel local à l'horizon 2020,

$E_{locale}(2010)$ = inventaire local pour l'année de référence 2010,

$E_{nat}(2020)$ = inventaire prospectif 2020 à l'échelle nationale

$E_{nat}(2010)$ = inventaire national pour l'année de référence 2010.

Compte tenu du rôle joué par le secteur routier dans les dépassements de la valeur limite en NO₂, les émissions liées à ce secteur ont été calculées à partir de la composition du parc roulant provenant du parc prospectif de 2020 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 l'agglomération orléanaise. Cependant, en l'absence d'évaluation prospective concernant le volume du trafic à l'horizon 2020, les émissions de ce secteur ont été calculées avec une augmentation annuelle du flux de 0,5% (moyenne nationale) entre la dernière année de comptages de trafic routier disponibles 2016 et 2020.

L'inventaire « 2020 tendanciel » ainsi calculé, a été cadastré pour obtenir une information kilométrique dans le but d'être injecté dans le modèle numérique de Lig'Air afin de calculer les concentrations en NO₂ en tout point de la zone PPA.

Il est à noter que le scénario tendanciel décrit la situation à l'horizon 2020 si aucune mesure de gestion, autres que celles actuellement en cours ou envisagées, n'était mise en place dans le cadre du PPA.

⁷Scénarii prospectifs climat-air-énergie. Evolution des émissions de polluants en France. Horizons 2020 et 2030. CITEPA juin 2011

4.2.2.2 Modélisation haute résolution et scénario

Le calcul des concentrations en NO₂ et en PM₁₀ à l'horizon 2020 suivant le scénario « 2020 tendanciel » a été effectué à l'aide de la plate-forme Prév'Air (figure 2). Les concentrations sont calculées sur des grilles de 400 m² de surface (20 m X 20 m). Le modèle a été alimenté par l'inventaire « 2020 tendanciel » spatialisé sur un maillage de 500 m².

Conformément aux préconisations nationales, les conditions météorologiques pour le scénario « 2020 tendanciel » sont celles de l'année 2009. Sur le plan météorologique l'année 2009 est considérée comme une année « moyenne » au niveau national et est représentative des situations les plus courantes. Les conditions météorologiques observées sur l'agglomération orléanaise durant l'année 2009 ont donc été utilisées comme étant celles de 2020.

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 « 2020 tendanciel », les conditions aux limites fournissant la concentration de fond pour chaque polluant étudié ont été fournies par la plate-forme PREV'AIR. Ces conditions aux limites ont été calculées spécialement par le LCSQA aux échelles régionales à l'horizon 2020 pour les besoins des différents PPA, ce qui permet d'avoir la continuité spatiale du scénario « 2020 tendanciel » entre les différentes zones et les différents PPA à l'échelle nationale.

Enfin, le modèle a été calé sur l'année de référence 2010 dont les résultats en terme de concentrations en NO₂ et en PM₁₀ ont été présentés précédemment (cf. figures 3 et 8).

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.

4.3 Résultats et effets attendus par le scénario « 2020 tendanciel »

4.3.1 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 « 2020 tendanciel ». Les effets attendus sont obtenus par comparaison avec l'inventaire de l'année de référence 2010 dont le secteur transport routier a été mis à jour avec les données de l'année 2010 (cf. annexe 5).

Les résultats chiffrés de l'inventaire tendanciel 2020 sur le périmètre du PPA d'Orléans ainsi que leurs répartitions sectorielles sont regroupés respectivement dans le tableau 4 et sur la figure 20. Le détail des émissions 2020 est fourni dans l'annexe 7.

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

	NOx (en tonnes)	PM ₁₀ (en tonnes)	PM _{2,5} (en tonnes)
TRANSPORT ROUTIER	1269	93	65
INDUSTRIE	206	151	90
RESIDENTIEL / TERTIAIRE	351	126	118
AGRICOLE	37	13	6
AUTRES	228	8	3
TOTAL	2091	391	282

Tableau 4 : Inventaire prospectif tendanciel 2020 PPA Orléans (Lig'Air)

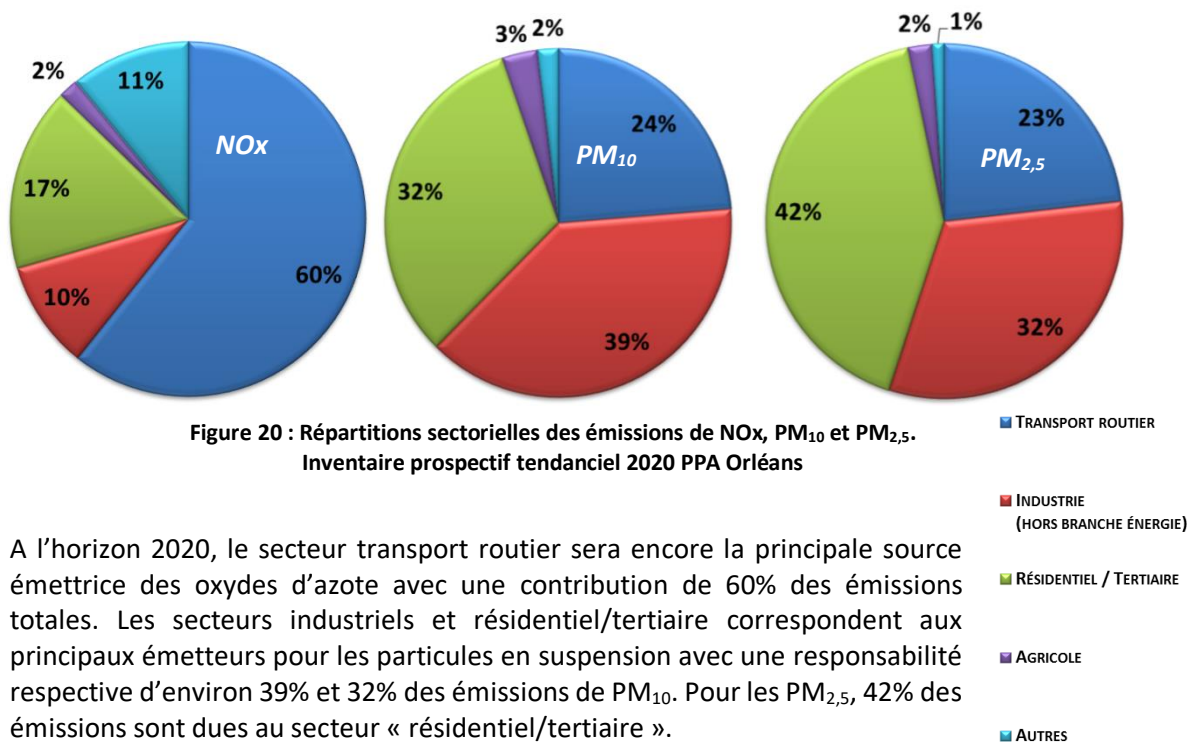


Figure 20 : Répartitions sectorielles des émissions de NOx, PM₁₀ et PM_{2,5}.
Inventaire prospectif tendanciel 2020 PPA Orléans

A l'horizon 2020, le secteur transport routier sera encore la principale source émettrice des oxydes d'azote avec une contribution de 60% des émissions totales. Les secteurs industriels et résidentiel/tertiaire correspondent aux principaux émetteurs pour les particules en suspension avec une responsabilité respective d'environ 39% et 32% des émissions de PM₁₀. Pour les PM_{2,5}, 42% des émissions sont dues au secteur « résidentiel/tertiaire ».

4.3.1.1 Effets attendus sur les émissions des oxydes d'azote

En ce qui concerne les émissions des oxydes d'azote, le scénario « tendanciel 2020 » prévoit une diminution d'environ 30% par rapport à l'année de référence 2010 (figure 21).

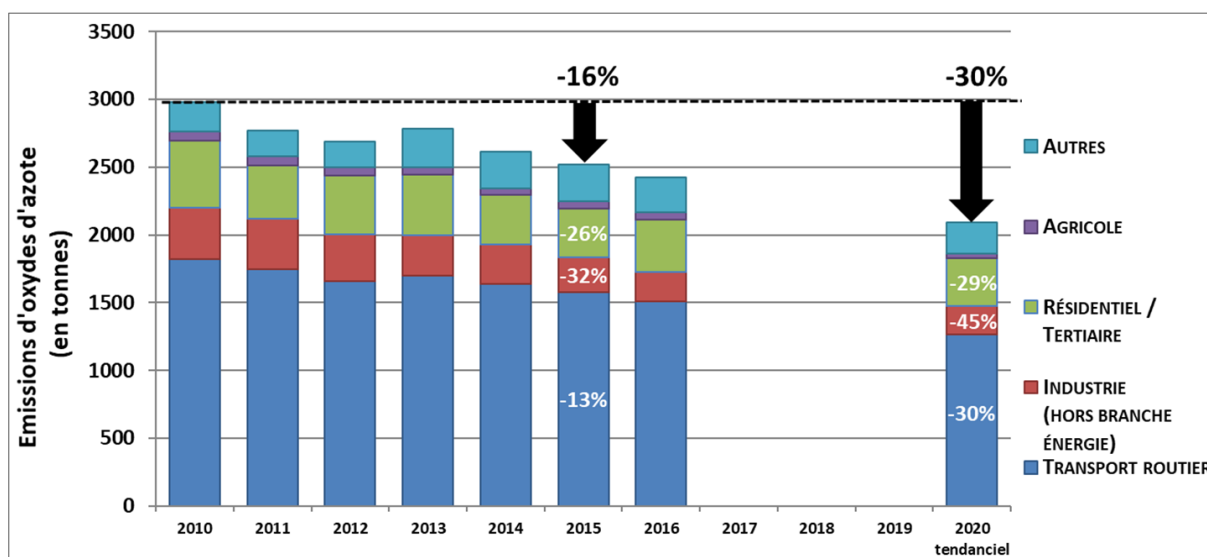


Figure 21 : Réductions des émissions de NOx dues au scénario « tendanciel 2020 » sur la zone du PPA d'Orléans.

Cette réduction d'émissions touche l'ensemble des secteurs. Toutefois, la diminution des émissions est plus notable sur le secteur transport routier avec environ -30% de réduction et les secteurs industrie et résidentiel/tertiaire avec respectivement -45% et -29% de réduction.

La forte diminution observée sur le secteur transport routier est essentiellement attribuée au renouvellement du parc de véhicules dont les performances s'améliorent progressivement grâce à l'application des nouvelles normes Euro portant sur la diminution des émissions des véhicules neufs.

4.3.1.2 Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM₁₀

Comme pour les oxydes d'azote, le scénario « tendanciel 2020 » montre une réduction globale des émissions de PM₁₀ par rapport à l'année de référence 2010 (figure 22). Ainsi, un gain de 32% des émissions de PM₁₀ devrait être obtenu uniquement grâce au scénario tendanciel.

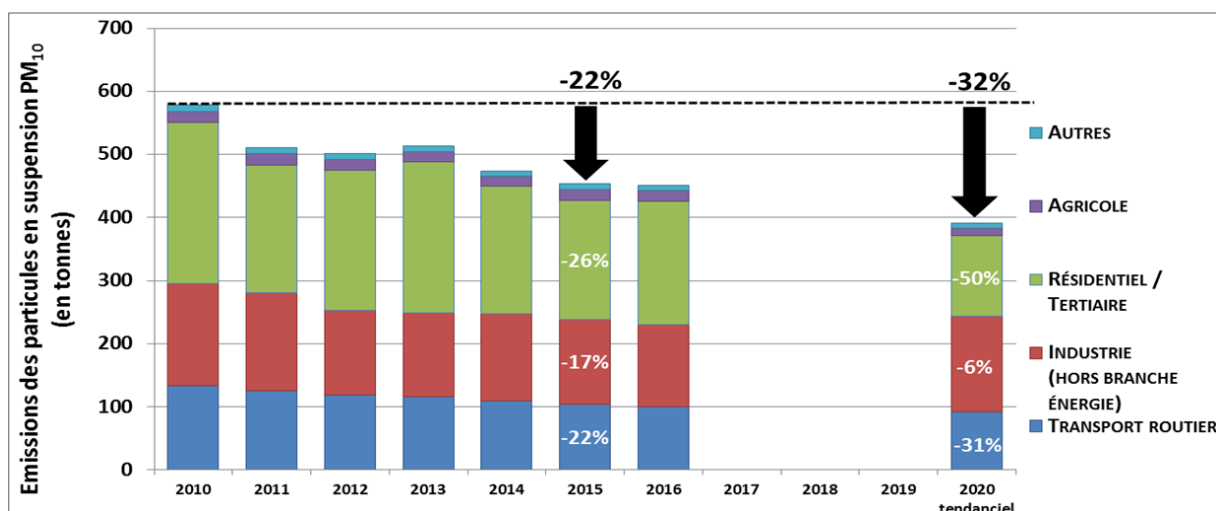


Figure 22 : Réductions des émissions de PM₁₀ dues au scénario « tendanciel 2020 » sur la zone du PPA d'Orléans.

Cette évolution est due principalement aux secteurs résidentiel/tertiaire et du transport routier. Ce dernier enregistre une diminution de -31%, essentiellement grâce au renouvellement du parc automobile dont les performances s'améliorent régulièrement grâce à la mise en place des normes Euro portant sur l'amélioration des émissions des véhicules neufs.

Le secteur résidentiel/tertiaire présente la baisse la plus importante (-50%) qui trouve son origine dans le renouvellement technologique du parc d'appareils de chauffage au bois individuel, moins émettrice en particules en suspension. Seules les émissions de PM₁₀ issues de l'industrie présentent peu d'évolution à l'horizon 2020.

4.3.1.3 Effets attendus sur les émissions des particules en suspension PM_{2,5}

Une baisse de 40% des émissions globales de PM_{2,5} est attendue grâce au « tendanciel 2020 » par rapport à l'année de référence 2010 (figure 23).

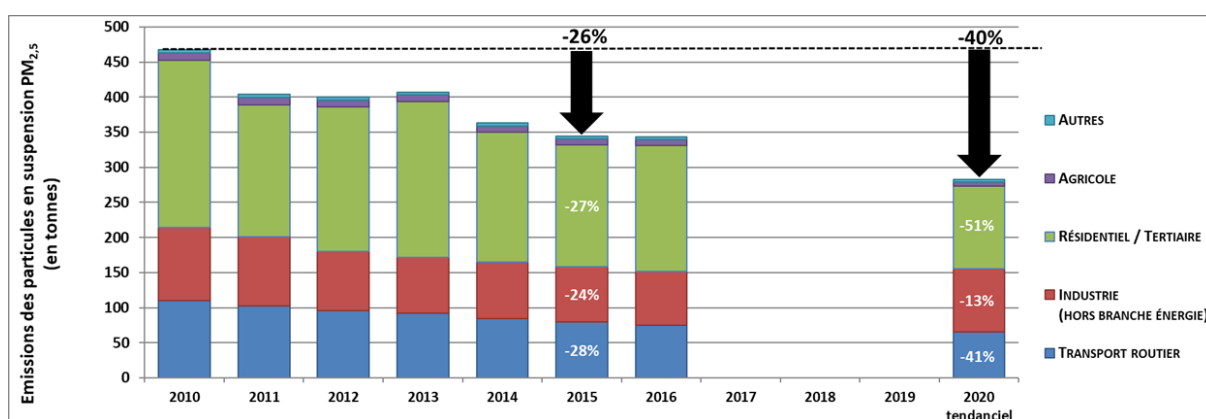


Figure 23 : Réductions des émissions de PM_{2,5} dues au scénario « tendanciel 2020 » sur la zone du PPA d'Orléans.

Cette baisse est essentiellement liée aux secteurs résidentiel/tertiaire, transport routier et en troisième position au secteur industrie. Comme dans le cas des PM₁₀, ces réductions sont principalement dues au renouvellement des appareils de chauffage au bois et du parc automobile.

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

Le scénario « tendanciel 2020 » prévoit ainsi une nette diminution des émissions des trois polluants visés par le présent PPA (tableau 5).

	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}
Emissions Référence 2010	2979	578	467
Emissions Tendanciel 2020	2091	391	282
Evolution tendancielle 2010-2020	-29,8%	-32,4%	-39,6%
Objectifs de réduction des émissions	-33%	-18%	-18%

Tableau 5 : Comparaison des émissions par rapport aux objectifs de réduction fixés à l'horizon 2020

En situation « 2020 tendanciel », seul l'objectif de réduction des émissions concernant les oxydes d'azote ne sera pas atteint au niveau du périmètre du PPA. Le tendanciel 2020 prévoit une réduction de l'ordre de -29,8% soit 888 tonnes de NOx en moins que l'objectif fixé à -33%. Il manquerait 95,2 tonnes pour atteindre l'objectif.

Pour les particules en suspension, les PM₁₀ et les PM_{2,5} subiraient une baisse d'émissions importante respectivement -32,4% et -39,6% dépassant largement les objectifs fixés (-18% pour les deux polluants).

Les résultats obtenus montrent que le scénario « tendanciel 2020 » ne permettra pas d'atteindre les objectifs fixés en terme de réduction d'émissions pour les oxydes d'azote (cf. paragraphe 4.1). Des actions locales doivent être mises en place sur le périmètre du PPA d'Orléans pour réduire d'environ 95 tonnes d'émissions d'oxydes d'azote afin de respecter les objectifs estimés (-33%).

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

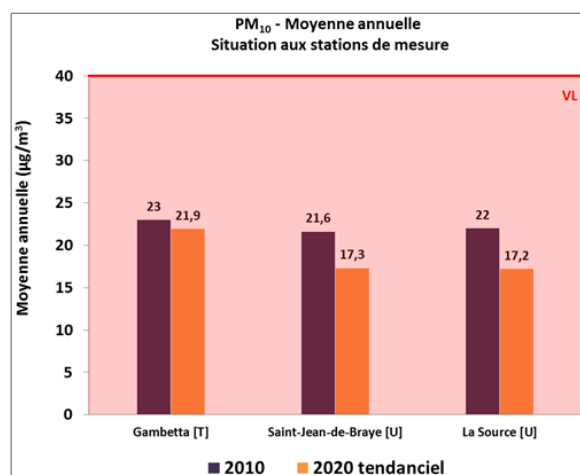
L'inventaire issu du scénario « tendanciel 2020 » a été cadastré sur un maillage de 500 m² et utilisé comme donnée primaire pour modéliser la qualité de l'air à l'horizon 2020 sur le périmètre du PPA d'Orléans. L'objectif de cette modélisation est de quantifier les concentrations annuelles en NO₂ et en PM₁₀ 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.

4.3.2.1 Effets attendus sur les concentrations aux stations de surveillance

Le scénario « tendanciel 2020 » conduit à une baisse des concentrations en PM₁₀ et en NO₂ au niveau des stations de surveillance implantées dans le périmètre du PPA d'Orléans (figures 24 et 25).

Pour les PM₁₀, les concentrations calculées sur l'ensemble des sites de mesure sont largement inférieures à la valeur limite fixée à 40 µg/m³. Aucun risque de dépassement de la valeur limite en PM₁₀ n'est pressenti suivant le scénario « tendanciel 2020 ».

**Figure 24 : Concentrations annuelles en PM₁₀ aux stations de surveillance
Scénario « tendanciel 2020 » PPA d'Orléans**



Concernant le NO₂, les concentrations calculées au niveau des stations urbaines (Saint-Jean et La Source ; rappelons que la station Préfecture a été fermée en fin d'année 2015) sont largement inférieures à la valeur limite et ne présentent pas de risque de dépassement à l'horizon 2020 suivant le scénario tendanciel (figure 25). Pour la station trafic Gambetta, la concentration annuelle calculée suivant le scénario « tendanciel 2020 » (29 µg/m³) est aussi très inférieure à la valeur limite fixée à 40 µg/m³. Par conséquent, avec le scénario « tendanciel 2020 », les niveaux de NO₂ à la station trafic Gambetta ne présenteraient aucun risque de dépassement de la valeur limite annuelle.

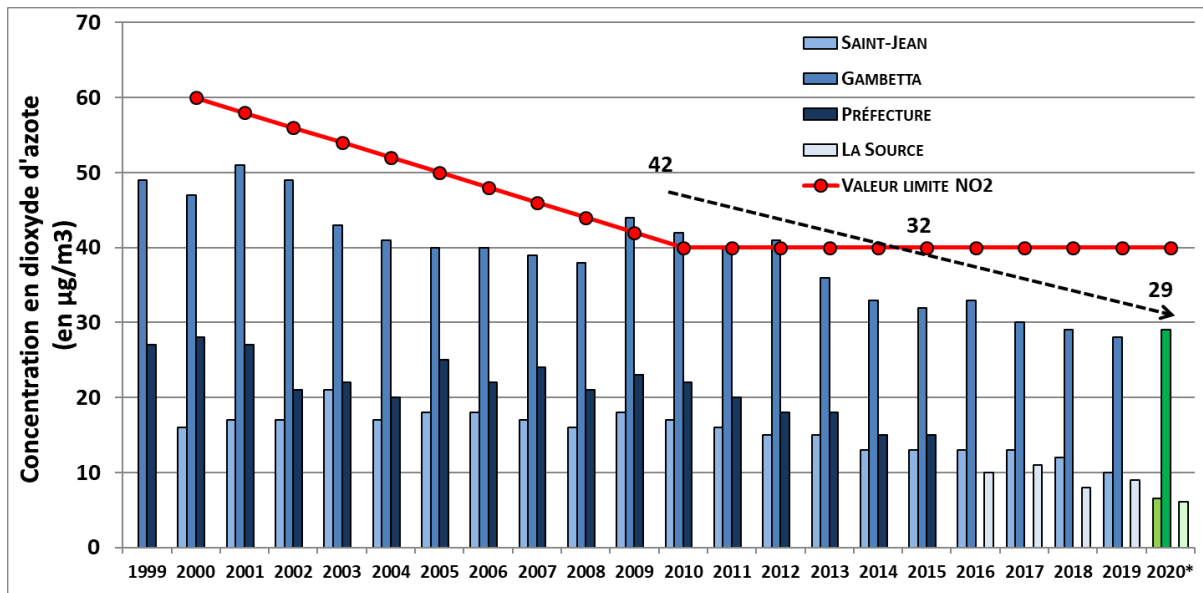


Figure 25 : Concentrations annuelles en NO₂ aux stations de surveillance - Scénario « tendanciel 2020 » PPA d'Orléans

A l'horizon 2020 et en suivant le scénario « tendanciel 2020 » seul, une amélioration de la qualité de l'air par rapport aux PM₁₀ et NO₂ serait attendue sur les stations de surveillance urbaines. En site trafic, il n'existerait plus aucun risque de dépassement de la valeur limite en NO₂. Rappelons ici, que la valeur limite en NO₂ avait été dépassée sur ce site de 2009 à 2012.

4.3.2.2 Effets attendus sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans

Les cartographies de concentrations annuelles obtenues par modélisation suivant le scénario « tendanciel 2020 » sont présentées sur les figures 26 et 27 respectivement pour les particules en suspension PM₁₀ et le dioxyde d'azote NO₂.

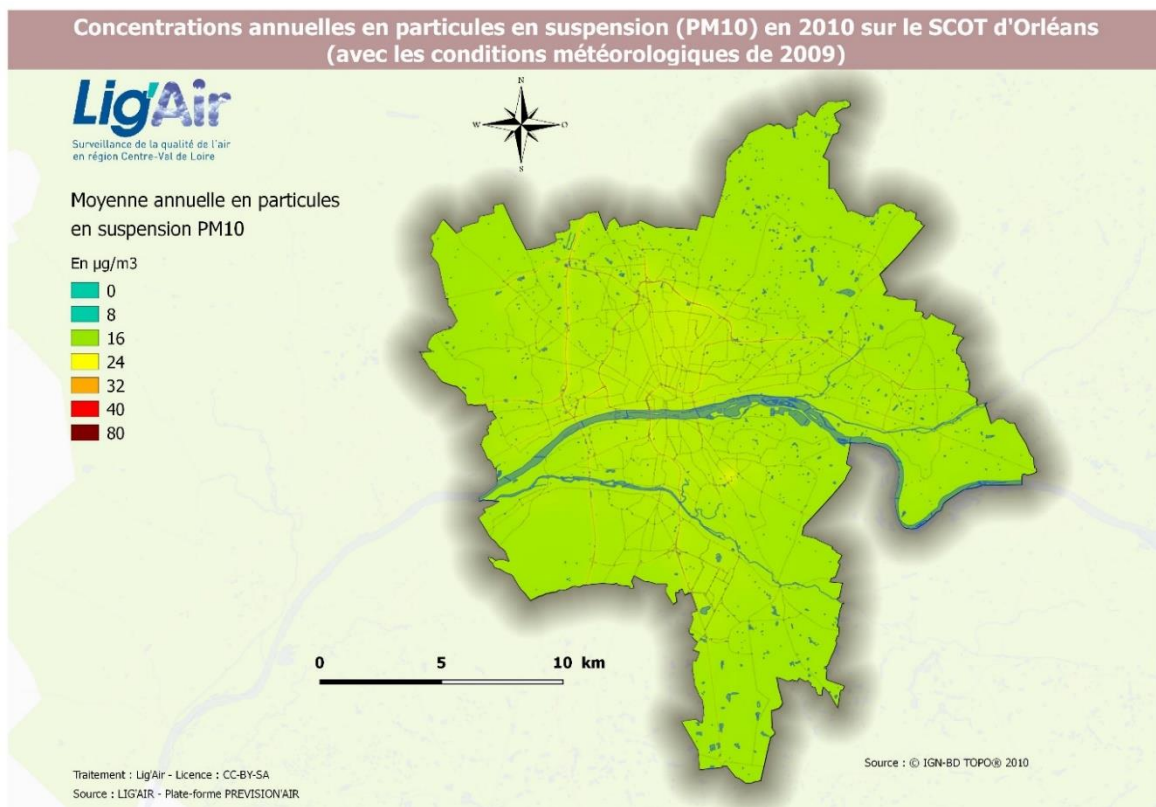


Figure 26 : Cartographie des concentrations annuelles en PM₁₀ suivant le scénario « tendanciel 2020 » Périmètre PPA d'Orléans.

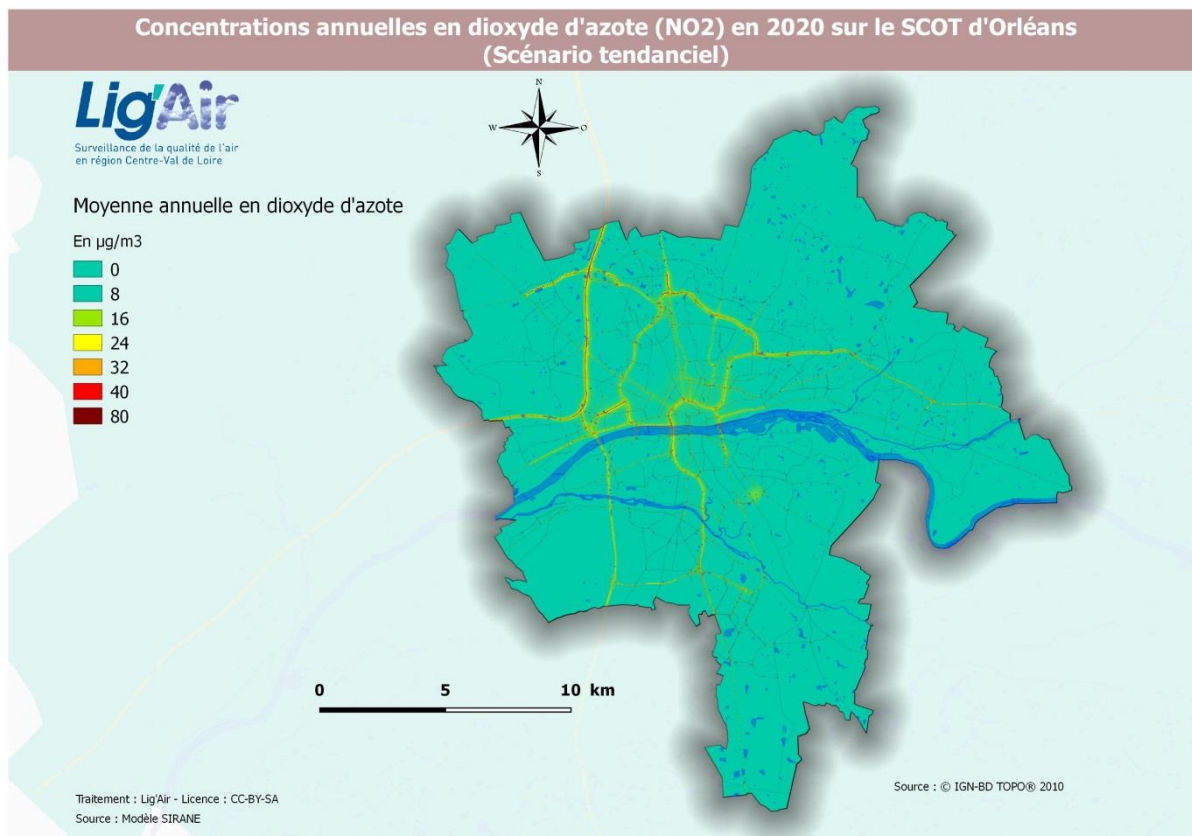


Figure 27 : Cartographie des concentrations annuelles en NO₂ suivant le scénario « tendanciel 2020 » Périmètre PPA d'Orléans.

En ce qui concerne les particules en suspension PM₁₀, le scénario « tendanciel 2020 » prévoit une diminution généralisée des concentrations annuelles sur l'ensemble du périmètre du PPA. Les niveaux les plus importants, tout en restant bien inférieurs à la valeur limite, sont localisés aux abords des grands axes de circulation, en particulier à proximité de la tangentielle et de l'A10.

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 étaient déjà respectées sur la zone d'étude.

La figure 28 illustre, quant à elle, les baisses de concentrations annuelles en NO₂ entre 2020 et 2010 sur le périmètre du PPA d'Orléans. Ainsi, les principales réductions de concentrations en NO₂ sont localisées aux abords des axes routiers (A10 et tangentielle en particulier) pouvant atteindre -13 µg/m³ à proximité des axes routiers et -9 µg/m³ dans le centre urbain.

A titre informatif, la valeur maximale de concentration annuelle modélisée en NO₂ en 2020 est localisée, comme en 2010, sur l'Avenue Charles de Gaulles sur la Commune d'Ormes entre l'échangeur 14 de l'autoroute A10 et la départementale D2157 avec une valeur de 64 µg/m³.

Différence des concentrations annuelles en dioxyde d'azote (NO₂) entre 2020 et 2010 sur le SCOT d'Orléans

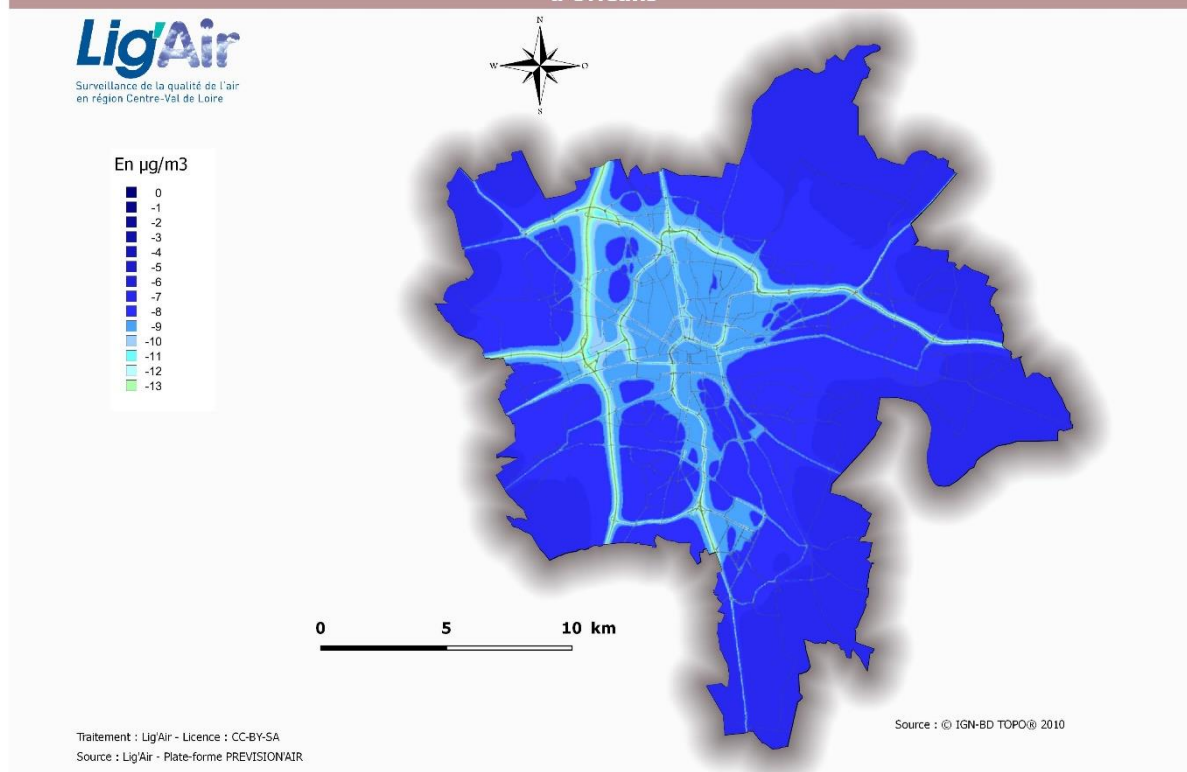


Figure 28 : Différence de concentrations annuelles en NO₂ entre 2020 et 2010

Malgré une baisse généralisée des émissions et des concentrations en NO₂ sur l'ensemble du périmètre du PPA d'Orléans, la figure 27 montre que le scénario « tendanciel 2020 » ne peut pas résoudre à lui seul tous les dépassements de la valeur limite en NO₂.

Les concentrations les plus élevées avec dépassement de la valeur limite en NO₂, sont localisées dans trois principales zones de l'agglomération orléanaise (figure 27) :

- Zone A10 : Zone située à l'ouest de l'agglomération le long des autoroutes A10 et A71.
- Zone tangentielle : L'axe tangentiel situé au nord et à l'est de l'agglomération orléanaise.
- Zone Centre-ville : Avenue Pierre Mendès France (D2552), sur la D2020 à proximité du Pont du Maréchal Joffre et Avenue Jean Zay.

En ce qui concerne l'exposition de la population aux dépassements de la valeur limite en NO₂, le scénario « tendanciel 2020 » conduirait à une baisse très significative du nombre de personnes exposées à ces dépassements. Ainsi, le nombre de personnes exposées passerait de 1441 habitants à environ 42 personnes, soit une diminution d'environ 97% entre 2010 et 2020. Cette baisse est due essentiellement à la diminution des émissions de NO_x par le trafic automobile. La figure 29 fournit la répartition du nombre d'habitants exposés en fonction des zones de dépassements. Les zones Centre-ville et Tangentielle totalisent à elles seules l'essentiel de la population exposée. La surface exposée passerait de 1,7 km² à environ 0,13 km² (soit de 47,4 km à 6,8 km d'axes linéaires).

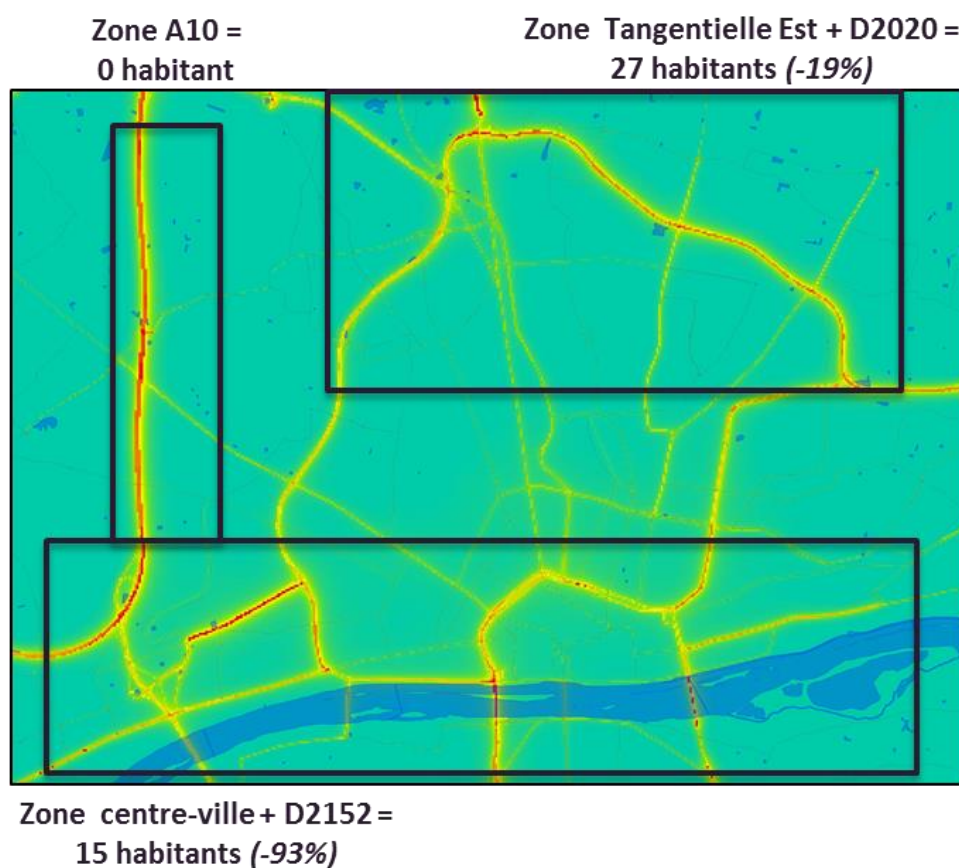


Figure 29 : Nombre d'habitants exposés en fonction des zones de dépassement. Scénario « tendanciel 2020 ». Périmètre PPA d'Orléans

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

Les résultats de simulation montrent que le scénario « tendanciel 2020 » améliore la qualité de l'air sur la zone du PPA d'Orléans. Ils prévoient une diminution des concentrations en NO₂ et en PM₁₀ sur l'ensemble du périmètre du PPA et en particulier sur les zones éloignées des axes de circulation. Sur certaines zones longeant les grands axes de circulation (A10, tangentielle et boulevards du centre-ville), la situation pourrait être encore problématique et des mailles de dépassements de la valeur limite en NO₂ y sont encore localisées (figure 27). Ainsi, en 2020 et suivant le scénario « tendanciel 2020 » seul, 42 habitants seraient encore exposés à des concentrations dépassant la valeur limite en NO₂ (en 2010, 1441 personnes étaient exposées à ces dépassements).

Comme évalué pour l'année de référence 2010, les risques de dépassement pour des concentrations annuelles en NO₂ supérieures à 36 µg/m³ (soit 10% en dessous de la valeur limite) font apparaître de nouveaux axes routiers. Par conséquent, le nombre d'habitants qui risqueraient d'être exposés à un dépassement de la valeur limite de NO₂ augmenterait pour atteindre 341 sur une superficie exposée de 0,46 km² (représentant environ 19 km d'axes linéaires situés en zones de dépassement) (figure 30).

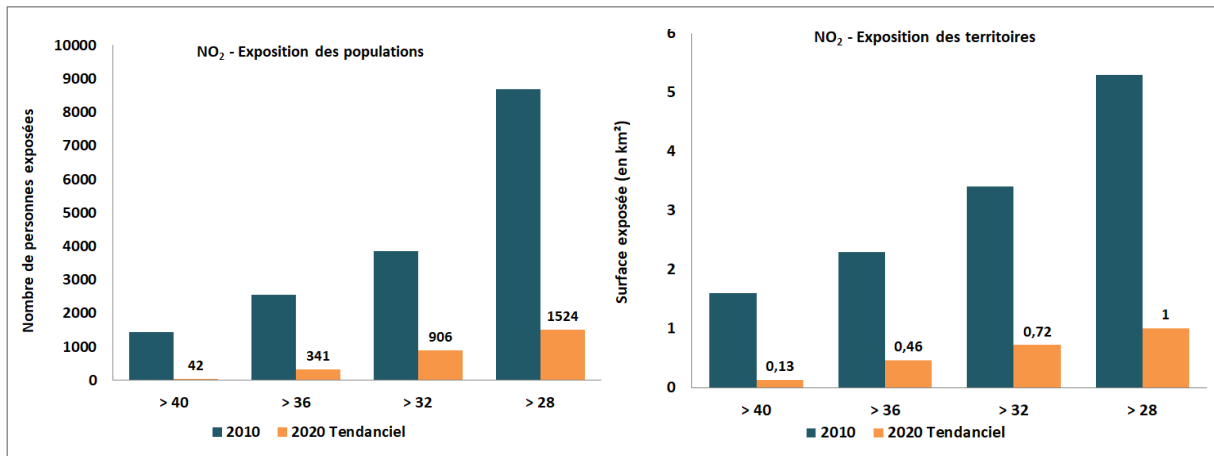


Figure 30 : Risque d'exposition de la population et de la superficie selon les niveaux de NO₂

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 BDTPO) sur les cartes de concentrations présentant le risque de dépassement ($\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Au total, 11 établissements sensibles essentiellement des établissements scolaires seraient situés dans des zones présentant un risque de dépassement comme le montre la figure 31 (mis en évidence par les points noirs).

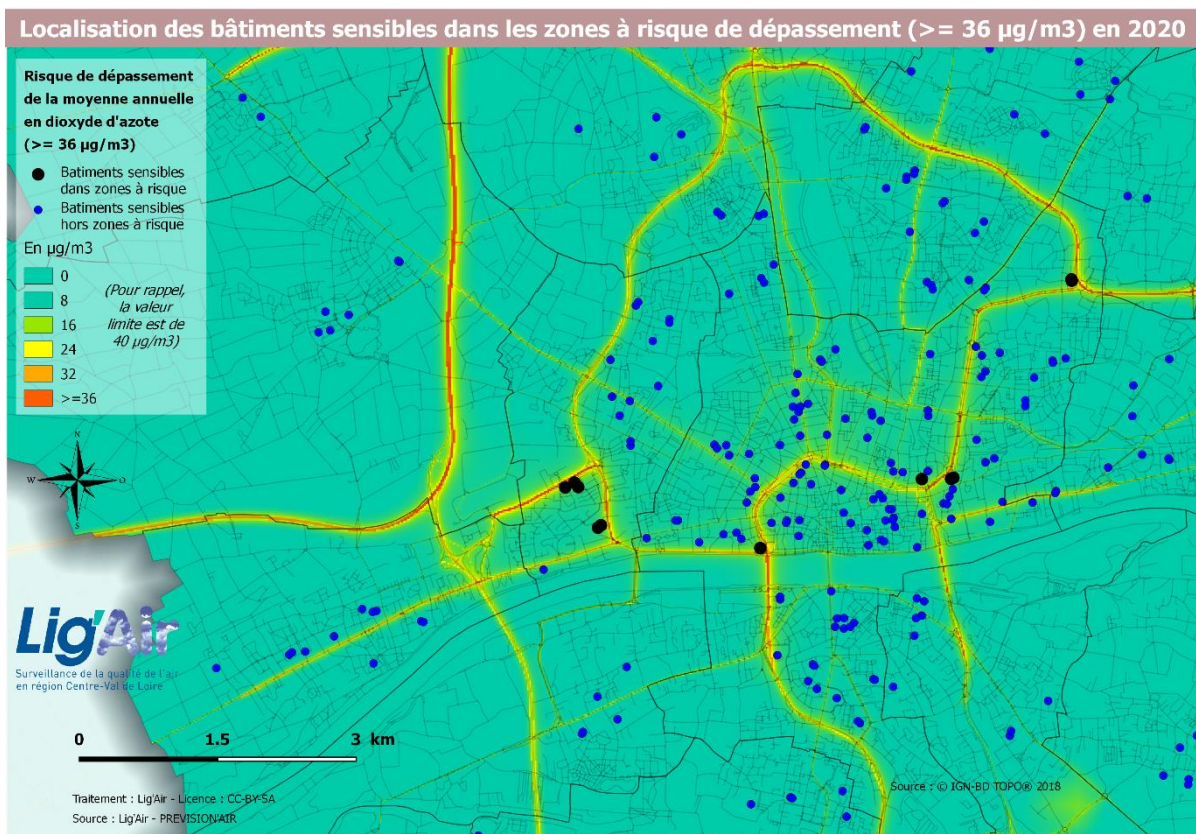


Figure 31 : Estimation des bâtiments sensibles en zone de risque de dépassement (Concentration annuelle NO₂ $\geq 36 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

4.4 Conclusion

L'évaluation du scénario « tendanciel 2020 » montre que, malgré une baisse importante des émissions des oxydes d'azote et des particules en suspension (PM_{10} et $PM_{2,5}$), l'objectif du PPA d'Orléans en terme de réduction des émissions d'oxydes d'azote ne serait pas atteint sans actions supplémentaires visant encore la réduction d'environ 95 tonnes pour le NO_x . Ces actions doivent être menées sur l'ensemble de la zone du PPA d'Orléans. Elles sont aussi nécessaires pour traiter les dépassements de la valeur limite en NO_2 et diminuer ainsi l'exposition des populations et des territoires.

En effet, le scénario « tendanciel 2020 » à lui seul ne peut pas satisfaire les objectifs du PPA en terme de respect de la réglementation et de l'absence d'exposition de la population et des territoires.

5 Conclusion générale

Des dépassements de valeurs limites réglementaires en dioxyde d'azote (NO_2) en 2009, 2010 et 2012 ont été observés par Lig'Air sur la station urbaine trafic située Place Gambetta au centre-ville d'Orléans.

En se basant sur la méthodologie nationale d'évaluation du Plan de Protection de l'Atmosphère, les émissions de NO_x , PM_{10} et $PM_{2,5}$ ont été quantifiées à l'horizon 2020 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 national à l'horizon 2020.

L'estimation des émissions suivant le scénario tendanciel 2020 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 NO_x contrairement aux particules en suspension $PM_{2,5}$ et PM_{10} . L'objectif du PPA d'Orléans en termes de réduction des émissions de ces deux polluants ne serait pas atteint sans actions supplémentaires visant encore la réduction d'environ 95 tonnes pour les oxydes d'azote NO_x .

Concernant la qualité de l'air, les simulations numériques suivant le scénario tendanciel 2020, montrent une diminution généralisée des concentrations en NO_2 sur l'ensemble du périmètre du PPA. Cependant, elles montrent aussi l'existence de trois zones de l'agglomération orléanaise qui risqueraient d'être en situation de dépassement réglementaire pour le dioxyde d'azote. Ces zones sont localisées aux alentours des grands axes routiers (Autoroute A10, Tangentielle et zone Centre-ville d'Orléans). De ce fait, 42 personnes seraient exposées à ces dépassements. Elles sont principalement localisées dans la zone centre-ville et à proximité de la tangentielle nord.

Les concentrations en PM_{10} ne semblent pas présenter de risque de dépassement sur le périmètre du PPA.

6 Annexes

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

6.1.1 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
NO₂	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	
PM₁₀	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		
O₃	Valeur cible	Sur 8 heures	120 µg/m ³ avec 25 j/an de dépassement autorisé	1 ^{er} janvier 2010
	Seuil d'information	Horaire	180 µg/m ³	
	Seuil d'alerte	Horaire	240 µg/m ³	
PM_{2,5}	Obligation concentration relative à l'exposition (IEM)	Annuelle	20 µg/m ³	2015
	Valeur cible		20 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2010
	Valeur limite		25 µg/m ³	1 ^{er} janvier 2015
SO₂	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	

6.1.2 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 - SO₂	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 PM₁₀	Principe de la collecte de la fraction PM ₁₀ des particules ambiantes sur un filtre et détermination de la masse gravimétrique, selon la norme EN 12341
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

6.2 Annexe 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions 2010

6.2.1 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**"

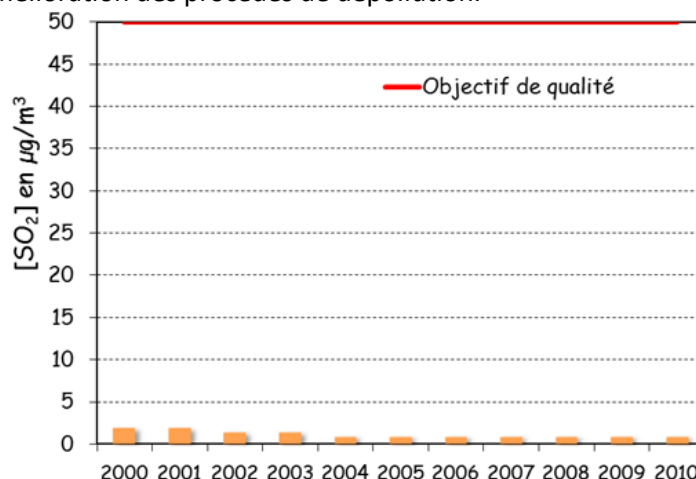
n : nombre d'activités émettrices prises en compte.

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

6.3.1 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 2000, les concentrations moyennes annuelles en SO₂ sont extrêmement faibles, inférieures à 5 µg/m³ notamment en sites urbains. 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.

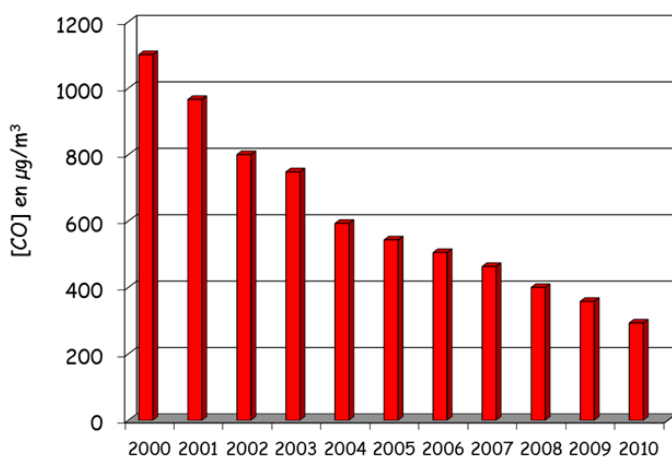


Evolution de la concentration moyenne annuelle de SO₂ (µg/m³) enregistrée en site urbain sur l'agglomération d'Orléans

6.3.2 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.

Ainsi la valeur limite (10000 µg/m³) n'a jamais été dépassée.



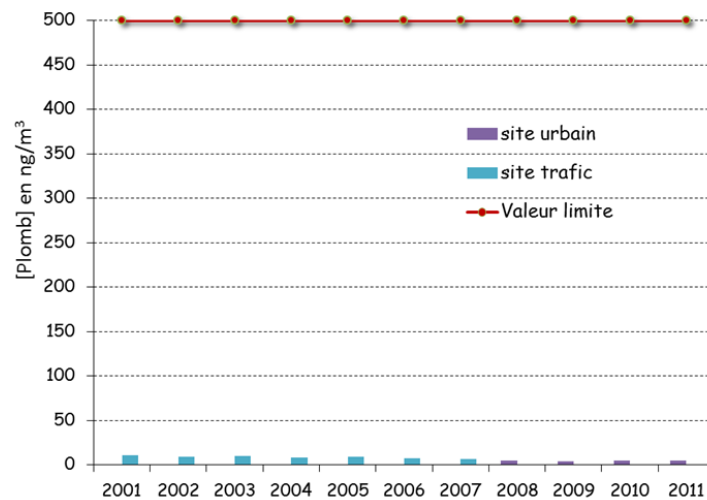
Evolution de la concentration moyenne annuelle de CO (µg/m³) enregistrée en site trafic (depuis 2000) sur l'agglomération d'Orléans

6.3.3 Métaux lourds

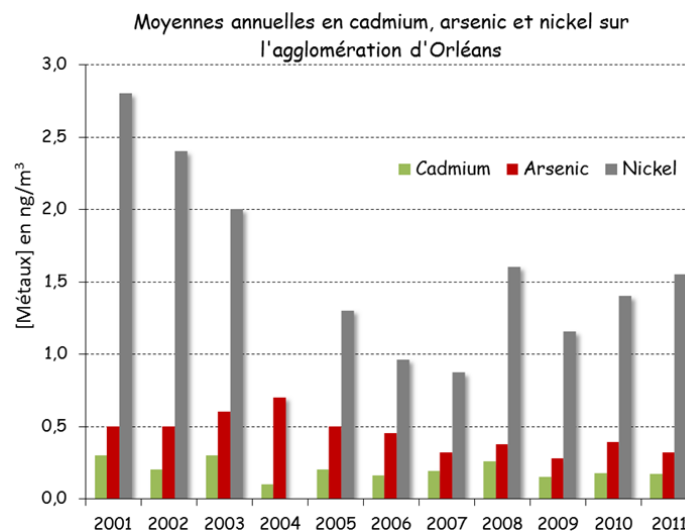
Les métaux lourds réglementés sont essentiellement issus du secteur industriel :

- 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).



Evolution de la concentration moyenne annuelle de Plomb (ng/m³) enregistrée en site trafic et en site urbain sur l'agglomération d'Orléans

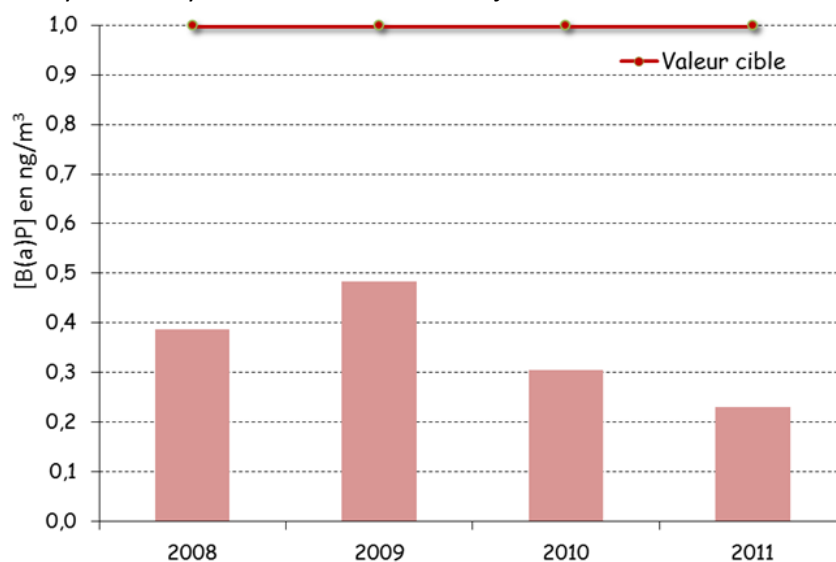


Evolution de la concentration moyenne annuelle de Cadmium, d'Arsenic et de Nickel (ng/m³) enregistrée sur l'agglomération d'Orléans

6.3.4 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.



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

6.4 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 de des données de modélisation urbaine SIRANE pour les deux années 2010 et 2020.

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 µg/m³).

6.5 Annexe 5 : Détail de l'inventaire des émissions 2010

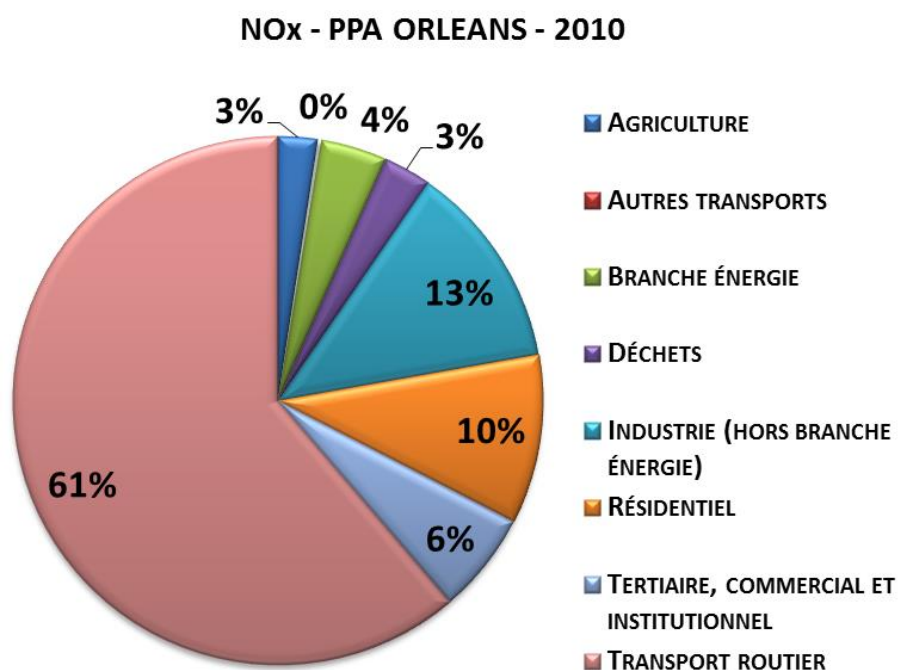
6.5.1 Détail des émissions annuelles 2010 par polluant sur la zone PPA

Les émissions annuelles 2010 par polluant, par secteur et sur l'ensemble de la zone PPA sont détaillées dans les tableaux suivants.

Secteurs d'activité (En tonnes)	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	CO	COVNM
Agriculture	71,7	18,3	10,9	4,4	59	13
Industrie	375	161,8	103,7	117,8	163,2	1564,4
Résidentiel	308,8	249,6	232,8	46,1	4255,4	1104,9
Tertiaire	185	5,2	5,2	34	76,1	29,3
Energie	120,1	0,7	0,6	105,9	11	61,2
Transport	1824,2	133,6	110,3	2,7	2458,7	264,3
Autres	94,2	8,6	3,9	3,2	3,3	1,2
TOTAL	2979	577,8	467,4	314,1	7026,7	3038,3

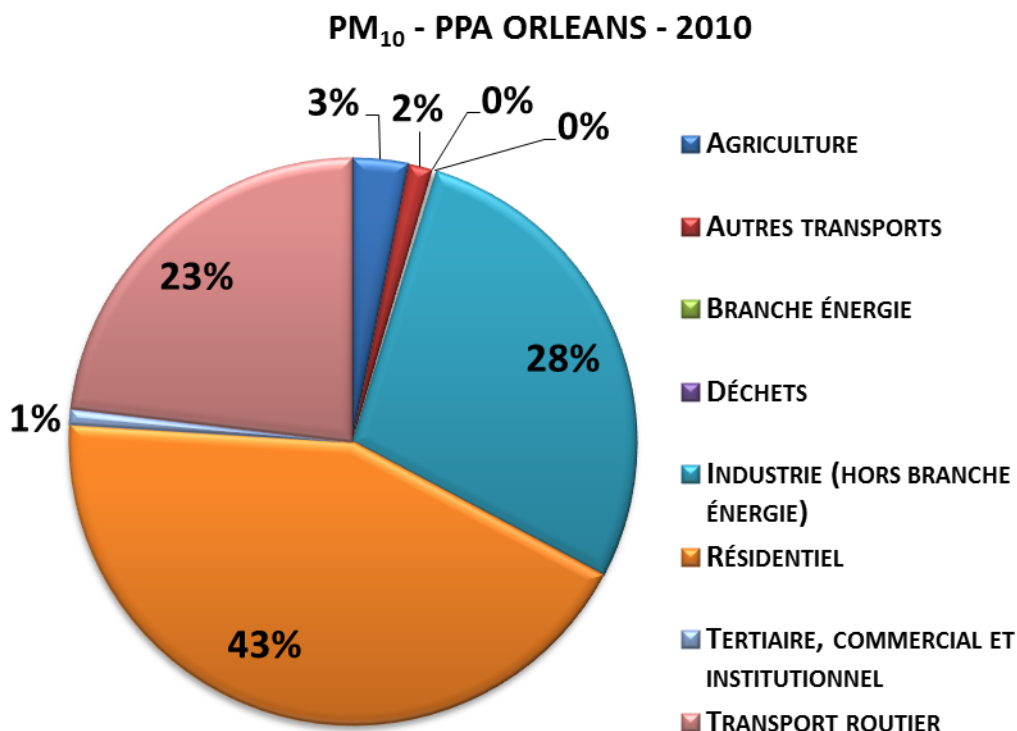
6.5.2 Détail des secteurs émetteurs par polluant sur la zone PPA en 2010

- Les oxydes d'azote



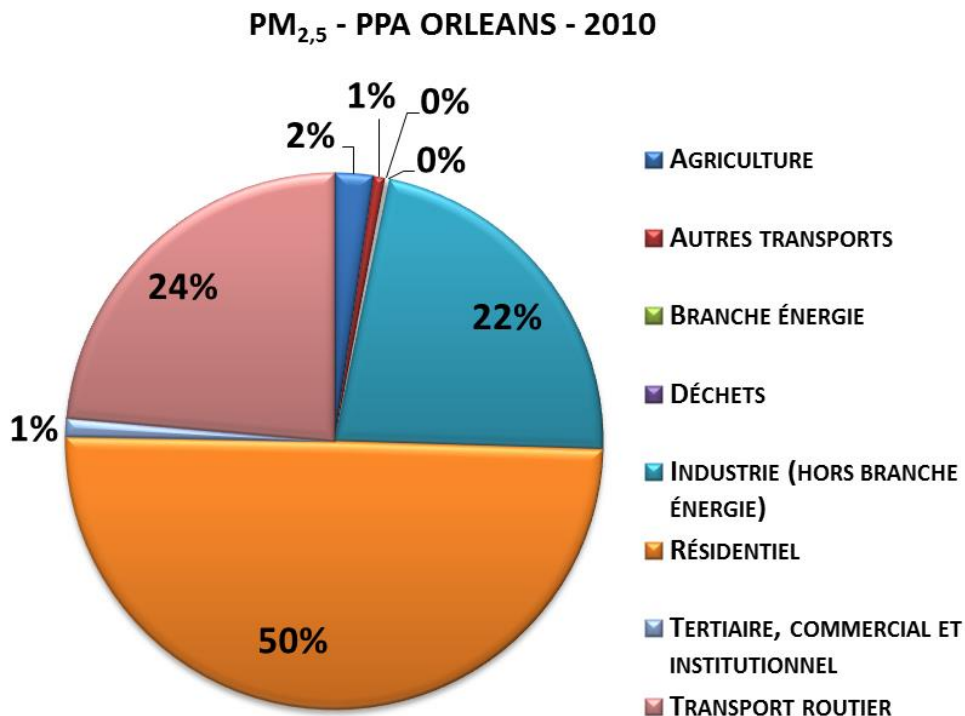
Contribution des secteurs émetteurs en NO_x en 2010 - Source : LIG'AIR

- Les particules PM₁₀



Contribution des secteurs émetteurs en PM₁₀ en 2010 - Source : LIG'AIR

- Les particules PM_{2,5}



Contribution des secteurs émetteurs en PM_{2,5} en 2010 - Source : LIG'AIR

6.6 Annexe 6 : Validation de la plate-forme PREVISIONAIR

Des objectifs de qualité des données modélisées en termes d'incertitudes sont imposés par la législation européenne (Directive 2008/50/CE). La Directive définit « l'incertitude pour la modélisation comme étant l'écart maximal des niveaux de concentration mesurés et calculés de 90% des points de surveillance particuliers, sur la période considérée pour la valeur limite (ou la valeur cible pour l'ozone), sans tenir compte de la chronologie des événements ». Cette incertitude est obtenue à partir de mesures réalisées selon des méthodologies de référence comme effectuées dans les stations de mesures fixes de Lig'Air. L'incertitude qui nous intéresse dans cette partie de l'étude concerne essentiellement celle pour le NO₂ et pour les PM₁₀.

Lig'Air ne dispose que de 3 stations de mesures fixes de surveillance pour le NO₂ et les PM₁₀. Il apparaît ainsi difficile d'appliquer 90% de points de surveillance telle qu'il est défini dans la Directive. Par conséquent, l'incertitude retenue est l'écart maximal des niveaux de concentration mesurés et modélisés aux stations de mesures fixes.

La plate-forme PREVISIONAIR utilise le modèle SIRANE qui est un logiciel de modélisation de la pollution atmosphérique développé par l'équipe AIR de l'Ecole Centrale de Lyon :



Le tableau suivant présente les comparaisons mesure/modèle de la moyenne annuelle en NO₂ obtenues aux stations de mesures fixes pour l'année de référence 2010.

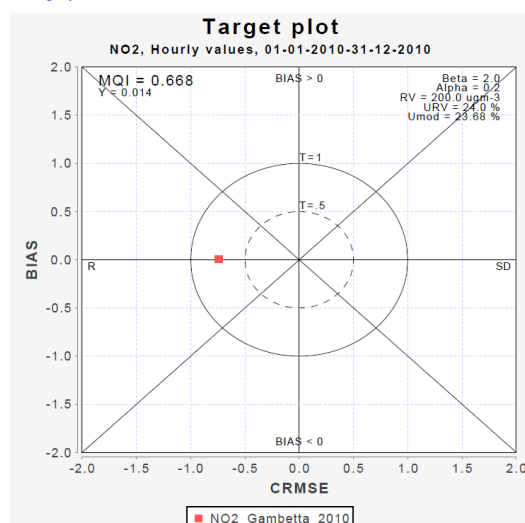
ANNEE DE REFERENCE 2010						
STATIONS DE MESURES	PREFECTURE		SAINT JEAN DE BRAYE		GAMBETTA	
Typologie	Urbaine [U]		Urbaine [U]		Trafic [T]	
Paramètres statistiques	Mesure	SIRANE	Mesure	SIRANE	Mesure	SIRANE
Moyenne annuelle	22,3	17,3	17	15	42	42,1
Biais fractionnel	Sans unité	14%	Sans unité	10%	Sans unité	7%

Comparaison statistique NO₂ entre mesures aux stations fixes et les résultats SIRANE

Le modèle SIRANE reproduit de manière très satisfaisante les niveaux de concentrations moyens annuels de NO₂ sur les 3 stations avec un biais fractionnel maximum de 14% rencontré pour la station Préfecture (entre -30% et 30% imposée par la Directive).

Station Gambetta :

3. Target plot



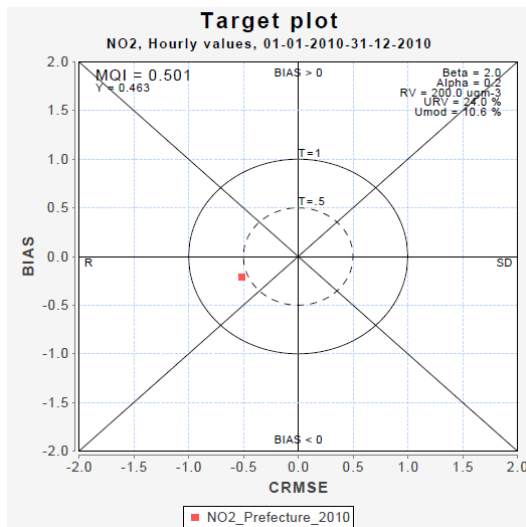
4. Summary statistics

NO2, Hourly values, 01-01-2010-31-12-2010
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	

Station Préfecture :

3. Target plot



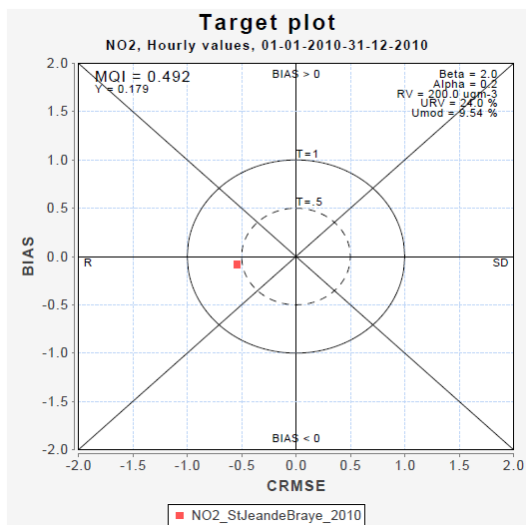
4. Summary statistics

NO2, Hourly values, 01-01-2010-31-12-2010
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	

Station Saint Jean de Braye :

3. Target plot



4. Summary statistics

NO2, Hourly values, 01-01-2010-31-12-2010
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	

Mail d'échange LCSQA – Lig'Air : « L'indicateur Hperc norm est un indicateur de performance complémentaire qui sert à qualifier l'aptitude de la modélisation à reproduire les plus fortes concentrations.

Si la station répond bien à l'objectif de qualité (point dans le target plot) et remplit tous les autres critères, ce n'est pas si grave, surtout si cela ne concerne qu'une station.

Tu peux considérer ta modélisation annuelle comme validée, et dans ton rapport d'évaluation, ajouter un commentaire sur l'éventuelle difficulté de la modélisation à reproduire localement les valeurs horaires les plus élevées. »

Le tableau suivant présente les comparaisons mesure/modèle (SIRANE) de la moyenne annuelle en PM₁₀ obtenues aux stations de mesures fixes pour l'année de référence 2010.

ANNEE DE REFERENCE 2010

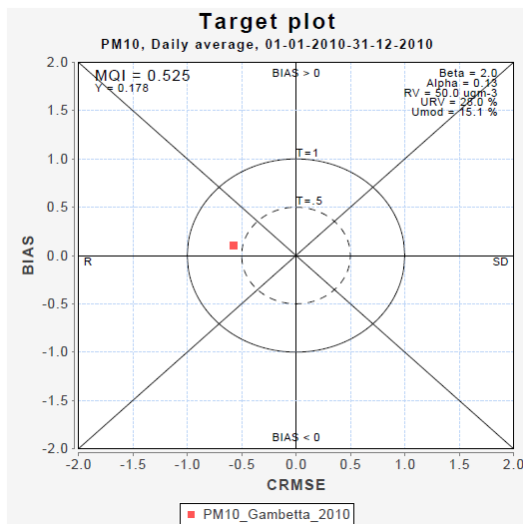
STATIONS DE MESURES	LA SOURCE		SAINT JEAN DE BRAYE		GAMBETTA	
Typologie	Urbaine [U]		Urbaine [U]		Trafic [T]	
Paramètres statistiques	Mesure	SIRANE	Mesure	SIRANE	Mesure	SIRANE
Moyenne annuelle	22	18	21,6	18	22,8	24,2
Biais fractionnel	Sans unité	-16%	Sans unité	-14%	Sans unité	11%

Comparaison statistique PM₁₀ entre mesures aux stations fixes et les résultats SIRANE

Le modèle SIRANE reproduit de manière satisfaisante les niveaux de concentrations moyennes annuels de PM₁₀ sur les 3 stations avec un biais fractionnel maximum de -16% rencontré pour la station de La Source (entre -30% et 30% imposée par la Directive).

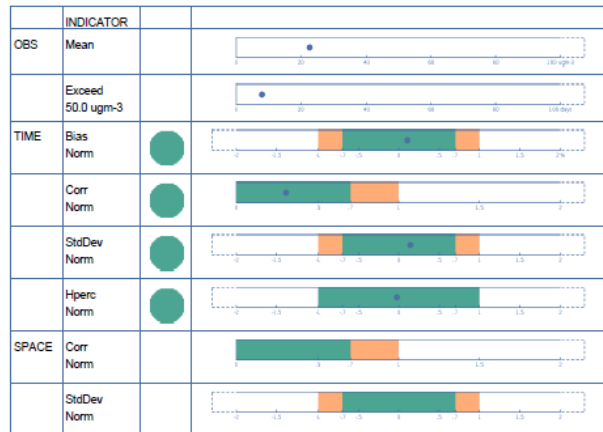
Station Gambetta :

3. Target plot



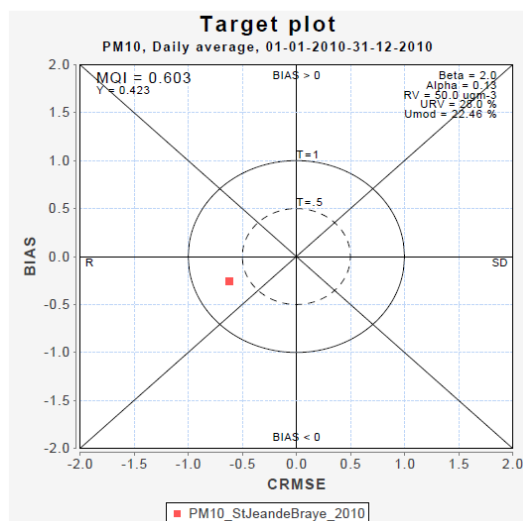
4. Summary statistics

PM10, Daily average, 01-01-2010-31-12-2010
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected



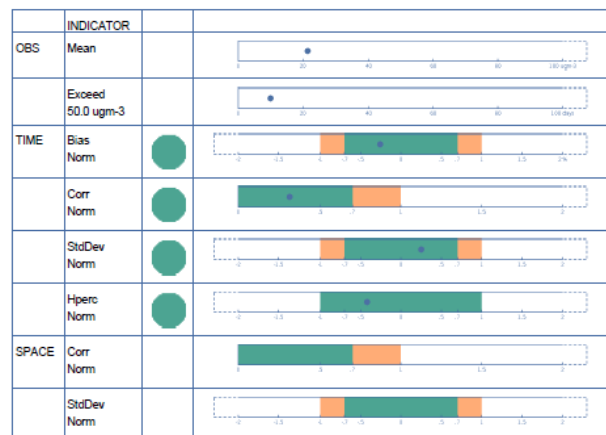
Station Saint Jean de Braye :

3. Target plot



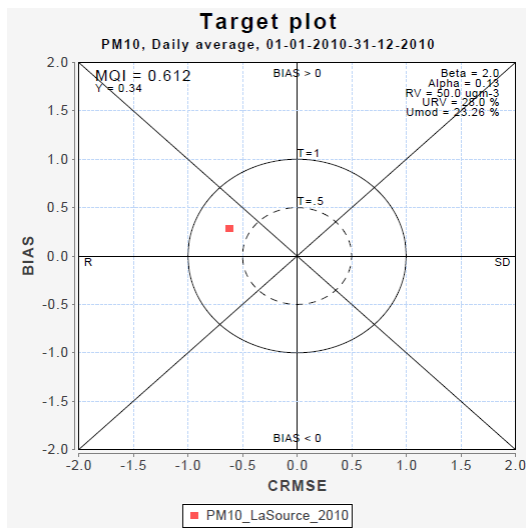
4. Summary statistics

PM10, Daily average, 01-01-2010-31-12-2010
Nb of stations/groups: 1 valid / 1 selected



Station La Source :

3. Target plot



4. Summary statistics

PM10, Daily average, 01-01-2010-31-12-2010

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		

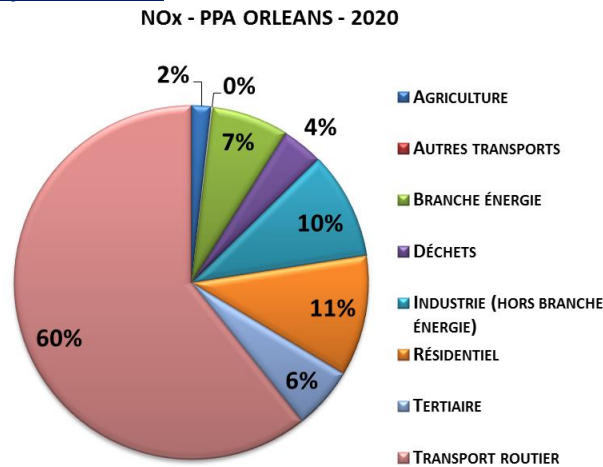
Conformément à la méthodologie nationale et en l'absence des données de mesures issues des stations fixes pour la situation « 2020 », le modèle SIRANE a été calé et validé sur l'année de référence 2010.

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.

6.7 Annexe 7 : Détail de l'inventaire des émissions 2020 prospectifs

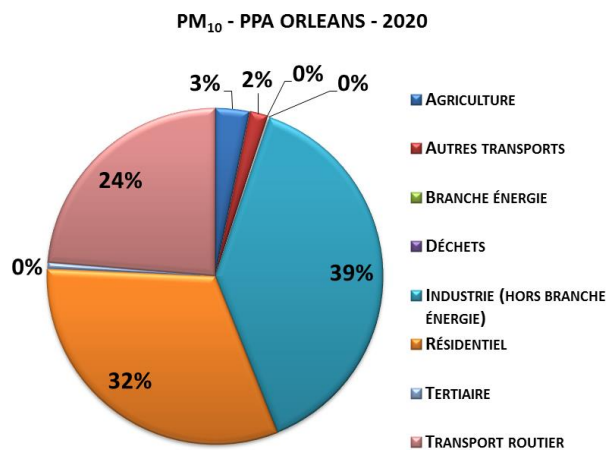
6.7.1 Détail des secteurs émetteurs par polluant sur la zone PPA

- Les oxydes d'azote



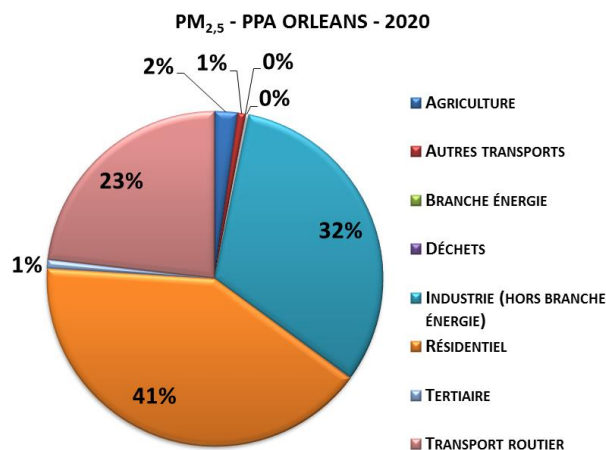
Contribution des secteurs émetteurs en NOx en 2020 - Source : LIG'AIR

- Les particules PM₁₀



Contribution des secteurs émetteurs en PM₁₀ en 2020 - Source : LIG'AIR

- Les particules PM_{2,5}



Contribution des secteurs émetteurs en PM_{2,5} en 2020 - Source : LIG'AIR