cartographies de la qualité de l'air

agglomération de Nantes pour l'année 2010

décembre 2011

air pays de la loire
www.airpl.org

sommaire

synthèse 1
introduction 1
domaine d'étude 2
données d'entrée du modèle 3
les données d'émissions 3
la météorologie : 4
la pollution de fond : 4
validation du modèle 5
résultats de la modélisation 6
le dioxyde d'azote 6
l'ozone 7
les particules 8
le monoxyde de carbone 10
le benzène 11
le dioxyde de soufre 12
Evaluation de l'exposition des populations 13
conclusions et perspectives 14
annexes 15
annexe 1 : les résultats du calage du modèle 16
annexe 2 : seuils réglementaires de la qualité de l'air 2010 20
glossaire 21
abréviations 21

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Thierry Schmidt, Cartographie : Thierry Schmidt, Exploitation statistique : Thierry Schmidt, Mise en page : Bérangère Poussin, Validation : Arnaud Rebours, Luc Lavrilleux.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Ecologie.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org.

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

synthèse

synthèse

En agglomération urbaine, la dégradation de la qualité de l'air et les risques de dépassement des seuils réglementaires sont principalement observés à proximité des axes de circulation. Ainsi, le Plan de Protection de l'Atmosphère de Nantes Saint-Nazaire, adopté le 30 août 2005[1], demande un recensement des voies routières génératrices de concentrations élevées de polluants.

Dans ce cadre, Air Pays de la Loire a proposé d'engager une étude de modélisation visant à élaborer des cartographies annuelles de la qualité de l'air sur les agglomérations de Nantes et Saint-Nazaire dans le but d'identifier les populations éventuelles soumises à des dépassements de seuils réglementaires.

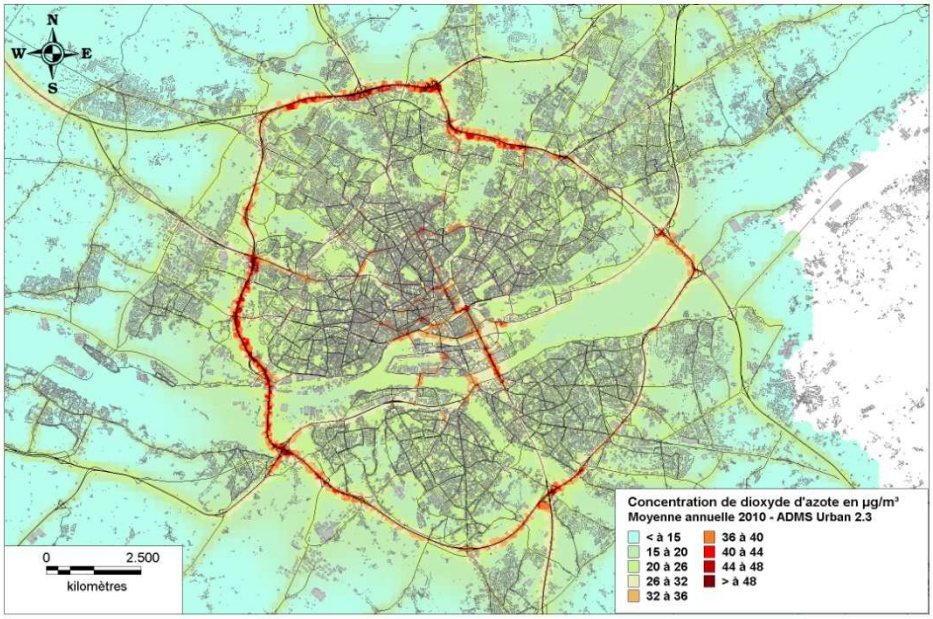
De plus, le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) 2010-2015 des Pays de la Loire prévoit la réalisation de cartographies des niveaux annuels des principaux polluants atmosphériques dans les quatre agglomérations de plus de 100 000 habitants de la région des Pays de la Loire : Nantes, Angers, Le Mans, Saint-Nazaire.

Une première estimation des concentrations par modélisation a été réalisée par Air Pays de la Loire pour les années 2002 et 2008 sur l'agglomération Nantaise à travers le projet Eval-PDU financé par l'Agence Nationale de la Recherche (ANR).

La présente étude restitue une mise à jour des résultats en moyenne annuelle et en percentiles obtenus pour l'année 2010 au niveau de la zone intra-périphérique de l'agglomération de Nantes Métropole.

Le modèle utilisé est le logiciel ADMS – urban, adapté pour la simulation de la qualité de l'air en milieu urbain et prenant notamment en compte les mécanismes de pollution à proximité des sources. Ce modèle a été alimenté par la description des émissions du trafic routier provenant du programme Eval-PDU et par l'inventaire des émissions BASEMIS élaboré par Air Pays de la Loire pour les autres sources (résidentiel / tertiaire, industries).

Le périmètre de l'étude présente un tissu urbain dense et continu alliant habitations et activités. Le trafic est globalement élevé avec des axes de circulation pouvant atteindre 35 000 véhicules/jour sur le quai de la fosse, 22 000 véhicules/jour rue Paul Bellamy. Le périphérique est également très circulé avec plus de 70 000 véhicules/jour sur les parties nord et ouest. Le territoire intra périphérique regroupe les 2/3 de la population résidente dans l'agglomération.

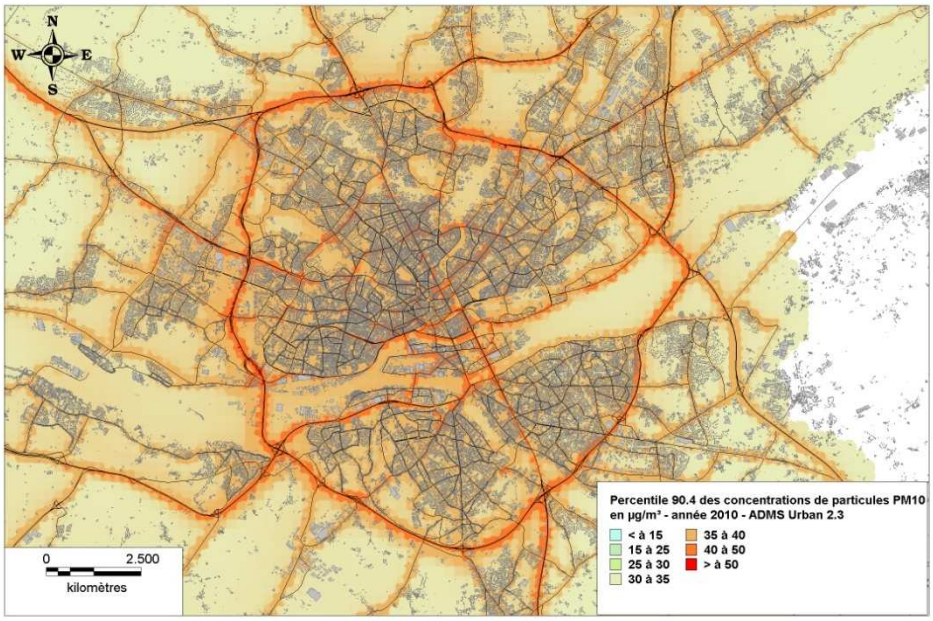


[1] Le Plan de Protection de l'Atmosphère est actuellement en cours de révision

synthèse

La distribution spatiale de la pollution est caractérisée par des niveaux de pollution plus élevés en proximité routière pour le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, le benzène, et dans une moindre mesure pour les poussières fines PM10 et très fines PM2,5.

Concernant le dioxyde d'azote (cartographie ci-dessus), des risques potentiels de dépassements de la valeur limite en moyenne annuelle ont été mis en évidence à proximité de voies à fort trafic (périphérique) et en centre-ville de Nantes dans certaines rues encaissées. Ces concentrations élevées en NO_2 (supérieur à 40 µg.m^{-3}) concernent en 2010 5% de la population résidente dans l'agglomération. Le pourcentage de la population exposée aux concentrations en NO_2 supérieures à 40 µg.m^{-3} n'a pas évolué entre 2008 et 2010. Ces risques ne sont pas spécifiques à l'agglomération nantaise mais sont présents plus globalement en milieu urbain à proximité de voies de trafic à fortes circulations et/ou dans des rues très encaissées peu favorables à la dispersion des polluants. Le dépassement de la valeur limite NO2 en moyenne annuelle en proximité automobile a été ainsi constaté sur plusieurs sites de trafic d'autres agglomérations (avenue de la République à Saint-Nazaire ; voie des berges à Angers). Plus largement, 24 agglomérations de plus de 100 000 habitants présentent des sites de trafic dépassant cette valeur réglementaire en 2010.



Concernant les particules PM10, la cartographie du percentile 90.4 présente des concentrations modélisées plus marquées sur le périphérique pouvant approcher la valeur limite réglementaire de 50 µg.m^{-3} en moyenne journalière. Les résultats de la modélisation en monoxyde de carbone, benzène, ozone, dioxyde de soufre et particule PM2,5 ne présentent pas de dépassement de valeur limite réglementaire en moyenne annuelle et en percentile sur l'agglomération Nantaise.

Enfin, il s'avère que les concentrations en NO_2, O_3, SO_2 et en particules PM10 et PM2,5 sont relativement stables entre 2008 et 2010. En revanche, les concentrations en CO et benzène sont en baisse de respectivement 26% et 16% en moyenne en proximité trafic.

introduction

En agglomération urbaine, la dégradation de la qualité de l'air et les risques de dépassement des seuils réglementaires sont principalement observés à proximité des axes de circulation. Ainsi, le Plan de Protection de l'Atmosphère de Nantes Saint-Nazaire, adopté le 30 août 2005, demande un recensement des voies routières génératrices de concentrations élevées de polluants.
Dans la zone PPA Nantes Saint-Nazaire, Air Pays de la Loire a enregistré en 2008 un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote à proximité de l'avenue de la République à Saint-Nazaire. Ce dépassement a fait l'objet d'un calcul de la superficie des zones et du nombre d'habitants exposés à ce dépassement.
Dans le cadre des actions du Plan de Protection Nantes/St-Nazaire, Air Pays de la Loire a proposé d'engager une étude de modélisation visant à élaborer des cartographies annuelles de la qualité de l'air sur les agglomérations de Nantes et Saint-Nazaire dans le but d'identifier les populations éventuelles soumises à des dépassements de seuils réglementaires.

En complément, le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) 2010-2015 des Pays de la Loire prévoit la réalisation de cartographies des niveaux annuels des principaux polluants atmosphériques dans les quatre agglomérations de plus de 100 000 habitants de la région des Pays de la Loire : Nantes, Angers, Le Mans, Saint-Nazaire. Ces cartographies sont établies en mode surveillance à partir de l'inventaire des émissions, des paramètres météorologiques et du parc automobile actualisés. Ainsi, Air Pays de la Loire dispose depuis 2011 d'un suivi annuel de la qualité de l'air et de l'exposition des populations sur les quatre agglomérations.

Nantes Métropole est la première unité urbaine des Pays de la Loire, et est de ce fait concernée par des problématiques liées à la dégradation de la qualité de l'air.

D'autre part, le projet ANR Eval-PDU a permis d'estimer par modélisation les niveaux de pollution sur l'agglomération en 2002, en 2008, et selon plusieurs scénarios traduisant différentes politiques en matière de transports urbains. Cette étude a conduit à documenter la zone d'étude en données indispensables à la mise en œuvre d'outils de modélisation. Un second projet, relatif à l'action 7 du Plan Régional Santé Environnement (PRSE) a permis de réaliser des cartes de pollution pour les Métaux lourds et les HAP en 2008.

Ce rapport présente, pour l'année 2010, la modélisation de la qualité de l'air sur les communes les plus densément peuplées de l'agglomération Nantaise ainsi que la population exposée à des dépassements de la valeur limite en dioxyde d'azote. Les résultats obtenus sont illustrés par des cartes commentées.

domaine d'étude

Le périmètre de l'étude concerne la zone intra-périphérique de l'agglomération Nantes Métropole. Ce domaine présente un tissu urbain dense et continu alliant habitations et activités. Le trafic est globalement élevé avec des axes de circulation pouvant atteindre 35 000 véhicules/jour sur le quai de la fosse, 22 000 véhicules/jour rue Paul Bellamy. Le périphérique est également très chargé avec plus de 70 000 véhicules/jour sur les parties nord et ouest.

Le territoire intra-périphérique regroupe les 2/3 de la population résidente dans l'agglomération. Le périmètre de résultats concerne plus précisément les communes de :

- Nantes (4 300 hab/km²)[2],
- Rezé (2 400 hab/km²),
- Saint-Sébastien-sur-Loire (2 100 hab/km²),
- Saint-Herblain (1 450 hab/km²),
- Sainte-Luce-sur-Loire (1 025 hab/km²),
- Orvault (886 hab/km²),
- Vertou (556 hab/km²),
- Bouguenais (537 hab/km²).

Ce domaine s'étend sur 25 km d'Est en Ouest et sur 15km du Nord au Sud.

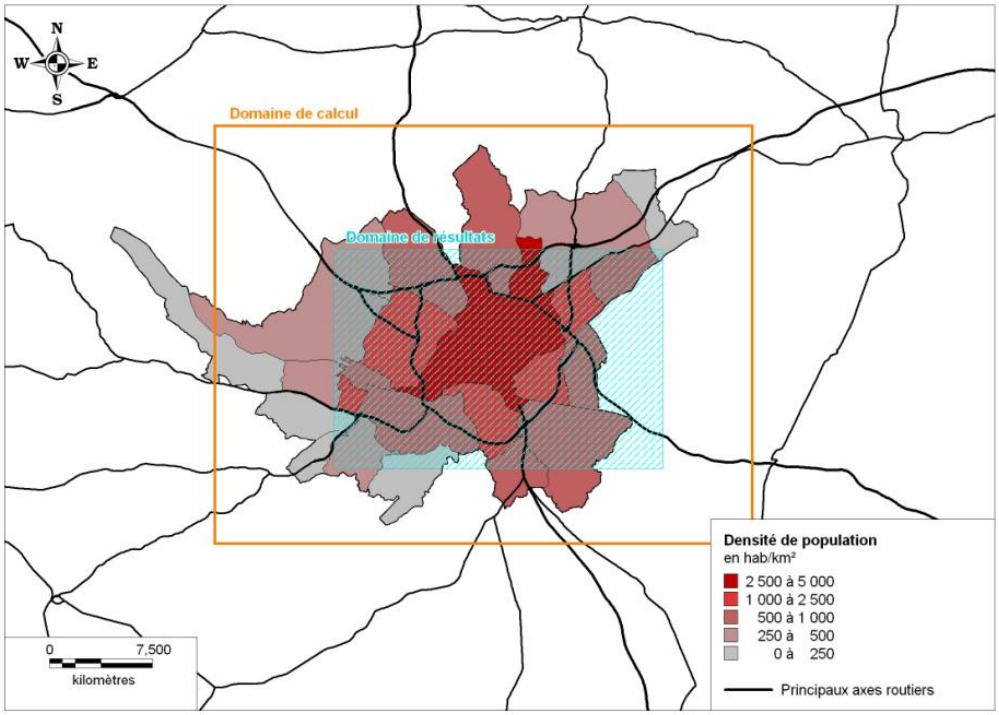


Figure 1 : domaine d'étude et densité de population sur l'agglomération Nantaise

[2] Données issues de traitement Air Pays de la Loire. Document source : INSEE, Pays de la Loire, population 2007 - BD_Carto, IGN

données d'entrée du modèle

les données d'émissions

Les secteurs d'émissions considérés dans cette étude sont le secteur routier, le secteur résidentiel/tertiaire et le secteur industriel. Ces trois secteurs sont représentatifs de la quasi-totalité des émissions en milieu urbain. Le tableau 1 ci-dessous présente la répartition sectorielle au niveau de Nantes Métropole des émissions pour les principaux polluants.

	CO	Benzène	NOx	PM10	PM2.5	COV	SO2
Transports routiers	78%	85%	69%	45%	56%	14%	5%
Résidentiel/tertiaire	17%	2%	16%	13%	21%	14%	51%
Industrie	2%	2%	7%	26%	16%	43%	37%
Transports non routiers	2%	2%	4%	2%	2%	<1%	3%
Agriculture	<1%	1%	2%	14%	5%	23%	4%
Traitement des déchets	<1%	5%	1%	<1%	<1%	1%	1%
Production/distribution énergie	<1%	3%	<1%	<1%	<1%	2%	1%
Sylviculture	<1%	<1%	<1%	<1%	<1%	3%	0%

Tableau 1 : répartition des émissions par secteur et polluants au niveau de Nantes Métropole

L'inventaire des émissions utilisé est l'inventaire régional BASEMIS de l'année 2008. Cet inventaire, élaboré par Air Pays de la Loire, est le plus récent actuellement disponible sur les Pays de la Loire.

Les émissions sont comptabilisées à la source, suivant la méthodologie de référence du guide OMINEA[3]. Les calculs sont effectués à l'échelle régionale et ont une résolution communale. Les données d'entrée sont nombreuses et diverses : pour les secteurs résidentiel et tertiaire sont notamment utilisées les consommations énergétiques régionales du SOeS (Service d'Observation et de Statistiques), des données de population (INSEE), le détail logement (INSEE), ou encore le dénombrement des établissements (INSEE).

Les émissions dues au trafic routier sont calculées à partir des données de trafic fournies par le Centre d'Etudes Techniques de l'Equipement Ouest et des facteurs d'émissions issus de la méthodologie COPERT IV.

Pour le secteur industriel, l'inventaire BASEMIS se base sur les données déclarées par l'exploitant.

visualisation des sources d'émissions

La cartographie ci-dessous présente les différentes sources d'émission répertoriées à l'échelle de Nantes Métropole tous polluants confondus. Les émissions diffuses représentent les émissions liées au résidentiel et tertiaire.

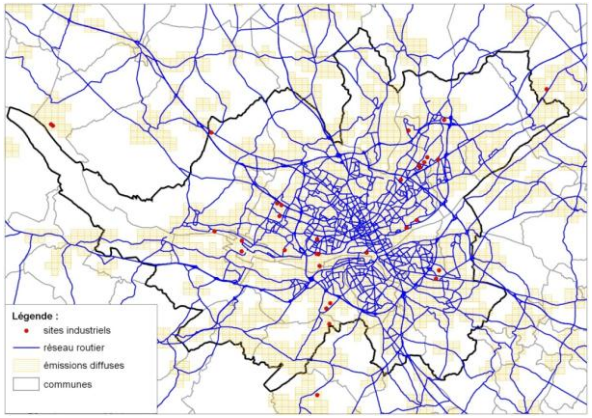


Figure 2 : Cartographie des sources d'émissions prises en compte dans l'agglomération Nantaise

[3] http://www.citepa.org/publications/Inventaires.htm

la météorologie

La station météo France de l'aéroport Nantes-Atlantique a été utilisée pour définir les conditions météorologiques de la zone d'étude. Les paramètres pris en compte par le modèle sont la direction et l'intensité du vent, la température, la nébulosité, les précipitations et l'humidité relative. Les données météorologiques de l'année 2010 ont été utilisées.

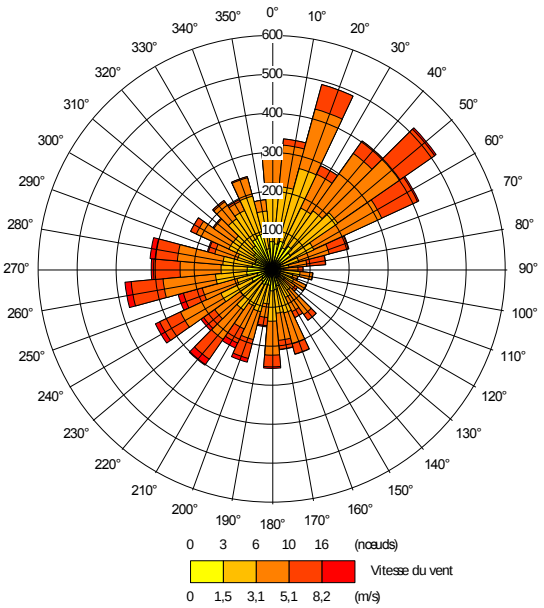


Figure 3 : rose des vents en 2010 de la station météorologique Nantes-Atlantique (source : Air Pays de la Loire – données Météo France)

la pollution de fond

La pollution de fond représente l'apport extérieur de polluants sur le domaine d'étude. Elle varie en fonction de la direction des vents dominants et est définie pour chaque polluant modélisé.

Dans la mesure du possible, les stations du réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire ont été utilisées pour définir ce paramètre. Une pollution de fond en oxydes d'azotes, NOx et NO2, en particules PM10 et PM2.5, et en ozone a ainsi pu être renseignée.

Concernant le monoxyde de carbone, Air Pays de la Loire ne dispose pas de station en milieu non influencé. Une équation basée sur la corrélation des concentrations de ce polluant avec celles en monoxyde d'azote a été utilisée.

Pour le benzène et le dioxyde de soufre, la participation de la pollution de fond est estimé minoritaire par rapport aux émissions présentes dans le domaine étudié. Cette hypothèse permet de définir une pollution de fond nulle pour ces polluants.

validation du modèle

Cette étape, aussi appelée calage du modèle, permet d'ajuster les paramètres d'entrée du modèle afin d'obtenir le meilleur accord avec les mesures. La validation a été réalisée à partir des stations de mesures permanentes d'Air Pays de la Loire présentes dans l'agglomération nantaise (figure 4).

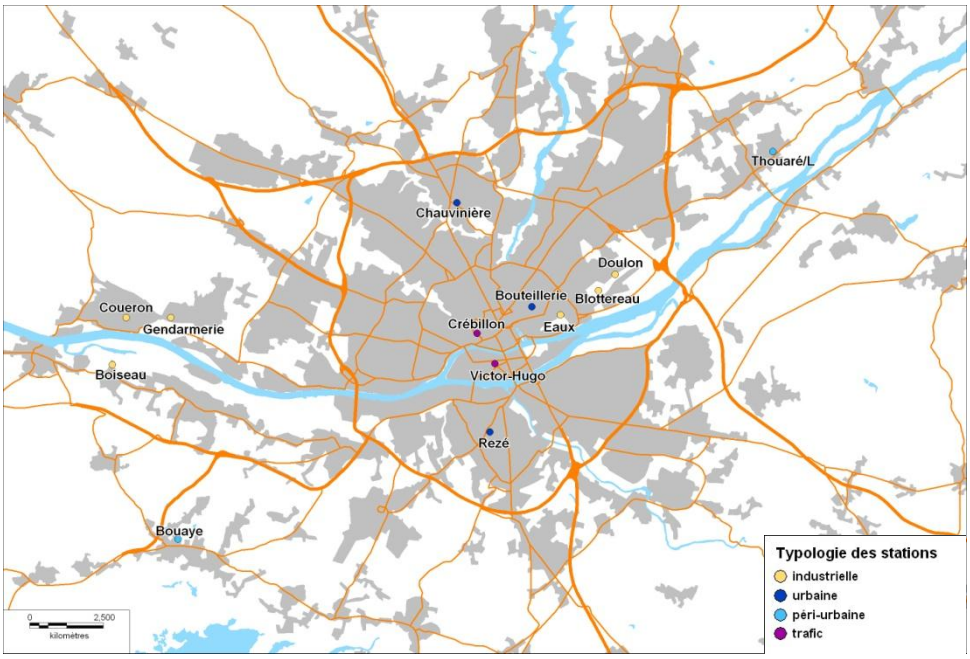


Figure 4 : cartographie du réseau de mesure de l'agglomération Nantaise en 2010

Des critères statistiques aussi appelés « scores » ont permis d'évaluer la qualité de l'accord mesure-modèle et du paramétrage du logiciel en lien avec les objectifs de qualité et d'incertitude de la Directive européenne 2008/50/CE, présentés dans le tableau 1. Par ailleurs, des profils journaliers et annuels des concentrations ont été calculés afin d'assurer une bonne reproduction des évolutions temporelles des concentrations modélisées.

Incertitude du modèle	Anhydride sulfureux, dioxyde d'azote et oxydes d'azote, et monoxyde de carbone	Benzène	Particules (PM10/PM2.5) et plomb	Ozone et NO et NO_2 correspondants
Par heure	50 %	--	--	50 %
Moyennes sur 8 heures	50 %	--	--	50 %
Moyennes journalières	50 %	--	Non encore défini	--
Moyennes annuelles	30 %	50 %	50 %	--

Tableau 2 : Objectifs de qualité en termes d'incertitude de la directive européenne 2008/50/CE

Le biais normalisé ou fractionnel exprimé en % renseigne sur la tendance relative du modèle à surestimer (biais positif) ou sous-estimer (biais négatif) les observations. Il quantifie l'erreur systématique.

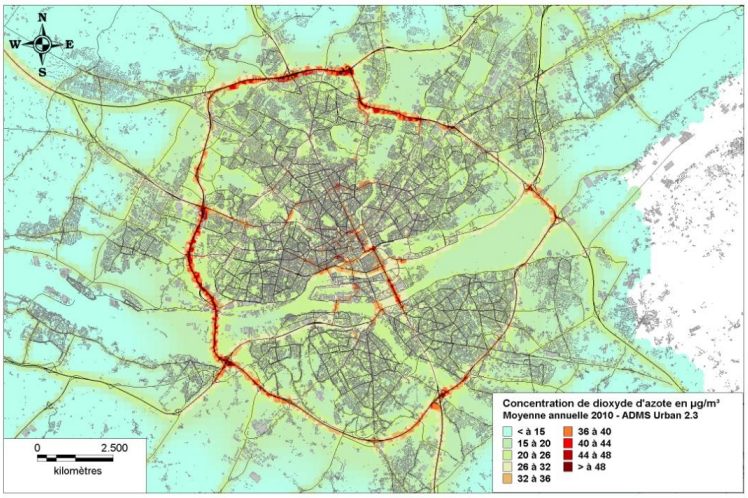
$$biais_normalisé = 2 * \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{\left(Mod_i - Mes_i\right)}{\left(\overline{Mod} + \overline{Mes}\right)} * 100$$

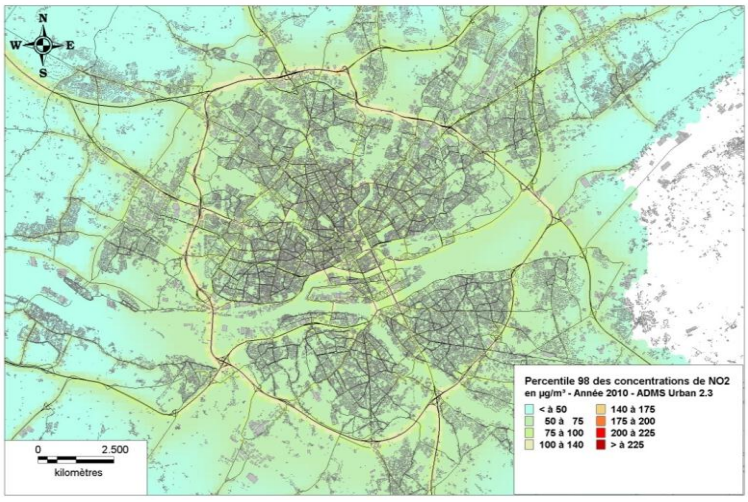
Les objectifs d'incertitude mesure-modèle sont respectés dans cette étude. Les résultats plus détaillés par polluant sont représentés en annexe 1.

résultats de la modélisation

Les cartographies présentées ci-dessous sont issues de traitements cartographiques des sorties du modèle ADMS et notamment d'interpolations (méthode idw ; inverse distance weight). Elles représentent les moyennes annuelles et les percentiles 98[4] pour l'année 2010 des différents polluants modélisés à 2m du sol. La zone blanche à l'Est de Nantes est une zone non modélisée.

le dioxyde d'azote





Les concentrations en dioxyde d'azote modélisées sont fortement liées aux émissions du trafic routier. Les concentrations les plus élevées sont situées sur le périphérique nord et ouest mais aussi aux niveaux des différentes portes. Des concentrations élevées sont également simulées en centre ville, le long du bd Eugène Orieux, du bd du Général De Gaulle, du bd Victor Hugo, rue de Strasbourg et place Graslin.

D'après ces cartes, la valeur limite réglementaire en 2010 de 40 µg.m^{-3} en moyenne annuelle est susceptible d'être dépassée au niveau du périphérique Nord et Ouest et plus localement en centre-ville de Nantes. La cartographie des percentiles 98 présente des concentrations de pointe atteignant 140 µg.m^{-3} en proximité trafic.

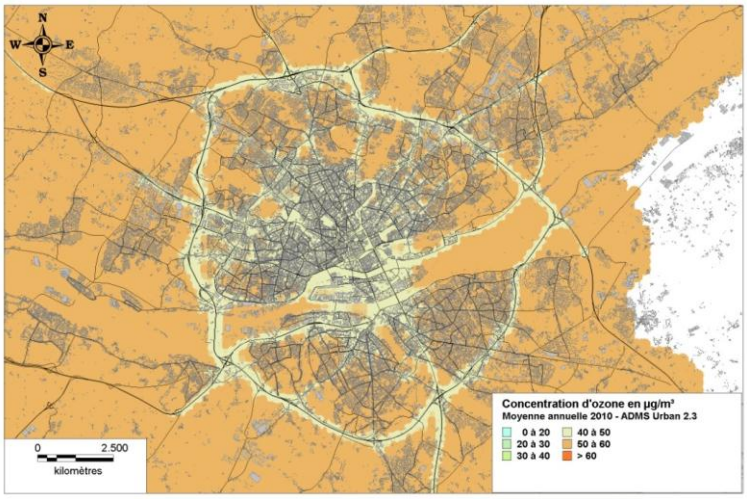
[4] Valeur pour laquelle 98% des concentrations simulées sont inférieures. Pour les particules, le percentile 90.4 est utilisé. Il correspond au seuil réglementaire de 50 µg.m^{-3} à ne pas dépasser plus de 35j par an.

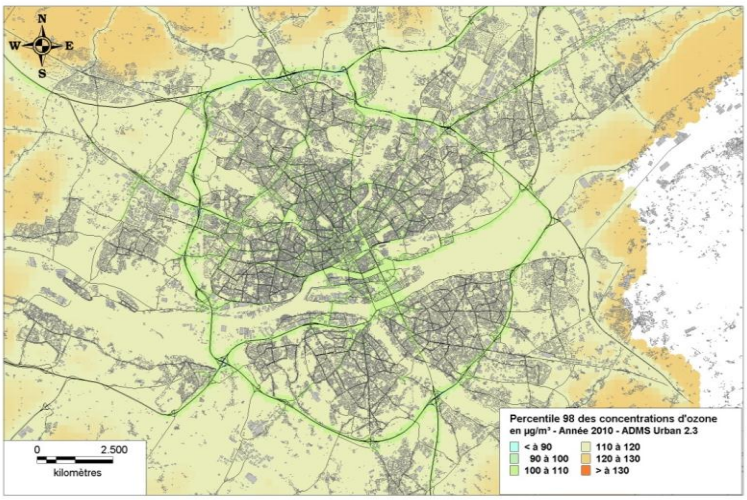
Les concentrations en NO2 ont peu évolué depuis 2008[5], en revanche les valeurs limites réglementaires se sont abaissées passant de 44 µg.m^{-3} en 2008 à 40 µg.m^{-3} en 2010 pour la moyenne annuelle. Ainsi, un plus grand territoire est concerné par les dépassements de valeurs limites en 2010.

NB : Les risques de dépassements de la valeur limite ne sont pas spécifiques à l'agglomération nantaise mais sont présents plus globalement en milieu urbain à proximité de voies de trafic à fortes circulations et/ou dans des rues très encaissées peu favorables à la dispersion des polluants.

A titre indicatif, en 2010, Air Pays de la Loire a mesuré un dépassement de la valeur limite annuelle pour le dioxyde d'azote dans l'avenue Mendès France au Mans.

l'ozone





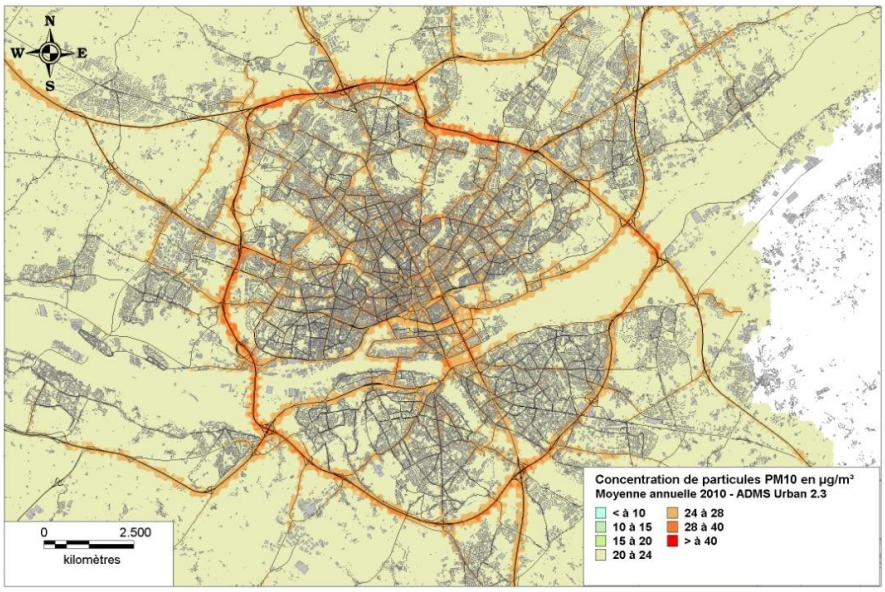
L'ozone est un polluant secondaire, c'est-à-dire qu'il n'est pas rejeté directement dans l'air, mais qu'il se forme par réaction chimique entre les gaz précurseurs (principalement les NOx et les COV). Les réactions de formation d'ozone sont régies par les cycles diurnes : les rayons solaires ultraviolets apportent l'énergie nécessaire à la production d'ozone dans l'atmosphère. C'est pourquoi les concentrations d'ozone les plus élevées sont généralement mesurées au printemps et en été lorsque l'ensoleillement est important. En parallèle, jour comme nuit, il existe une réaction de destruction de l'ozone par le monoxyde d'azote pour former du dioxyde d'azote. C'est pourquoi les niveaux les plus faibles en ozone sont constatés à proximité directe de sources d'oxydes d'azote (classiquement les principaux axes de circulation).

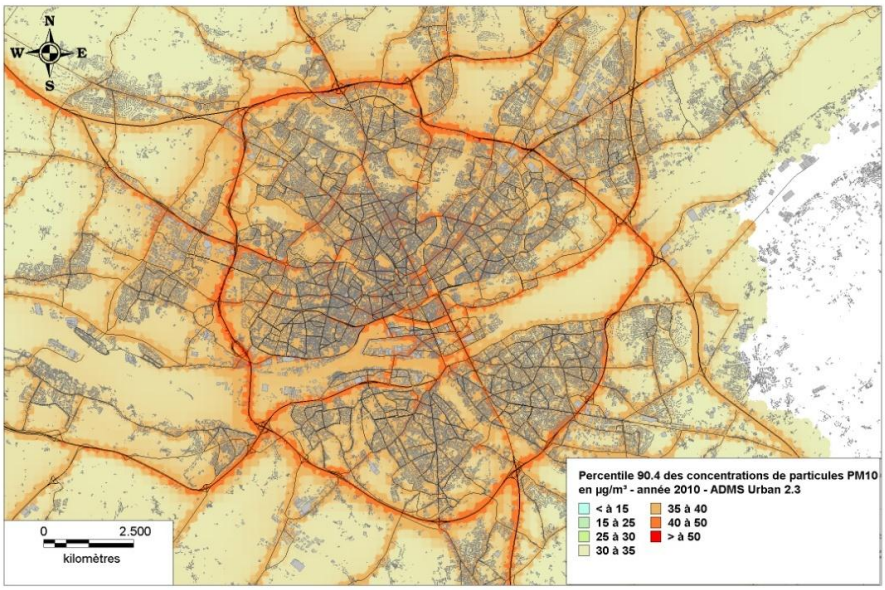
Les résultats en ozone sont inverses des résultats en oxydes d'azote. Les concentrations maximales sont observées dans les zones non urbanisées et les concentrations minimales sont présentes le long des grands axes routiers.

Les concentrations modélisées sont inférieures à 60 µg.m^{-3} en moyenne annuelle. La cartographie des percentiles 98 montre une certaine homogénéité des niveaux de pointes compris entre 90 et 120 µg.m^{-3}. En lien avec les concentrations en NO2, les concentrations en ozone ont peu évolué entre 2008 et 2010.[6]

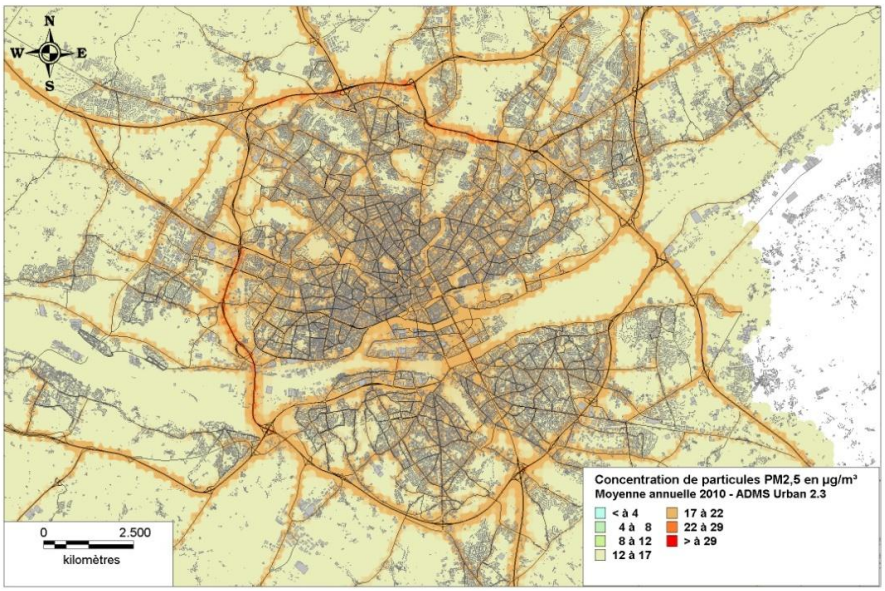
[5] Comparaison des résultats avec le rapport relatif à la cartographie de la qualité de l'air de l'agglomération Nantaise en 2008 élaboré dans le cadre de l'action 7 du PRSE 2.

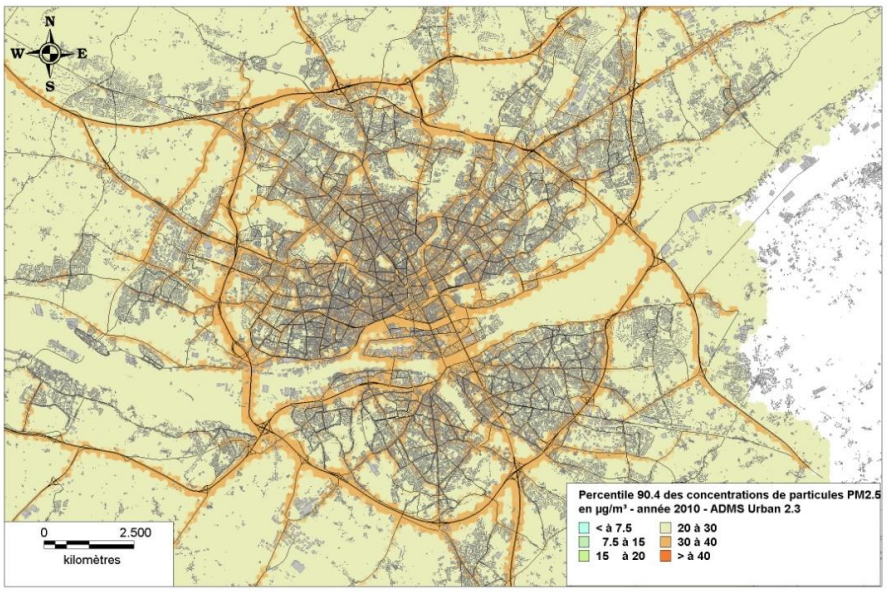
les particules





[6] Comparaison des résultats avec le rapport relatif à la cartographie de la qualité de l'air de l'agglomération Nantaise en 2008 élaboré dans le cadre de l'action 7 du PRSE 2.





Les particules en suspension constituent un ensemble très hétérogène, compte tenu de la diversité de leur composition, de leur état (liquide ou solide) et de leur taille (de 0,005 à 100 µm). Dans cette étude, les particules réglementées ont été prises en compte. Ce sont les particules ayant un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm et 2,5 µm. Ces particules peuvent rester en suspension dans l'air pendant des jours, voire des semaines, et être transportées par les vents sur de très longues distances. Ainsi, une part importante des concentrations observées proviennent d'un apport extérieur en polluant, intégré dans la pollution de fond.

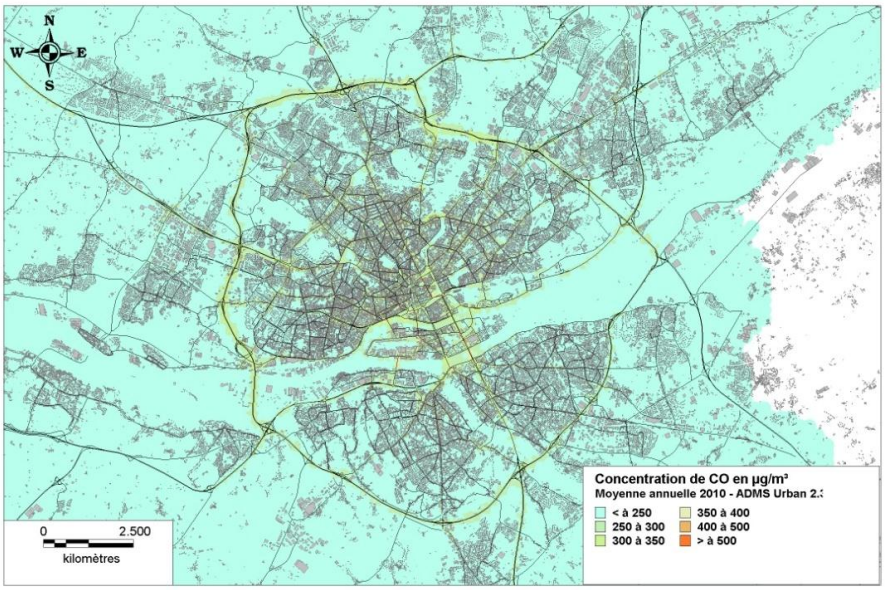
Les concentrations en particules sont relativement homogènes sur le territoire de l'agglomération nantaise. Les teneurs maximales sont observées le long du périphérique Nord et Ouest en lien avec les émissions du trafic routier et plus particulièrement des véhicules diesels.

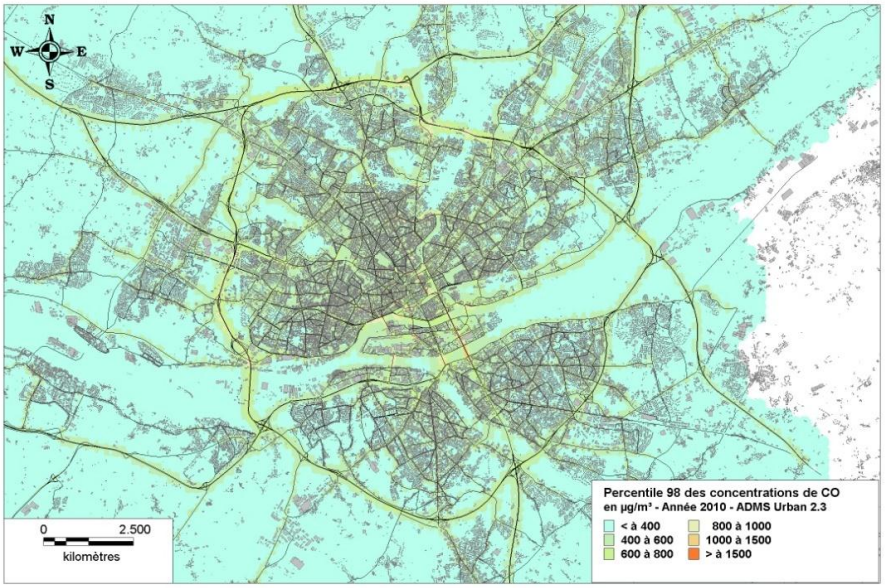
Aucune zone géographique ne présente de dépassement des valeurs limites réglementaires de 40 $\mu g.m^{-3}$ pour les PM10 et 29 $\mu g.m^{-3}$ pour les PM2,5 en moyenne annuelle. Les cartographies de percentile 90.4 présentent des concentrations plus marquées sur le périphérique pouvant approcher la valeur limite de 50 $\mu g.m^{-3}$ en moyenne journalière pour les PM10. Concernant les PM2,5 ces mêmes zones atteignent 40 $\mu g.m^{-3}$ en moyenne journalière.

Les concentrations en particules PM10 et PM2,5 ont peu évolué depuis 2008.[7]

[7] Comparaison des résultats avec le rapport relatif à la cartographie de la qualité de l'air de l'agglomération Nantaise en 2008 élaboré dans le cadre de l'action 7 du PRSE 2.

le monoxyde de carbone





Les concentrations en monoxyde de carbone sont faibles, majoritairement inférieures à 500 µg.m^{-3}. Les concentrations maximales sont observées sur des axes de circulation au trafic très ralenti : boulevard de Launey, Quai de la Fosse, rue de Strasbourg, avenue Carnot, au niveau des ponts de Pirmil et Georges Clémenceau, du boulevard Eugène Orieux et du boulevard Martin Luther King.

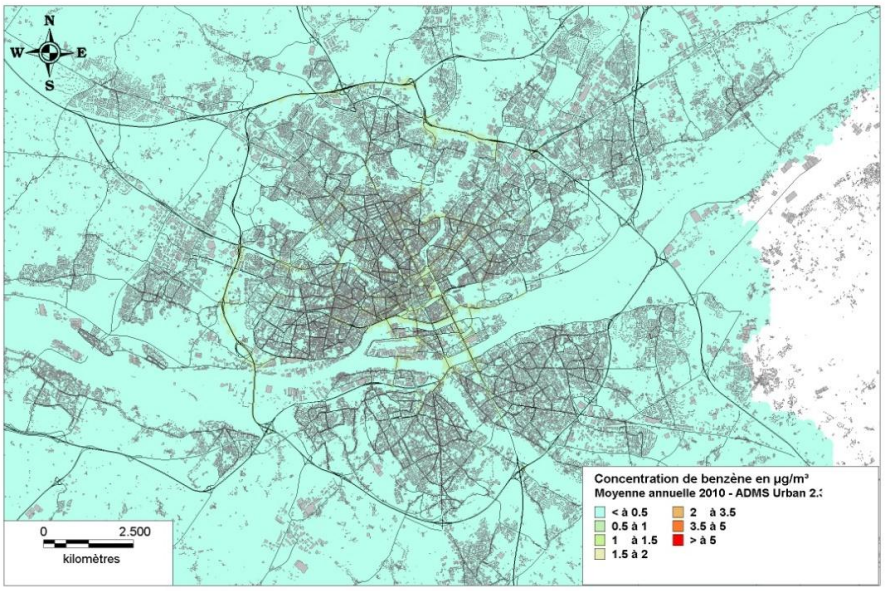
Il n'existe pas de seuil réglementaire annuel pour le monoxyde de carbone, cependant les normes de qualité de l'air présentent un seuil depuis 2005 de 10 mg.m^{-3} (10 000 µg.m^{-3}) en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h (valeur limite pour la santé).

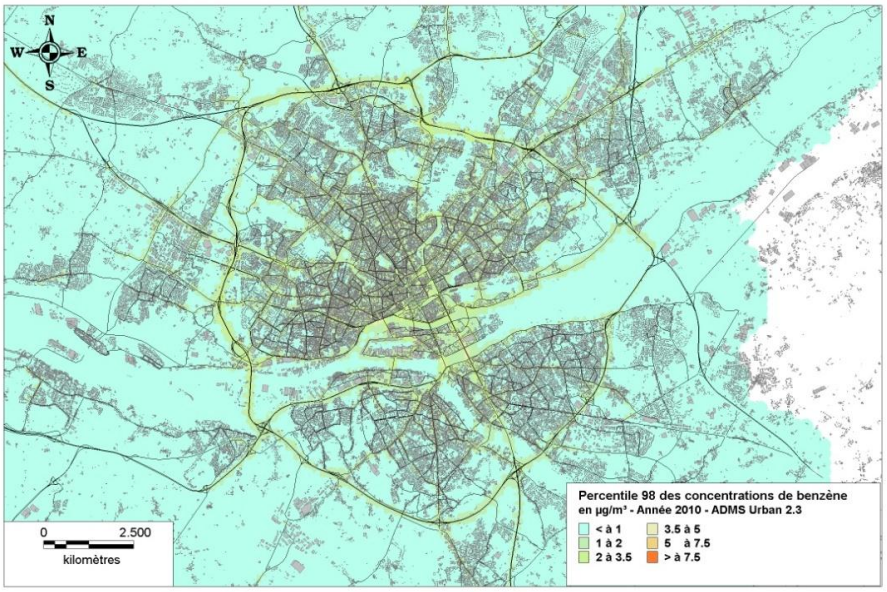
La cartographie du percentile 98 indique des teneurs approchant les 1 500 µg.m^{-3} en hyper-centre.

Les concentrations de monoxyde de carbone mesurées par Air Pays de la Loire sur le site de trafic du boulevard Victor Hugo à Nantes ont diminué, passant de 450 µg.m^{-3} en 2008 à 332 µg.m^{-3} en 2010. Cette tendance à la baisse est constatée depuis plusieurs années sur l'ensemble du dispositif de surveillance d'Air Pays de la Loire[8]. Cette diminution est à mettre en relation avec la baisse des émissions du secteur routier due à l'évolution technologique des motorisations.

[8] http://www.airpl.org/index.php/mesures/mesures_en_direct

le benzène





Les concentrations de benzène présentent une certaine homogénéité. Le benzène se retrouve toutefois en plus grande concentration à proximité des voies de circulation mais les niveaux atteints sont très en deçà de la valeur limite fixée à 5 µg.m^{-3} en moyenne annuelle.

Les concentrations les plus élevées sont observées le long des axes ayant un trafic très dense comme les principaux boulevards intra-périphériques (bd du Général De Gaulle, quai de la Fosse, bd du 19^{e}) ou encore le boulevard Martin Luther King.

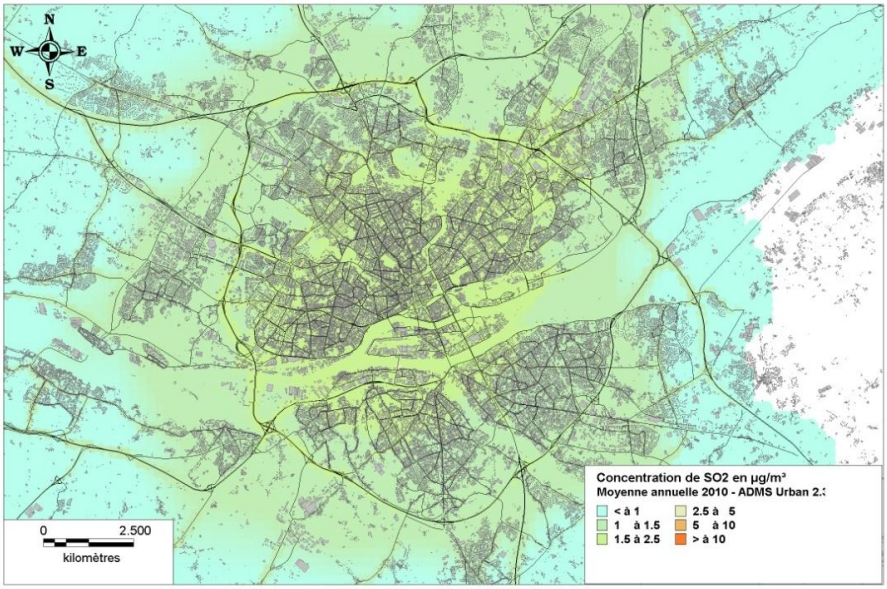
En hyper centre, des concentrations plus élevées sont également constatées (rue de Strasbourg, place Graslin). Ce phénomène est à mettre en lien avec la présence de rues type « canyon », entraînant de mauvaises conditions de circulation de l'air. En effet, la voirie étant bordée de bâtiments à plusieurs étages, la pollution liée au trafic stagne au niveau du sol et a tendance à s'accumuler au niveau de la voirie.

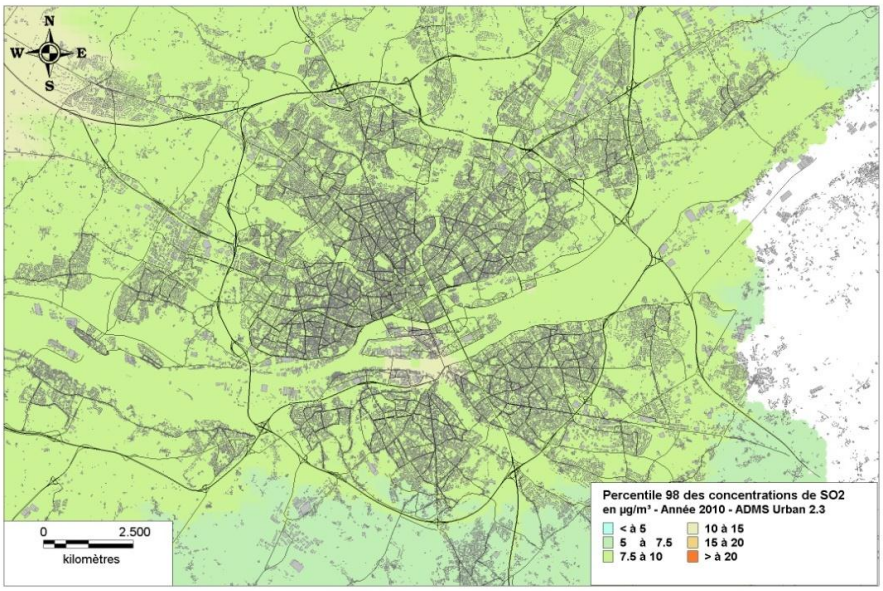
La cartographie du percentile 98 montre des concentrations approchant 4 µg.m^{-3} sur les axes cités précédemment. Le boulevard Victor Hugo présente le percentile 98 le plus élevé (4,5 µg.m^{-3}).

Depuis plusieurs années, les teneurs en benzène mesurées en milieu urbain ont tendance à diminuer[9]. Le site de Crébillon, instrumenté depuis 2000, a ainsi mesuré une diminution régulière des concentrations, passant de 6.4 µg.m^{-3} en 2000 à 1.7 µg.m^{-3} en 2010.

[9] http://www.airpl.org/publications/rapports_annuels/rapport_annuel_2010

le dioxyde de soufre





Il est à noter une homogénéité des teneurs en SO2 sur l'ensemble de l'agglomération nantaise. Les concentrations de dioxyde de soufre modélisées sont faibles, inférieures à 2,5 µg.m^{-3} en moyenne annuelle et respectent largement l'objectif de qualité de 50 µg.m^{-3}.

La cartographie du percentile 98 présente des concentrations légèrement plus élevées sur l'île Beaulieu et au nord-ouest de l'agglomération. Ces plus fortes concentrations sont à mettre en relation avec la présence de sites industriels. En effet, sur l'île Beaulieu, l'établissement RAFFINAGE TEREOS a déclaré avoir émis 198 tonnes de SOx en 2008[10]. Concernant le nord-ouest de l'agglomération, un léger apport en pollution provient des émissions de deux sites industriels de la Basse Loire : la centrale EDF à Cordemais (4 750 tonnes de SOx en 2009[11]) et la raffinerie Total à Donges (5 570 tonnes de SOx en 2009). Ces deux sites sont situés à plusieurs dizaines de kilomètre de l'agglomération et ne présentent pas d'impact important sur la pollution ambiante modélisée à Nantes.

Les concentrations en SO2 sont globalement faibles et stables en milieu urbain depuis plusieurs années[12].

[10] http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php - données 2008
[11] http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php - données 2009
[12] http://www.airpl.org/index.php/mesures/mesures_en_direct

évaluation de l'exposition des populations

Un travail complémentaire a été effectué pour les polluants présentant des dépassements de valeurs limites. Sur l'agglomération Nantaise, seul le NO2 est concerné. Pour ce polluant, le reporting européen annuel impose de déterminer la surface, la longueur de routes et le nombre d'habitants exposés à des dépassements de seuils de pollution.

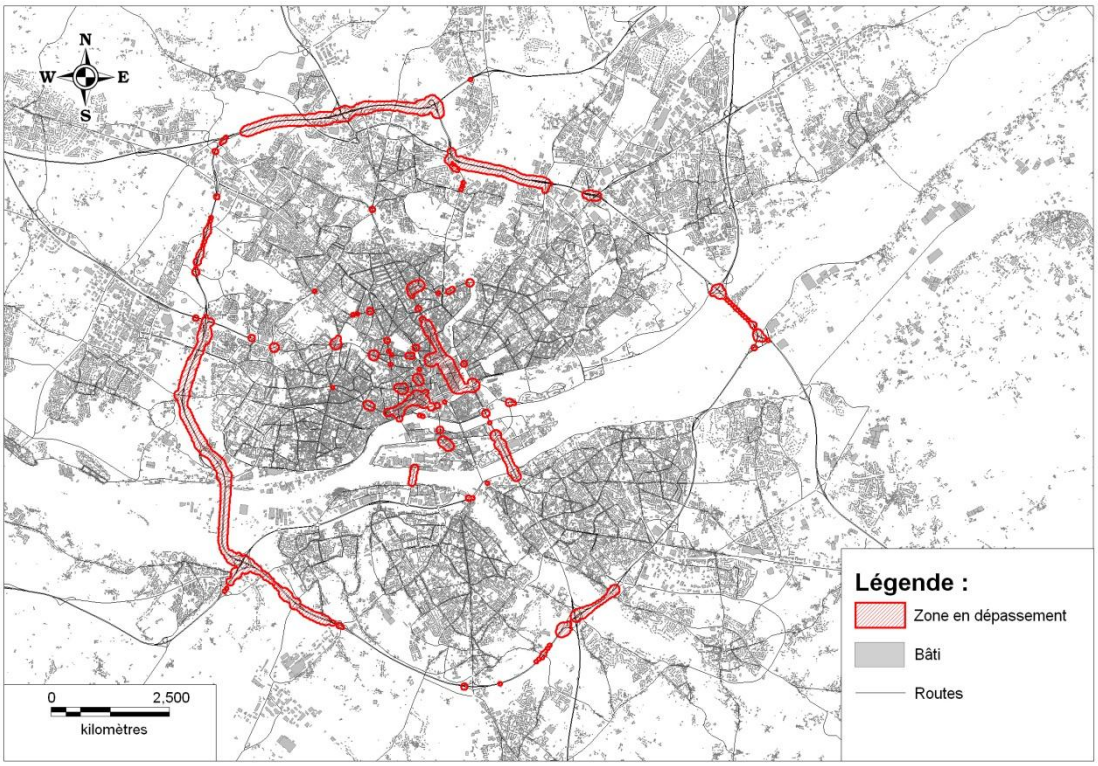


Figure 5 : Cartographie des zones de dépassement de valeurs limite en NO2

information méthodologique

Le calcul est effectué à partir de l'évaluation de la population résidente exposée. Le comportement individuel des habitants n'est donc pas pris en compte. Ainsi, un habitant est considéré comme immobile et ses déplacements à travers des zones plus ou moins polluées ne sont pas pris en compte. Les zones en dépassement de valeurs limites sont établies à partir des points de calcul du modèle de dispersion. La population résidente est estimée au bâti.

résultats

Le résultat du calcul indique qu'une surface de 6.1 km² est exposée à des dépassements de la valeur limite annuelle du dioxyde d'azote, soit 101 km de routes (cf. Figure 5). Cette surface concerne environ 30 500 personnes qui sont donc exposées à des dépassements de seuils de pollution en NO2, soit 5% de la population de l'agglomération. Du fait de sa densité importante, le centre-ville abrite plus des trois-quarts de la population exposée.

conclusions et perspectives

L'étude de la pollution atmosphérique modélisée à l'échelle de Nantes Métropole a permis de mettre en évidence plusieurs faits marquants :

Tout d'abord, une distribution spatiale de la pollution avec des niveaux de pollution majoritairement plus élevés en proximité routière pour le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone, le benzène, et dans une moindre mesure pour les poussières fines PM10 et très fines PM2,5.

Des risques potentiels de dépassements de la valeur limite pour le dioxyde d'azote ont été mis en évidence à proximité de voies à fort trafic (périphérique) et en centre ville de Nantes dans certaines rues encaissées. 5% de la population résidente est concernée par ces concentrations élevées en NO2. Le pourcentage de la population exposée aux concentrations en NO_2 supérieures à 40 $\mu g.m^{-3}$ n'a pas évolué entre 2008 et 2010. Ces risques ne sont pas spécifiques à l'agglomération nantaise mais sont présents plus globalement en milieu urbain à proximité de voies de trafic à fortes circulations et/ou dans des rues très encaissées peu favorables à la dispersion des polluants.

Le dépassement de la valeur limite NO2 en moyenne annuelle en proximité automobile a été ainsi constaté sur plusieurs sites de trafic d'autres agglomérations (avenue de la République à Saint-Nazaire ; voie des berges à Angers). Plus largement, 24 agglomérations de plus de 100 000 habitants présentent des sites de trafic dépassant cette valeur réglementaire en 2010.

Concernant les particules PM10, la cartographie du percentile 90.4 présente des concentrations modélisées plus marquées sur le périphérique pouvant approcher la valeur limite réglementaire de 50 $\mu g.m^{-3}$ en moyenne journalière.

Une certaine homogénéité est constatée dans les niveaux de pollution faibles en moyenne annuelle du dioxyde de soufre. Cependant, les émissions de certains sites industriels et des principaux axes de circulation ressortent davantage lors de la simulation des concentrations de pointe, représenté par le percentile 98.

Concernant l'ozone, compte tenu des processus de formation/destruction, présente une distribution spatiale anti corrélée à celle du dioxyde d'azote avec des niveaux d'ozone les plus élevées lorsque l'on s'éloigne des voies de circulation.

Les résultats de la modélisation en monoxyde de carbone, benzène, ozone, dioxyde de soufre et particule PM2,5 ne présentent pas de dépassement de valeur limite réglementaire en moyenne annuelle et en percentile sur l'agglomération Nantaise.

Enfin, en comparant les résultats 2010 avec les cartographies de la qualité de l'air de l'agglomération Nantaise en 2008 élaboré dans le cadre de l'action 7 du PRSE 2, il s'avère que les concentrations en NO2, O3, SO2 et en particules PM10, PM2,5 sont relativement stables entre ces deux horizons. En revanche, les concentrations en CO et benzène sont en baisse de respectivement 26% et 16% en moyenne en proximité trafic.

annexes

- annexe 1 : les résultats du calage du modèle
- annexe 2 : seuils réglementaires de la qualité de l'air 2010

annexe 1 : les résultats du calage du modèle

Le biais normalisé ou fractionnel exprimé en % renseigne sur la tendance relative du modèle à sur (biais positif) ou sous (biais négatif) estimer les observations. Il quantifie l'erreur systématique.

$$biais_normalisé = 2 * \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} \frac{\left(Mod_i - Mes_i\right)}{\left(\overline{Mod} + \overline{Mes}\right)} * 100$$

les oxydes d'azote

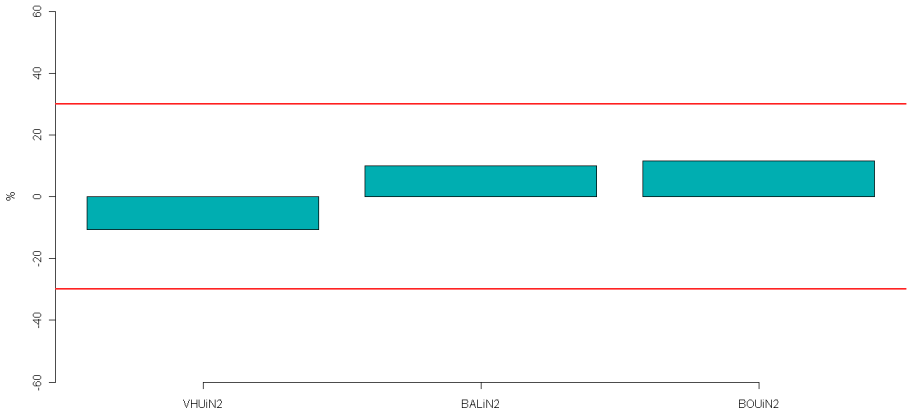


Figure 6 : biais normalisés annuels du dioxyde d'azote

Les biais normalisés du dioxyde d'azote sont inférieurs à 12% ce qui montre une bonne concordance entre les concentrations moyennes modélisées et celles mesurées sur des sites urbains tels que les stations de Rezé (BALiN2) et Bouteillerie (BOUiN2) et en proximité automobile représenté par la station de Victor-Hugo (VHUiN2).

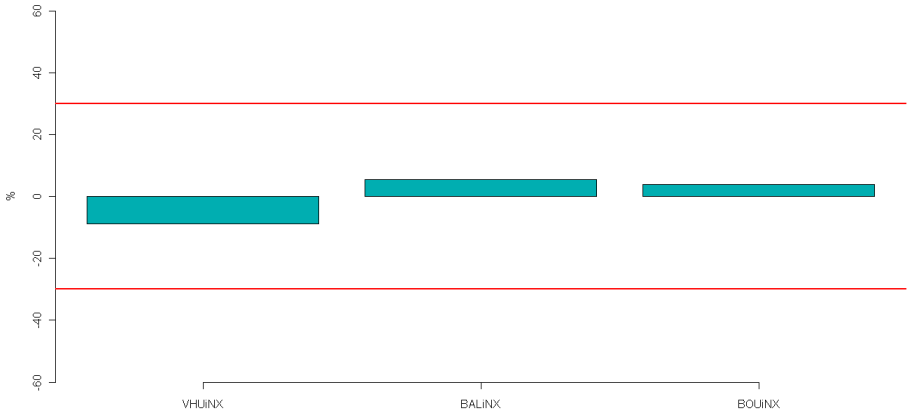


Figure 7 : biais normalisés annuels des oxydes d'azotes

Les biais normalisés des oxydes d'azote ne dépassent pas les 9%. L'objectif de qualité de 30 % fixé par la directive européenne est donc respecté. L'écart maximum étant observé sur la station trafic Victor Hugo (VHUiNx) à -8.9%.

l'ozone

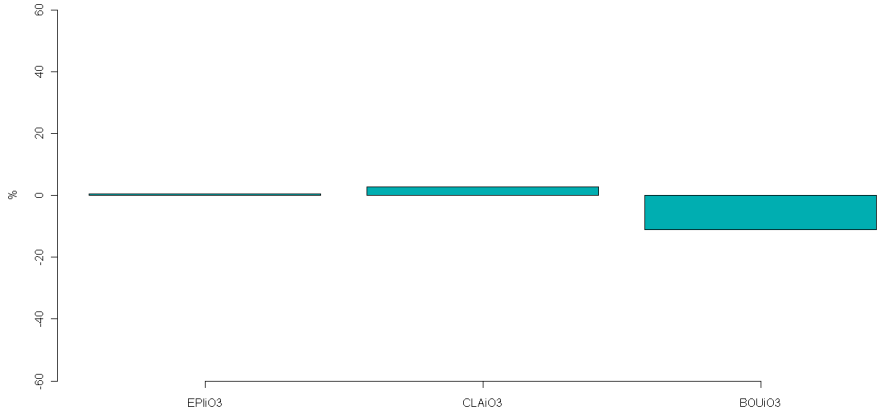


Figure 8 : biais normalisés annuels de l'ozone

Concernant l'ozone, les biais normalisés sont inférieurs à 11% en valeur absolue. Globalement, le modèle restitue bien les concentrations mesurées, quelle que soit la typologie des stations de mesure. Les sites périurbains de Bouaye (CLAiO3) et Ste Luce/Loire (EPIiO3) présentent des écarts inférieurs à 3%. La station urbaine de Bouteillerie (BOUiO3) présente un biais de -11%.

les particules fines PM10 et PM2,5

Figure 9 : biais normalisés annuels des PM10 (à gauche) et des PM2.5 (à droite)

Les biais normalisés des poussières PM10 sont très faibles, inférieure à 1%. L'objectif de qualité de la directive européenne, fixé à 50% pour les poussières PM10, est largement respecté sur l'ensemble des sites.

Concernant les poussières PM2.5, le seul site à Bouteillerie (BOUiP2) est instrumenté pour la mesure de ces particules. Le biais observé est inférieur à 10% sur ce site.

le monoxyde de carbone

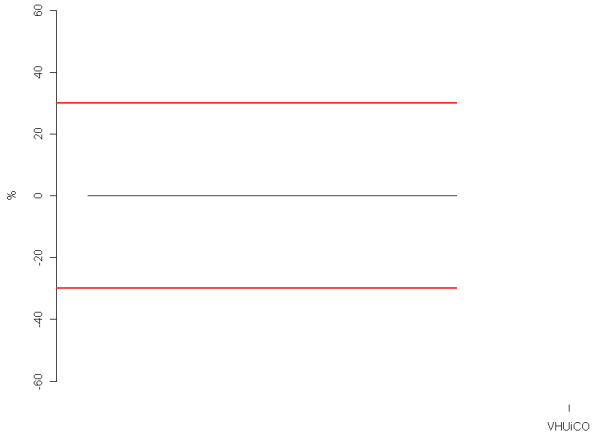


Figure 10 : biais normalisés annuels du monoxyde de carbone

Le monoxyde de carbone est principalement mesuré sur les stations trafic. Ainsi, sur l'agglomération Nantaise, un site est instrumenté : la station du boulevard Victor-Hugo (VHUiCO). Le biais normalisé y est très faible, environs +1%. L'objectif de qualité de la directive européenne (30%) est donc respecté.

le benzène

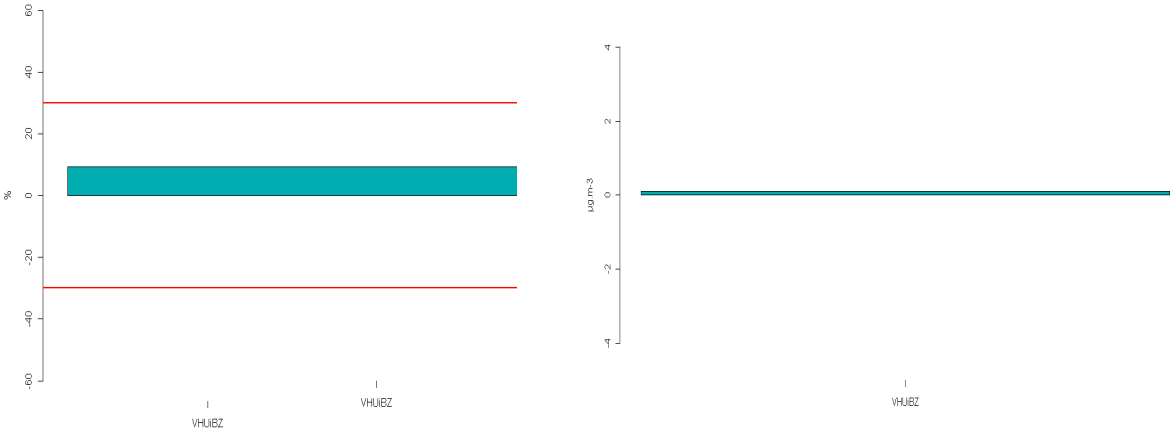


Figure 11 : biais normalisé (à gauche) et biais en µg.m^{-3} (à droite) annuel du benzène

Concernant le benzène, le biais normalisé calculé sur la station de trafic du boulevard Victor-Hugo (VHUiBZ) est de +10%. Il respecte donc l'objectif de la directive européenne (50%). Le biais normalisé est ici à mettre en lien avec des niveaux faibles de concentrations observées. Ainsi, le biais en µg.m^{-3} présente des écarts très faibles, inférieurs à 0,2 µg.m^{-3}.

le dioxyde de soufre

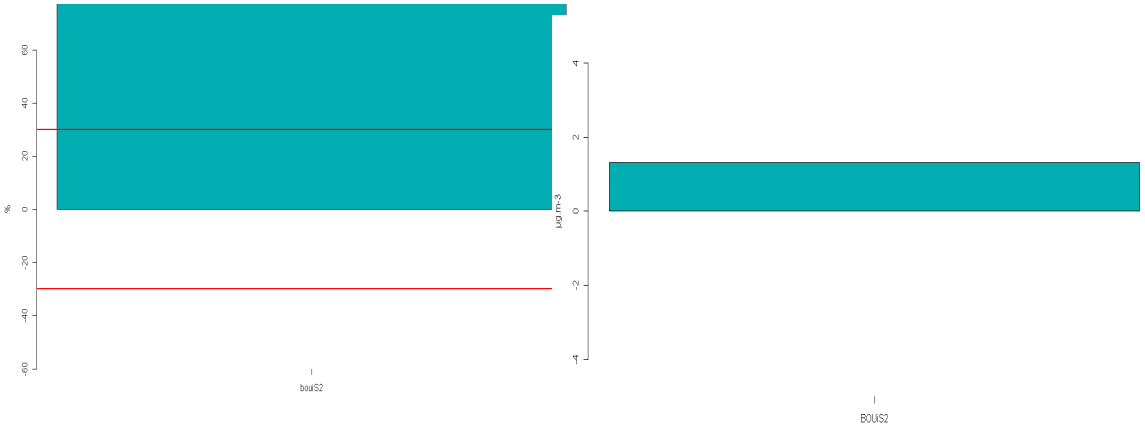


Figure 12 : biais normalisé (à gauche) et biais en µg.m^{-3} (à droite) annuels du dioxyde de soufre

La station urbaine Bouteillerie (bouiS2) présente un biais normalisé de +130%. Cette forte valeur est à mettre en lien avec des teneurs très faibles en polluant mesuré, de quelques µg.m^{-3}. A cette échelle, des biais normalisés importants peuvent rapidement apparaître malgré une bonne adéquation mesure/modèle. A titre de comparaison, le biais en µg.m^{-3} est ici inférieur à 1,5 µg.m^{-3} (figure de droite). Le biais normalisé du dioxyde de soufre est peu robuste mais permet néanmoins de constater une surestimation du modèle sur ce site.

annexe 2 : seuils réglementaires de la qualité de l'air 2010

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cad-mium	Nickel	Benzo(a) pyrène
		décret 2010-1250 du 21/10/2010												
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30(1)	40	29(2)	0,5	5	-	20(1)	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20(1)	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50(3)	-	-	-	-	125(4)	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200(5)	-	-	-	-	-	-	350(6)	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240(7) 1er seuil : 240(8) 2ème seuil : 300(8) 3ème seuil : 360	400(8) 200(9)	-	-	-	-	-	-	500(8)	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125 80(10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 50(10)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120(11)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000(1) (12)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000(1) (13)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006(15)	0,005(15)	0,02(15)	0,001(15)
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120(14)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(1) pour la protection de la végétation
(2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2010 : 4 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)
(3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
(4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
(5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
(6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
(7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
(8) dépassé pendant 3h consécutives
(9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
(10) opérationnel à partir de la mise en application de l'arrêté prévu en octobre 2011
(11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
(12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
(14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
(15) à compter du 31 décembre 2012

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AOT40	accumulated exposure over threshold 40
As	arsenic
BTX	benzène, toluène, xylènes
Cd	cadmium
C_6H_6	benzène
CO	monoxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
Cu	cuivre
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Fe	fer
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
Ni	nickel
NO	monoxyde d'azote
NO_2	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
O_3	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
pg	picogramme
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM2,5	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
Ni	nickel
SO2	dioxyde de soufre
TU	temps universel
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc

air pays de la loire

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02
Fax + 33 (0)2 40 68 95 29
contact@airpl.org

air | pays de la loire
www.airpl.org