

Angers Loire Métropole

cartographies de la qualité de l'air

année 2010

mai 2012



sommaire

synthèse	1
introduction	3
contexte	3
objectifs	3
contraintes et limites	4
données d'entrée du modèle	5
les données d'émissions	5
la météorologie	6
la pollution de fond	6
validation du modèle	7
résultats de la modélisation	9
le dioxyde d'azote	9
les particules PM _{2,5} et PM ₁₀	12
le monoxyde de carbone.....	16
le benzène.....	18
le dioxyde de soufre	20
conclusion	22
perspectives	22
annexes	23
annexe 1 : les résultats du calage du modèle	24
annexe 2 : seuils réglementaires de la qualité de l'air 2010.....	25
bibliographie	27

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Florence Guillou, Cartographie : Thierry Schmidt, Exploitation statistique : Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin, Validation : François Ducroz- Arnaud Rebours.

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 de l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

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

les axes autoroutiers et la D723 plus exposés au NO₂ et aux particules PM₁₀

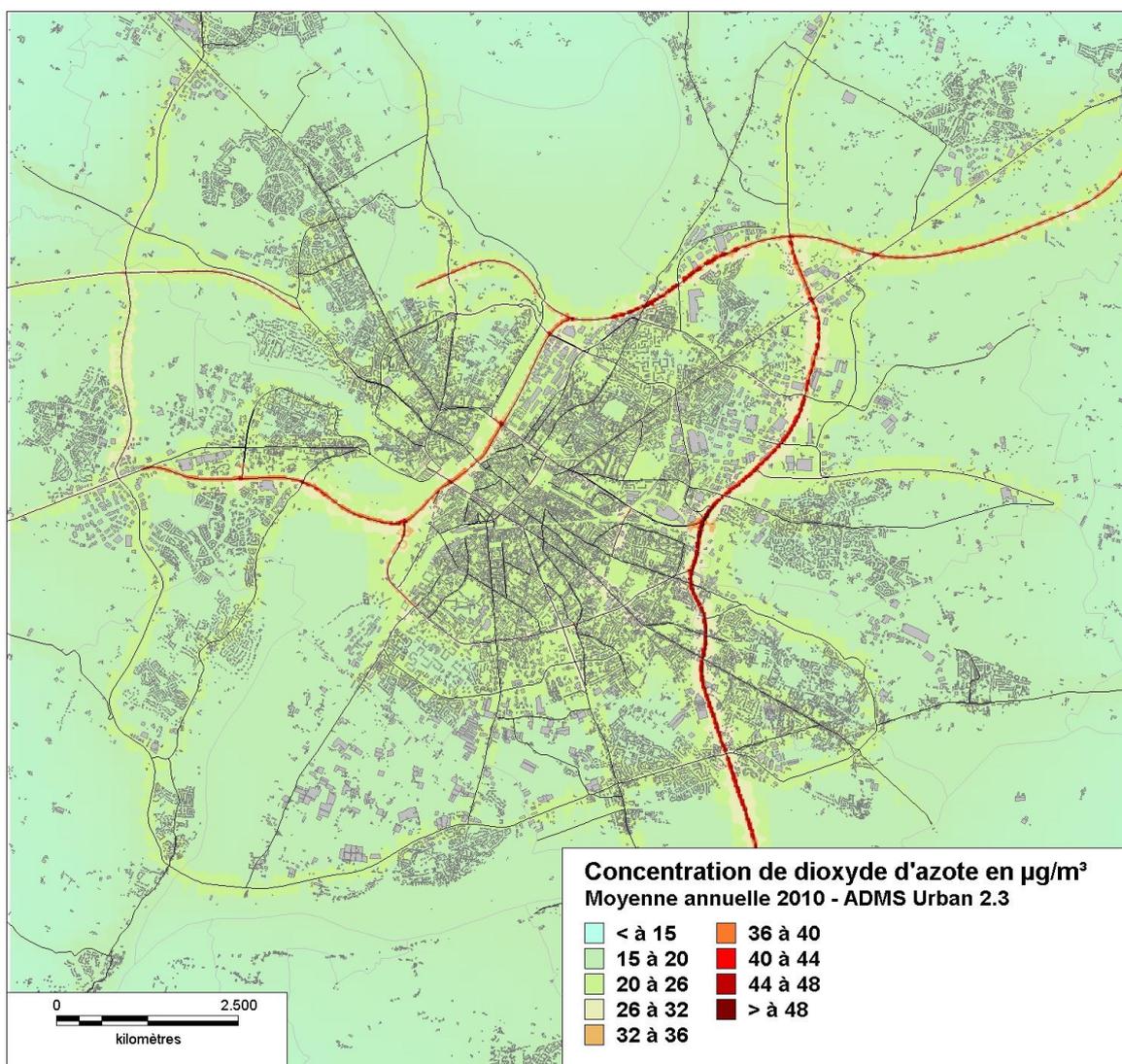
En milieu urbain, la dégradation de la qualité de l'air et les risques de dépassement des valeurs réglementaires sont principalement observés à proximité des axes de circulation.

Dans ce cadre, 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 et Saint-Nazaire), afin d'identifier les populations éventuellement soumises à des dépassements de seuils réglementaires.

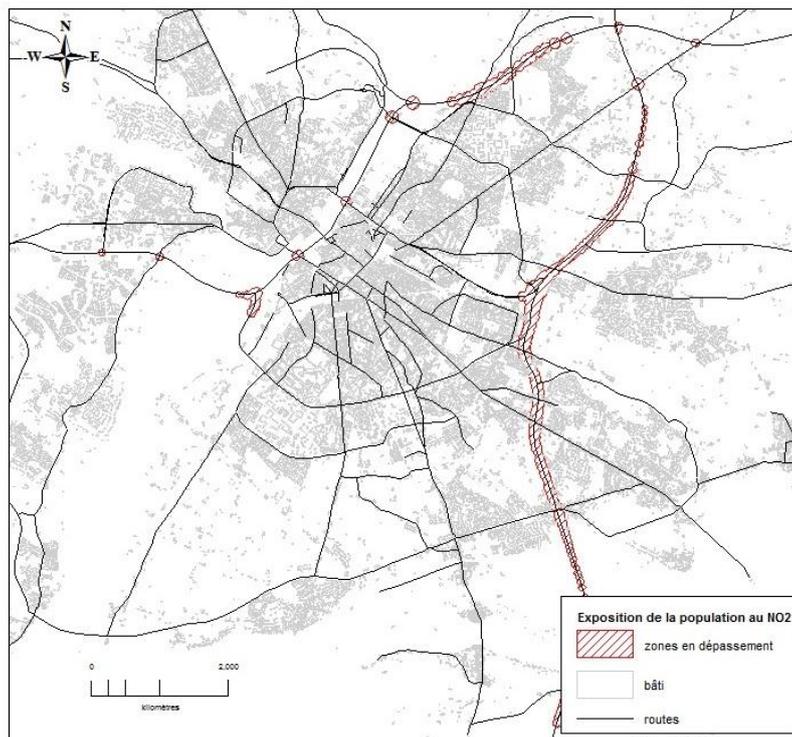
La présente étude restitue les niveaux moyens et les niveaux de pointe (percentiles) évalués pour l'année 2010 à l'aide du logiciel ADMS-Urban.

Le périmètre de l'étude concerne la zone la plus densément peuplée de la communauté d'agglomération Angers Loire Métropole, comptant 80 % de la population résidente de l'agglomération.

Globalement, la distribution spatiale de la pollution est caractérisée par des niveaux de pollution plus élevés en proximité routière.



Cartographie des moyennes annuelles de NO₂ modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)



Cartographie des zones de dépassement de valeurs limites en NO₂

Les niveaux de dioxyde d'azote les plus élevés se trouvent concentrés le long des axes autoroutiers (A11 et A87) et de la D 723, encore très fréquentée (TMJA₂₀₀₉=72600) malgré la mise en service du contournement Nord de la ville d'Angers en 2008. Les risques de dépassement de la valeur limite, désormais fixée à 40 µg.m⁻³, se situent donc principalement au niveau de ces axes de circulation.

La population résidente concernée a été estimée à 500 habitants soit 0,25 % de la population du domaine d'étude et se situe dans la fourchette basse de celles estimées dans d'autres agglomérations françaises. En effet, à titre d'indication, cette proportion de population résidente concernée par des dépassements de valeurs limites s'élève à 2 % à St-Nazaire, 5 % à Nantes, 6 % au Mans, 14 % à Strasbourg et 25 % à Lyon.

Les particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} étant transportées par les vents sur des distances parfois importantes, une part conséquente des concentrations modélisées correspond à une pollution importée et intégrée dans la pollution de fond. Les concentrations s'élèvent à proximité des voies de circulation, les niveaux les plus élevés étant modélisés sur les axes de fort trafic déjà concernés par la pollution par le dioxyde d'azote.

Sur l'ensemble du périmètre de calcul, les niveaux de particules modélisés approchent très ponctuellement, au niveau de la chaussée de la sortie 18 de l'autoroute A87, les valeurs limites réglementaires annuelles de 40 µg/m³ pour les PM₁₀ et de 29 µg/m³ pour les PM_{2,5}.

Les dépassements de la valeur journalière 50 µg/m³ concernent uniquement les chaussées les plus fréquentées, A87, A11 et D723.

S'agissant du benzène et du monoxyde de carbone, bien que l'influence du trafic routier reste majoritairement prédominante, les niveaux modélisés sont faibles sur l'agglomération. C'est le cas également pour le dioxyde de soufre, la zone industrielle sud influençant toutefois localement les niveaux.

Enfin, l'étude d'impact de la mise en service du tramway sur la qualité de l'air initiée en 2010 avant la phase de travaux s'achèvera en 2012 après une campagne de mesure des polluants réglementés et plus spécifiquement du NO₂ et du benzène, sur la ligne du tramway et les voies potentiellement impactées par le report de trafic.

introduction

contexte

La caractérisation de l'exposition de la population à la pollution atmosphérique, à une résolution spatiale fine, répond à des demandes d'ordres réglementaire et sanitaire :

Par la Directive 2008/50/CE, l'Union Européenne via le Ministère en charge de l'écologie exige annuellement des indicateurs de la superficie des zones et du nombre d'habitants exposés à des dépassements de valeurs réglementaires.

Dans ce cadre, le 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 : Saint-Nazaire en 2009, Nantes en 2010, Angers et Le Mans en 2011. Dans un second temps, ces cartographies seront établies en mode surveillance chaque année à partir notamment de l'inventaire des émissions, des paramètres météorologiques et du parc automobile actualisés. Les données de concentration issues de ce programme sont couplées avec les informations de population résidente afin d'estimer la superficie et le nombre d'habitants exposés à d'éventuels dépassements de valeurs limites. Ces résultats d'exposition alimentent le reporting européen annuel.

L'agglomération d'Angers est la seconde unité urbaine des Pays de la Loire après Nantes en termes de population avec 283 000 habitants. La mise en place d'une étude de modélisation était donc nécessaire à l'estimation des niveaux de pollution et à sa distribution spatiale de la pollution au sein de l'agglomération.

Une première évaluation des niveaux de polluants par modélisation a été réalisée en 2006 par Air Pays de la Loire visant, afin de répondre aux attentes de Angers Loire Métropole, l'évaluation de l'impact du PDU de la Métropole sur les axes de configuration canyon de l'agglomération angevine. Cette étude avait alors montré l'impact positif de la mise en œuvre du PDU en permettant d'anticiper le retour à une qualité de l'air favorable dans les rues de l'agglomération angevine bien que la plus large part de la réduction de la pollution sur la période 2002 - 2015 soit liée au renouvellement du parc de véhicules.

Une étude d'impact de la mise en service du tramway sur la qualité de l'air a par ailleurs été initiée en 2010 (état initial avant travaux), pour une fin prévue en 2012 (état final après mise en service).

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

objectifs

Les objectifs généraux de l'étude sont :

- cartographier la qualité de l'air sur **la zone la plus densément peuplée de la communauté d'agglomération Angers Loire Métropole** (environ 15*15 km soit une surface de 225 km²) étendue à la commune de Bouchemaine où est implantée la station permanente du Clos des Beauvais. Ce périmètre de résultats représente 80% du territoire de l'agglomération et concerne principalement les communes suivantes :

	densité (hab/km2)	population (hab)	% par rapport à ALM
Angers	3400	156695	59,6%
Trélazé	980	12233	4,7%
Avrillé	790	12610	4,8%
Saint Barthélémy d'Anjou	620	9443	3,6%
Bouchemaine	286	6095	2,3%
Les Ponts de Cé	590	11986	4,6%
Total		209062	79,5%

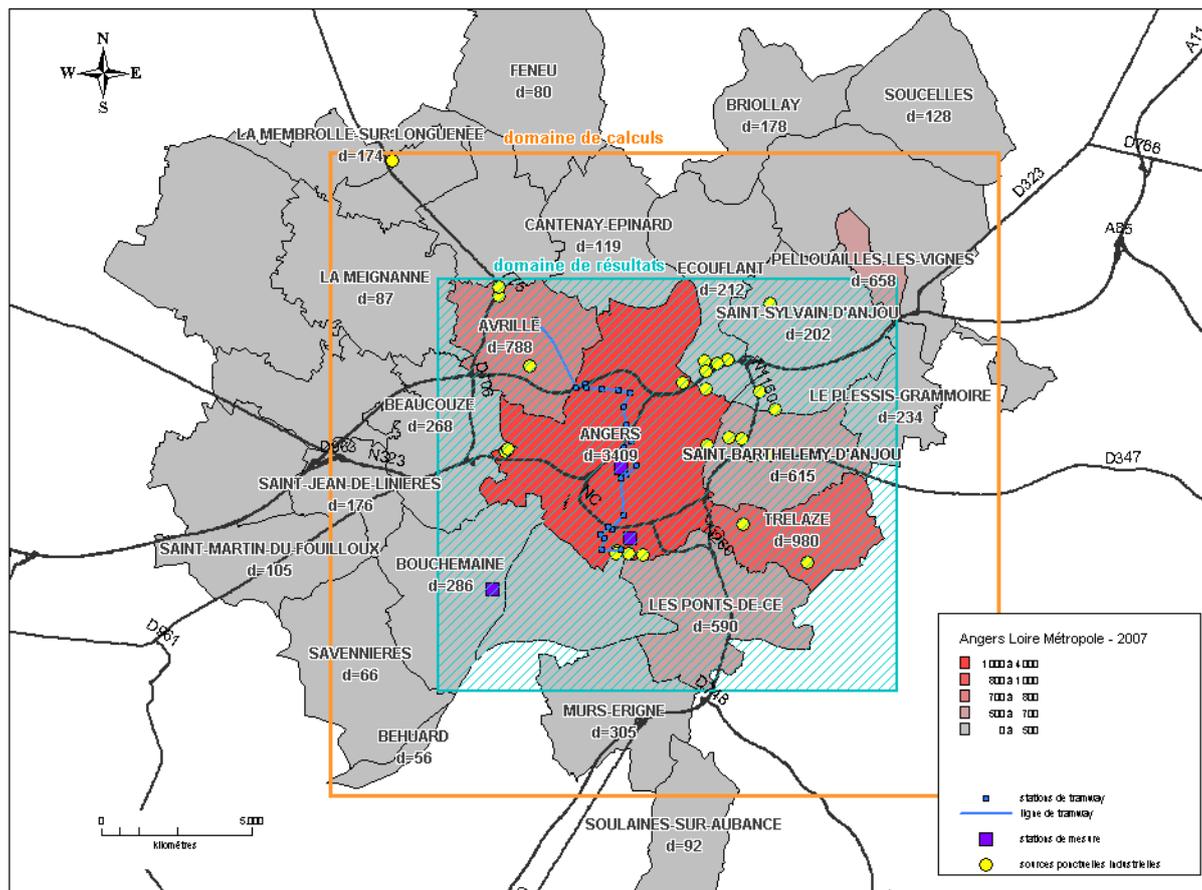


Figure 1 : périmètres de calculs et de résultats

- apprécier la situation des niveaux de polluants réglementés modélisés (NO_2 , CO , benzène, PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, SO_2), en **moyennes annuelles et percentiles**, par rapport aux valeurs réglementaires ;
- alimenter le reporting européen. Cet objectif a impliqué un bornage au périmètre temporel de **l'année 2010** ;
- identifier les zones les plus polluées et les secteurs préservés et évaluer le nombre d'habitants exposés à d'éventuels dépassements de valeurs réglementaires ;
- évaluer l'impact potentiel d'activités spécifiques (activités industrielles) ;
- contribuer à une aide à la décision pour la communauté d'agglomération Angers Loire Métropole par une intégration des enseignements de l'étude dans les projets de développement de l'agglomération.

contraintes et limites

Des aménagements en cours ou achevés récemment sur l'agglomération d'Angers ont par ailleurs contraint cette étude. C'est le cas du contournement Nord de la ville d'Angers par l'autoroute A11 et la construction d'une tranchée couverte mises en service en avril 2008 impliquant un report progressif de la circulation sur cet axe. Les travaux du tramway ont également fortement impacté la circulation le long et aux abords de son tracé, par la fermeture de voies, report sur d'autres axes, mise à disposition de navettes à partir de parking... Certaines données de comptage à l'origine des calculs d'émissions imputables au trafic sur ces axes ont donc fait l'objet d'estimations (validées par la direction des déplacements d'Angers Loire Métropole). Par ailleurs, ces travaux constituent eux-mêmes une source de polluants (NO_x , particules...), non intégrée dans cette étude par manque d'informations.

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 et représentent plus de 90 % des émissions totales comme le montre le tableau ci-dessous. Les données d'émissions du secteur agricole issues de l'inventaire Basemis devraient être intégrées en entrée du modèle pour élaborer les cartographies de l'année 2011.

	COVNM	PM10	PM2.5	SO2	NOx	Benzène	CO
Agriculture	1%	6%	2%	6%	2%	1%	1%
Industrie	73%	32%	21%	2%	6%	13%	2%
Production/distribution énergie	2%	0%	<1%	1%	1%	5%	<1%
Résidentiel	7%	16%	23%	28%	17%	4%	24%
Sylviculture	2%	-	-	-	-	-	-
Tertiaire	5%	4%	6%	58%	9%	<1%	3%
Traitement des déchets	<1%	-	-	-	-	-	-
Transports non routiers	<1%	1%	1%	<1%	<1%	<1%	<1%
Transports routiers	9%	41%	46%	4%	64%	77%	70%

Tableau 1 : répartition des émissions par secteur et polluants pour les communes d'Angers, Trélazé, Avrillé, Saint-Barthélémy d'Anjou, Bouchemaine et Les Ponts de Cé (source : Basemis 2008)

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.

Les émissions sont comptabilisées à la source, suivant une méthodologie de référence également utilisée au niveau national par le CITEPA. Les calculs, effectués à l'échelle régionale, 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 Angers Loire Métropole, le conseil général du Maine et Loire, les gestionnaires d'autoroutes et des facteurs d'émissions définis selon la méthodologie européenne COPPERT IV.

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

la météorologie

La station Météo France située à Beaucouzé a été utilisée pour définir les conditions météorologiques de la modélisation. Les paramètres pris en compte par le modèle sont la direction et l'intensité du vent, la température, la nébulosité et l'humidité relative. Les données météorologiques de l'année 2010 ont été utilisées.

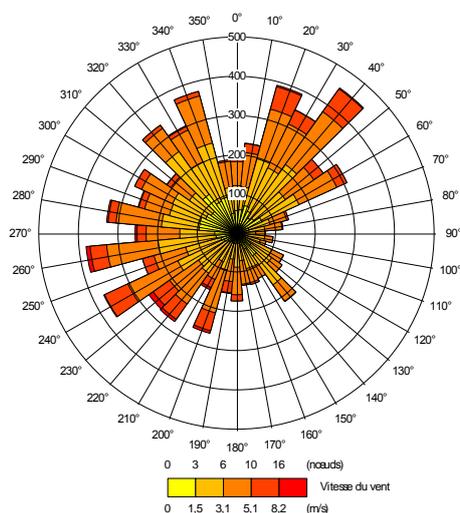


Figure 2 : rose des vents en 2010 de la station météorologique de Beaucouzé

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 doit être définie pour chaque polluant modélisé.

Dans la mesure du possible, pour les oxydes d'azote et les particules notamment, des stations du réseau de surveillance d'Air Pays de la Loire ont été utilisées pour définir la pollution de fond. Concernant le monoxyde de carbone, Air Pays de la Loire ne dispose pas de station en milieu non influencé. Une équation basée sur les concentrations de monoxyde d'azote a été utilisée.

Pour le benzène et le dioxyde de soufre, la contribution à la pollution de fond est considérée comme négligeable par rapport aux émissions présentes dans le domaine étudié.

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 situées dans l'agglomération angevine :

réseau permanent de surveillance :



Photo 1 : Station Beaux-Arts, Bd du Roi René, Angers
Polluants mesurés : NO₂, PM₁₀, PM_{2.5}, SO₂



Photo 2 : Station Appentis, rue de l'Appentis, Angers
Polluants mesurés : NO₂, O₃

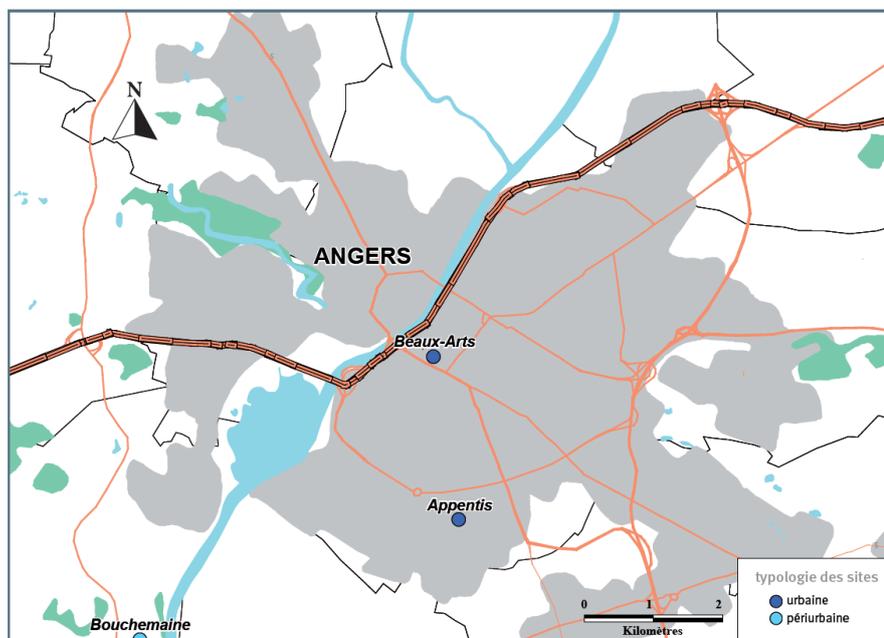


Figure 3 : cartographie du réseau de surveillance de la qualité de l'air à Angers en 2010

accord mesure-modèle :

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, présenté dans le tableau 2. 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 sur-estimer (biais positif) ou sous-estimer (biais négatif) les observations. Il quantifie l'erreur systématique.

$$\text{biais}_{\text{normalisé}} = 2 * \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{(Mod_i - Mes_i)}{(Mod + Mes)} * 100$$

Il est représenté en annexe 1 pour chaque polluant.

résultats de la modélisation

Les cartographies présentées ci-dessous sont issues de traitements cartographiques des sorties du modèle ADMS. Elles représentent les moyennes annuelles et les percentiles 98¹ ou 90,4 (indicateurs de niveaux de pointes de pollution), selon le polluant, pour l'année 2010 des différents polluants modélisés à 2 mètres du sol.

le dioxyde d'azote

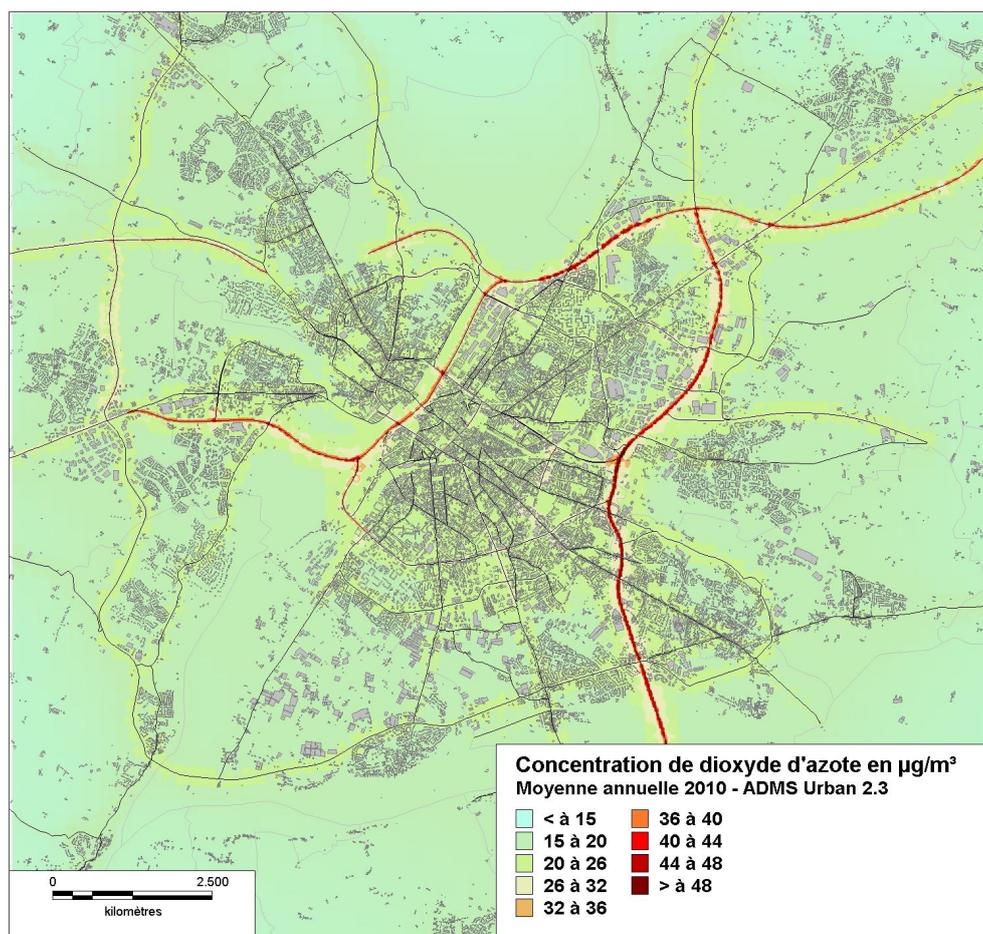


Figure 4: cartographie des moyennes annuelles de NO₂ modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

Le secteur routier étant le premier émetteur d'oxydes d'azote [1], les concentrations en dioxyde d'azote modélisées sont fortement liées aux émissions du trafic routier. Les niveaux les plus élevés se trouvent ainsi concentrés le long des axes autoroutiers (A11 et A87) et de la D 723, encore très fréquentée (TMJA₂₀₀₉=72600) malgré la mise en service du contournement Nord de la ville d'Angers en 2008. Les risques de dépassement de la valeur limite²[2], désormais fixée à 40 µg.m⁻³, se situent donc principalement au niveau de ces axes de circulation.

¹ valeur pour laquelle 98% des concentrations simulées sont inférieures.

² Les risques de dépassements de la valeur limite ne sont pas spécifiques à l'agglomération d'Angers mais sont plus globalement présents en milieu urbain à proximité de voies de circulation à trafic dense 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 avenue Mendès-France au Mans.

Or, pour les polluants présentant un dépassement de valeur limite, la réglementation prévoit que la surface, la longueur des axes de circulation ainsi que le nombre d'habitants exposés à ces niveaux de pollution soient évalués (cf. carte ci-dessous).

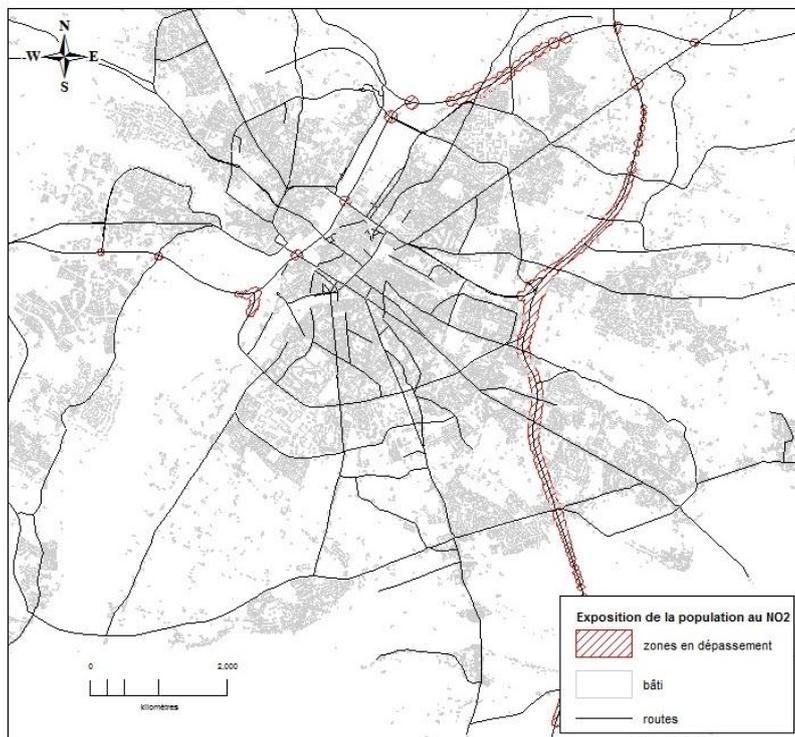
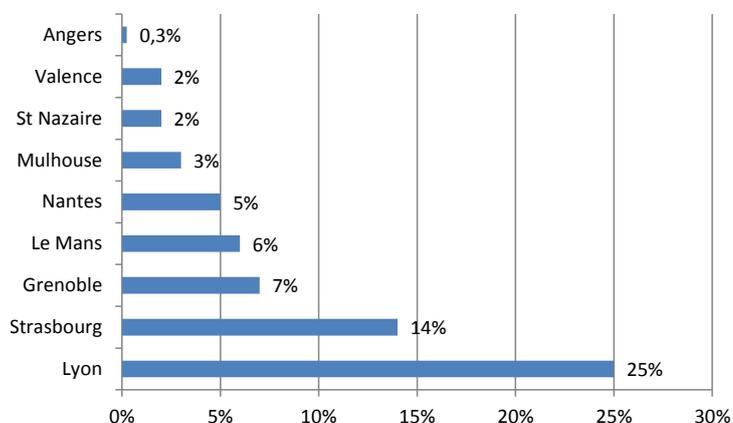


Figure 5 : évaluation de l'exposition au NO₂ de la population résidant dans la zone d'étude

Les résultats de cette évaluation³ indiquent qu'une surface de 1,8 km² serait exposée à des dépassements de la valeur limite annuelle, soit 18 km de routes. L'aire concernée comptabiliserait environ 500 personnes résidentes, soit 0,25% de la population du domaine d'étude.

Ces chiffres ont par ailleurs fait l'objet d'un rapport à l'Europe.

De la même manière, la fraction de population résidant dans les agglomérations de Nantes, Saint-Nazaire et Le Mans pour la région des Pays de la Loire, ou encore Lyon, Strasbourg, Grenoble, Mulhouse et Valence, exposée à un dépassement de la valeur limite pour le dioxyde d'azote a été évaluée. Le graphique ci-dessous permet de mettre en perspective la population estimée dans le cadre de cette étude à Angers par rapport à ces autres agglomérations ayant fait l'objet d'une évaluation.



Ces fractions représentent respectivement 30 500, 11 500 et 1 300 habitants pour Nantes, Le Mans et Saint-Nazaire, classant ainsi Angers dans la fourchette basse pour le dioxyde d'azote.

³ 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.

Le calcul des niveaux de pointe, représentés ci-dessous, aboutit à un maximum approchant $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'A87 au niveau de Saint-Barthélémy d'Anjou, soit 80% du seuil d'information pour le dioxyde d'azote fixé à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

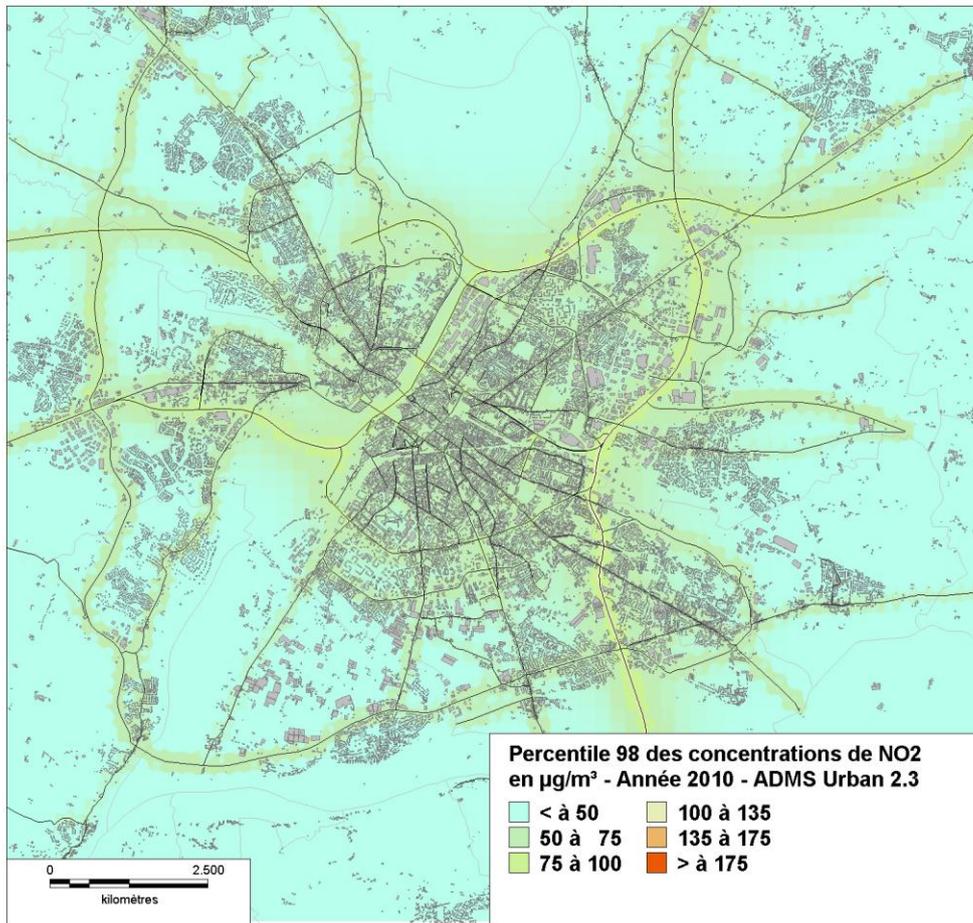


Figure 6 : cartographie des percentiles 98 pour le NO2 modélisés sur l'agglomération d'Angers (2010)

les particules PM_{2,5} et PM₁₀

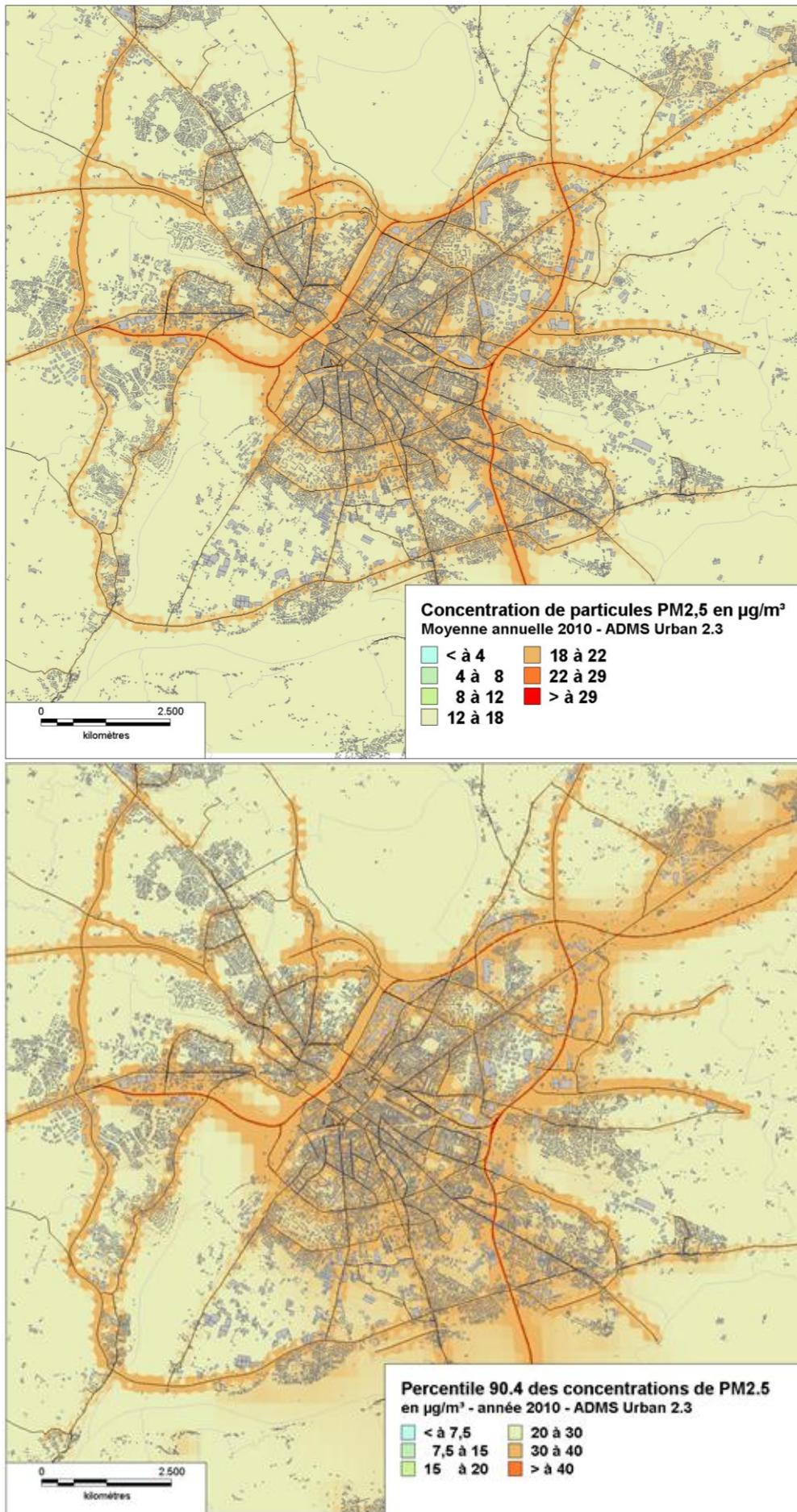


Figure 7 : cartographie des concentrations de PM_{2,5} modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

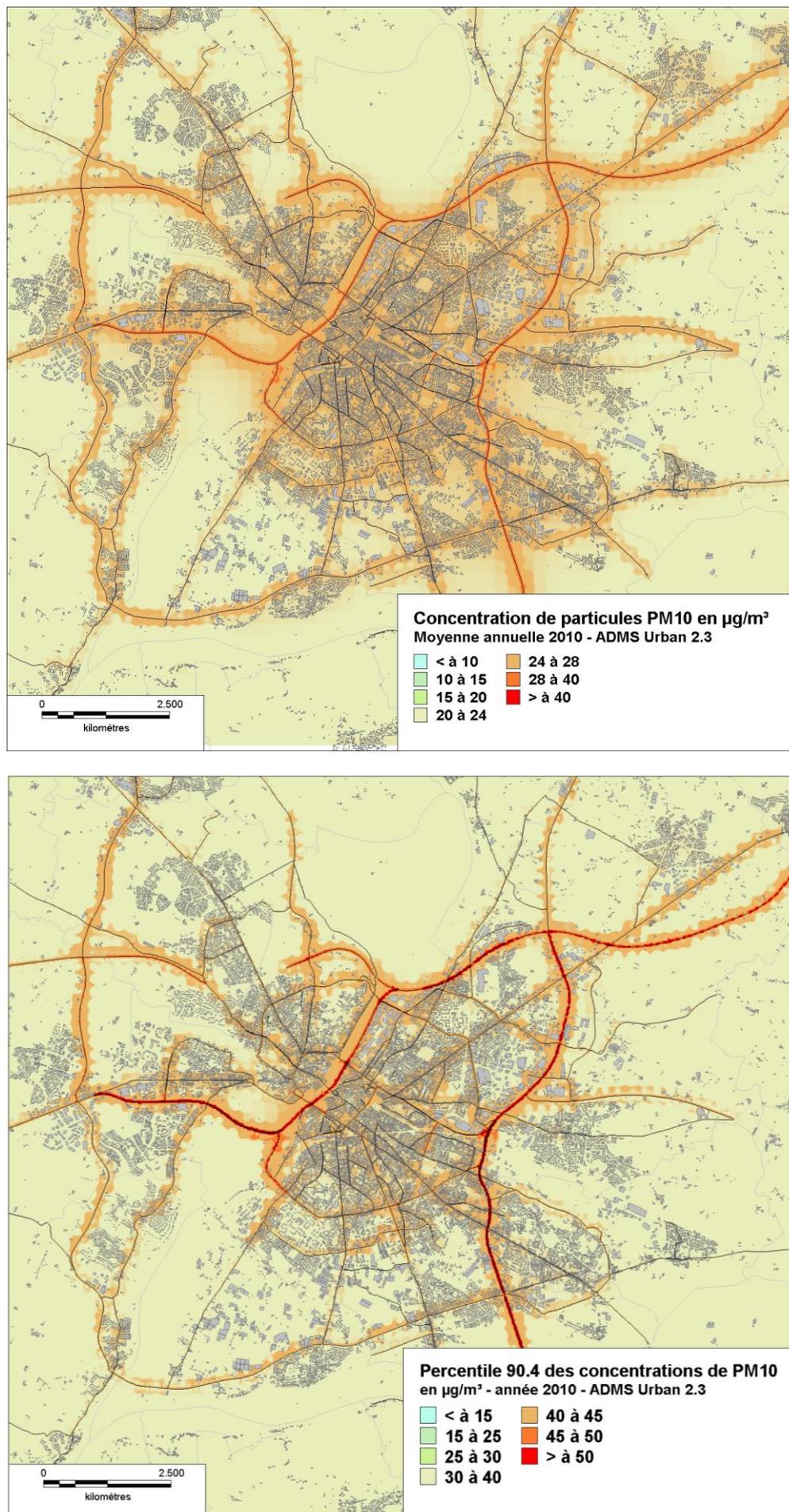


Figure 8 : cartographie des concentrations de PM10 modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

Les particules en suspension PM₁₀ et PM_{2,5} étant transportées par les vents sur des distances parfois importantes, une part conséquente des concentrations modélisées correspond à une pollution importée et intégrée dans la pollution de fond. Les concentrations s'élèvent à proximité des voies de circulation, les niveaux les plus élevés étant modélisés sur les axes de fort trafic déjà concernés par la pollution par le dioxyde d'azote.

Sur l'ensemble du périmètre de calcul, les niveaux de particules modélisés approchent très ponctuellement, au niveau de la chaussée de la sortie 18 de l'autoroute A87, les valeurs limites réglementaires annuelles de 40 µg/m³ pour les PM₁₀ et de 29 µg/m³ pour les PM_{2,5}.

Les dépassements de la valeur journalière 50 µg/m³ concernent uniquement les chaussées les plus fréquentées, A87, A11 et D723.

Par rapport aux autres agglomérations pour lesquelles la qualité de l'air a été modélisée, Nantes (carte ci-dessous), Le Mans et St-Nazaire, les niveaux moyens de particules apparaissent sensiblement plus élevés à Angers.

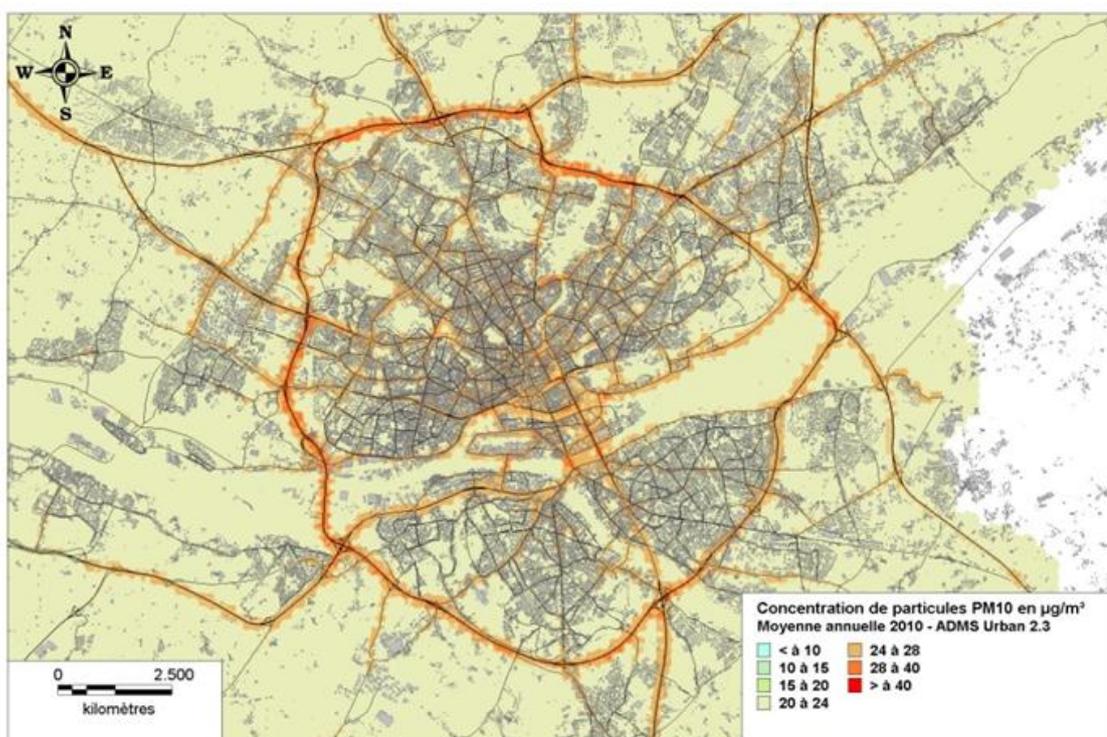
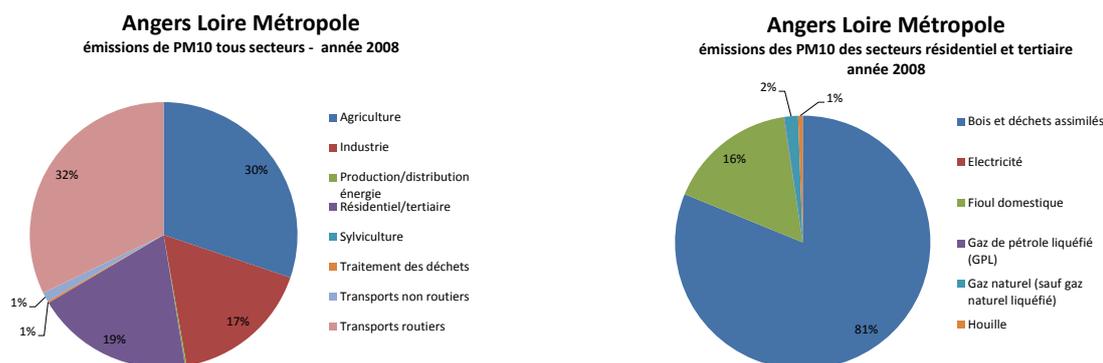
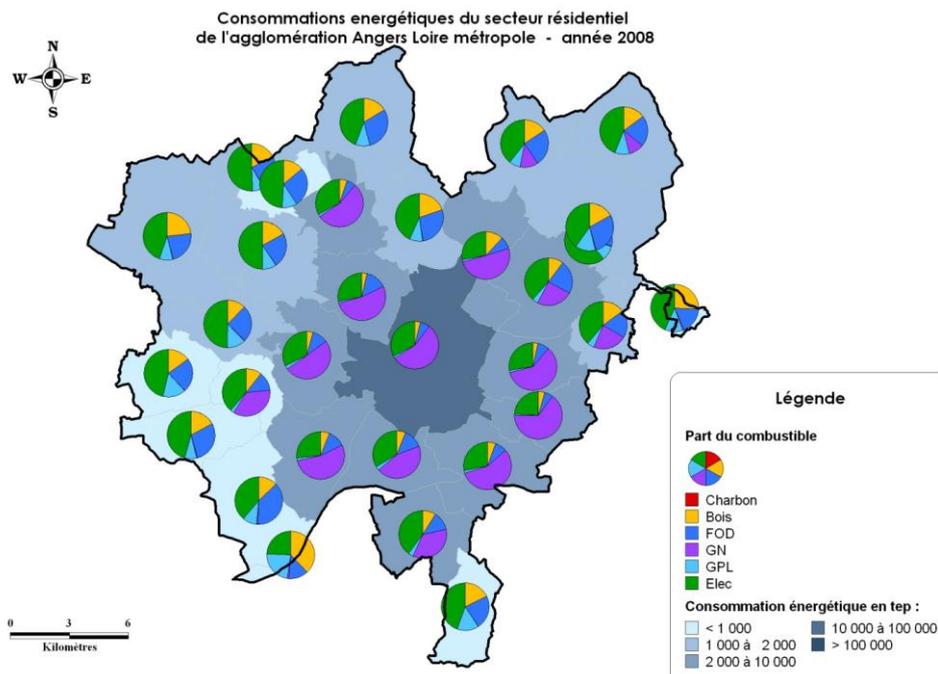


Figure 9 : cartographie des moyennes annuelles de PM₁₀ modélisées sur l'agglomération de Nantes (2010)

Ces résultats sont à rapprocher des émissions utilisées en entrée du modèle, notamment pour le secteur du résidentiel tertiaire. En effet, si ce secteur n'apparaît pas prépondérant pour les émissions de particules PM₁₀ (19%), elles sont essentiellement dues à la combustion du bois (81%), le plus généralement issue du secteur résidentiel, dont les quantités annuelles sont supérieures aux autres agglomérations étudiées.



La carte des consommations énergétiques du secteur résidentiel de l'agglomération (ci-dessous) met d'ailleurs en évidence l'utilisation, parfois assez large, du bois dans les communes périphériques.



le monoxyde de carbone

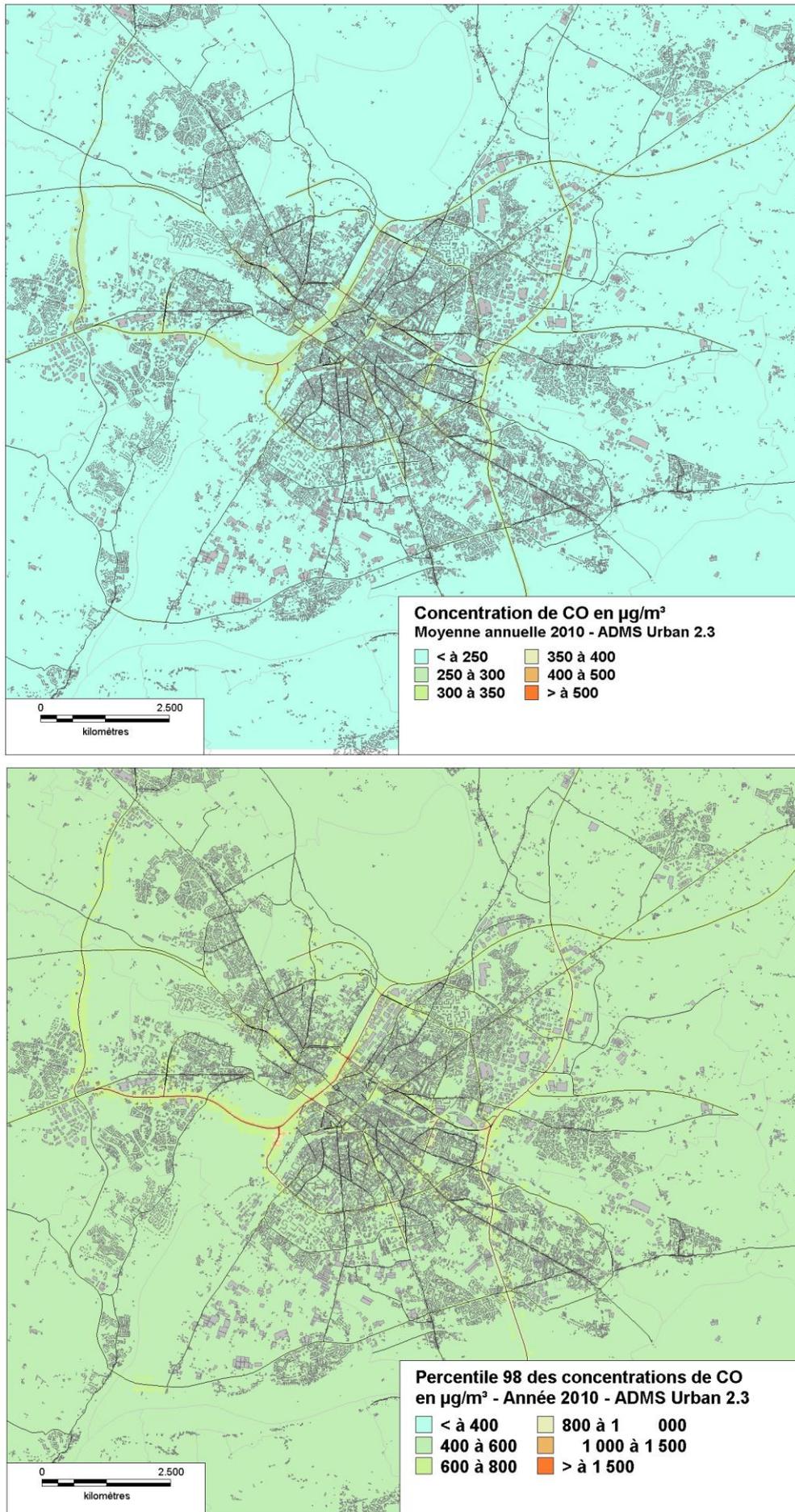


Figure 10 : cartographies des concentrations de CO modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

Les cartographies représentant les concentrations de monoxyde de carbone et les niveaux de benzène (cf. page suivante) sont fortement corrélés. Les niveaux modélisés maximaux pour chacun de ces polluants sont observés au niveau de voies de circulation à trafic dense : à l'intersection de la D723 et du Roc des Baumettes notamment, au niveau de la sortie 18 de l'A87 et divers carrefours tels que la rue Auguste Gautier avec le boulevard de L'Ecce Homo, le boulevard du Général de Gaulle avec la D723 ou encore le boulevard Ayrault avec la D723.

Toutefois, les concentrations modélisées de monoxyde de carbone restent faibles et n'excèdent pas $450 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Les moyennes horaires modélisées les plus élevées exprimées sous forme de percentile 98 atteignent $1700 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit 17% de la valeur limite fixée à $10\,000 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en maximum journalier de la moyenne glissante sur 8h.

le benzène

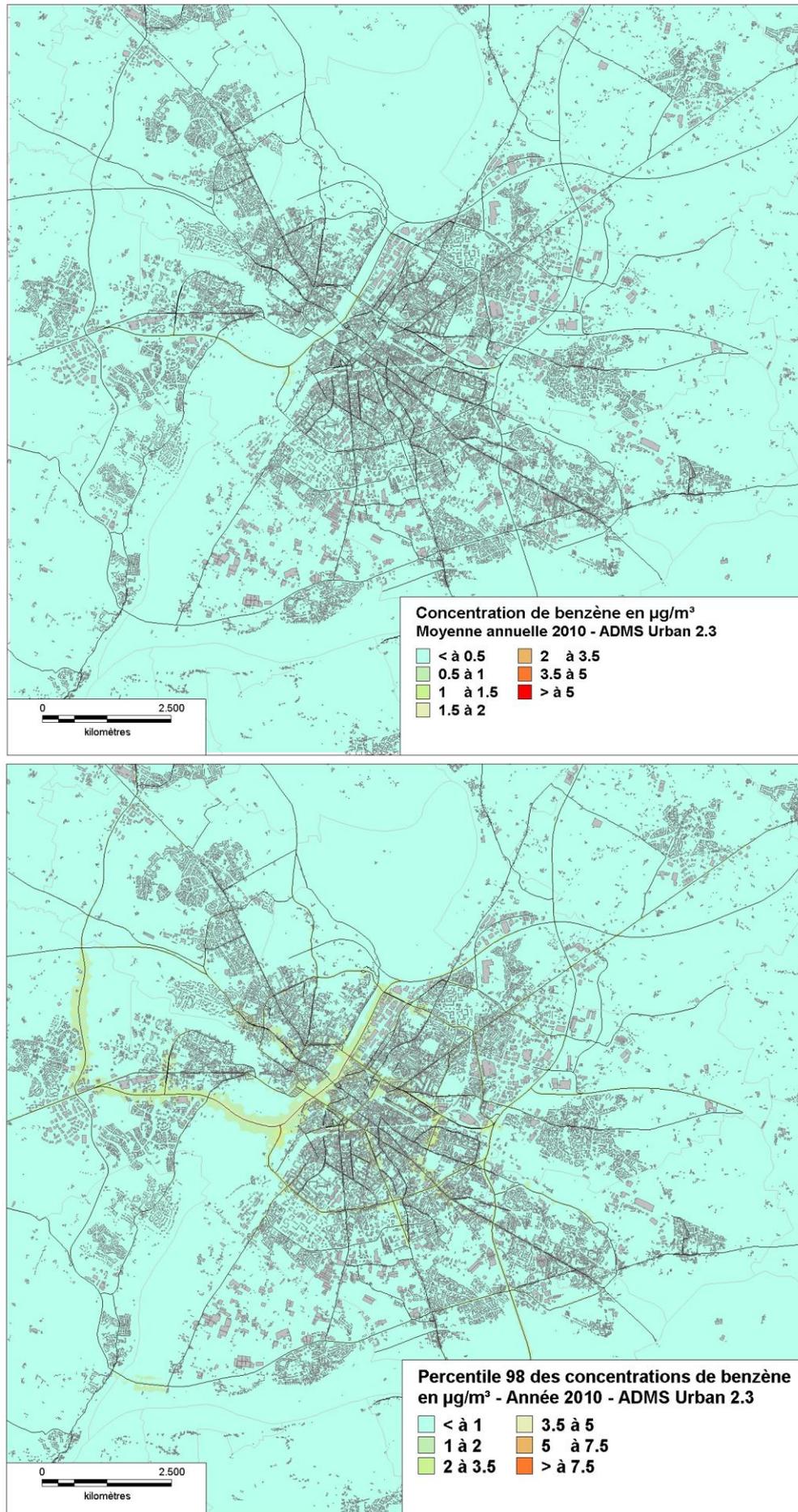


Figure 11 : cartographies des concentrations de benzène modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

Le benzène se retrouve à proximité des voies de circulation mais les niveaux modélisés atteints sont très en deçà de la valeur limite fixée à $5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ en moyenne annuelle, la moyenne simulée maximale s'élevant à $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à l'intersection de la D723 et du Roc des Baumettes). Les concentrations modélisées les plus élevées sont observées le long des axes dont le trafic peut être perturbé.

L'effet de la vitesse de circulation sur les émissions de benzène peut être important, notamment pour les vitesses faibles pour lesquelles les émissions croissent alors que la vitesse diminue [3]. Les situations d'encombrement de la circulation sont donc favorables aux émissions de benzène.

La cartographie du percentile 98 montre des concentrations modélisées maximales approchant $6,5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ sur les axes cités précédemment.

le dioxyde de soufre

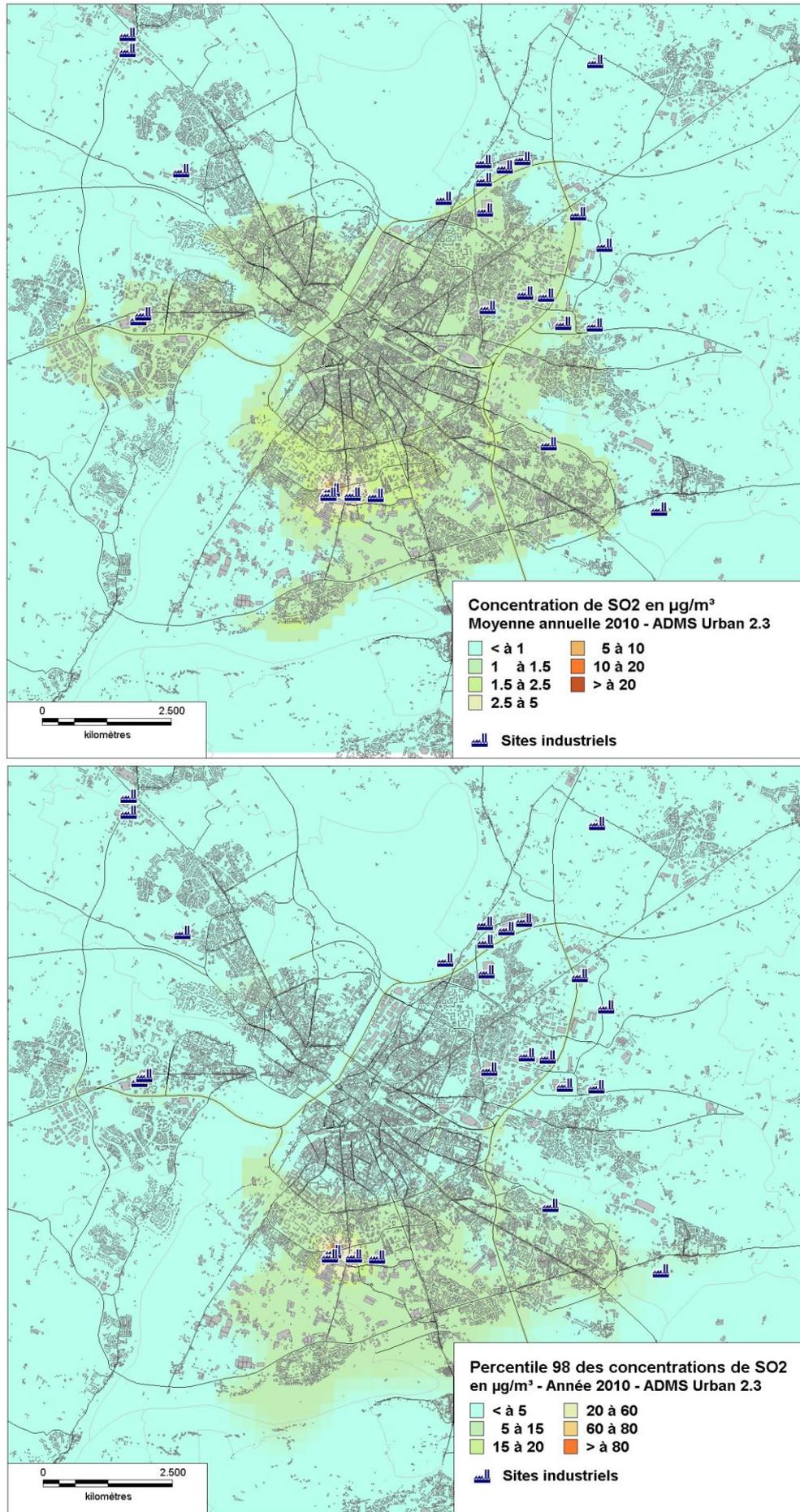


Figure 12 : cartographies des concentrations de SO₂ modélisées sur l'agglomération d'Angers (2010)

La carte des moyennes annuelles modélisées pour le SO₂ fait apparaître des concentrations plus élevées au niveau des zones urbanisées et des principaux axes routiers, correspondant à une pollution de fond de l'ordre de 1 à 2 µg/m³, respectant donc très largement les valeurs limite et objectif de qualité respectivement fixés à 20 et 50 µg/m³.

Des niveaux légèrement plus élevés, avec une moyenne annuelle approchant 11 µg/m³, sont modélisés au niveau de la zone industrielle sud (SOCCRAM et UIOM de la Roseraie).

La cartographie des percentiles met par ailleurs en évidence une influence de ces sources industrielles sur les zones environnantes dans un rayon compris entre 1 et 3 km selon les conditions climatiques.

conclusion

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

L'influence du trafic routier sur la plupart des niveaux des polluants modélisés apparaît très nettement avec de fortes concentrations modélisées au niveau des autoroutes et de certains axes intérieurs au trafic dense pouvant occasionner des ralentissements.

Des risques potentiels de dépassement de la valeur limite annuelle fixée pour le dioxyde d'azote y ont d'ailleurs été mis en évidence. Environ 500 habitants, soit 0,25% de la population résidente serait concernée par un dépassement de la valeur limite NO₂. Cette proportion de population exposée reste toutefois inférieure à celle d'autres agglomérations (Nantes, Le Mans, Lyon, Strasbourg...).

Bien que l'influence du trafic routier reste majoritairement prédominante dans le cas du benzène et du monoxyde de carbone, les niveaux modélisés sont faibles sur l'agglomération. C'est le cas également pour le dioxyde de soufre, la zone industrielle sud influençant toutefois localement les niveaux.

perspectives

Ces cartographies seront établies en mode surveillance chaque année à partir notamment de l'inventaire des émissions, des paramètres météorologiques et du parc automobile actualisés.

Enfin, l'étude d'impact de la mise en service du tramway sur la qualité de l'air initiée en 2010 avant la phase de travaux s'achèvera en 2012 après une campagne de mesure des polluants réglementés et plus spécifiquement du NO₂ et du benzène, sur la ligne du tramway et les voies potentiellement impactées par le report de 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.

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

les oxydes d'azote

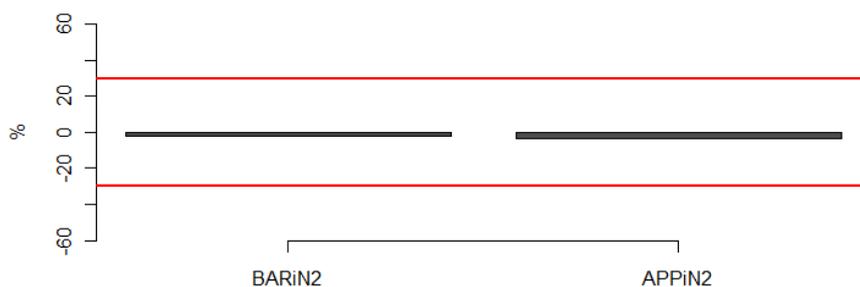


Figure 13 : biais normalisés annuels du dioxyde d'azote

Les biais normalisés du dioxyde d'azote, inférieurs à 3,5%, illustrent la bonne concordance entre les concentrations moyennes annuelles modélisées et celles mesurées sur les sites de mesure permanents du boulevard du Roi René (Beaux-Arts, noté « BAR ») et de la rue des Appentis (Appentis noté « APP »).



Figure 14 : biais normalisés annuels des oxydes d'azotes

Les biais normalisés des oxydes d'azotes n'excèdent pas 5%. L'objectif de qualité de 30 % fixé par la directive européenne est donc largement respecté.

les particules PM10

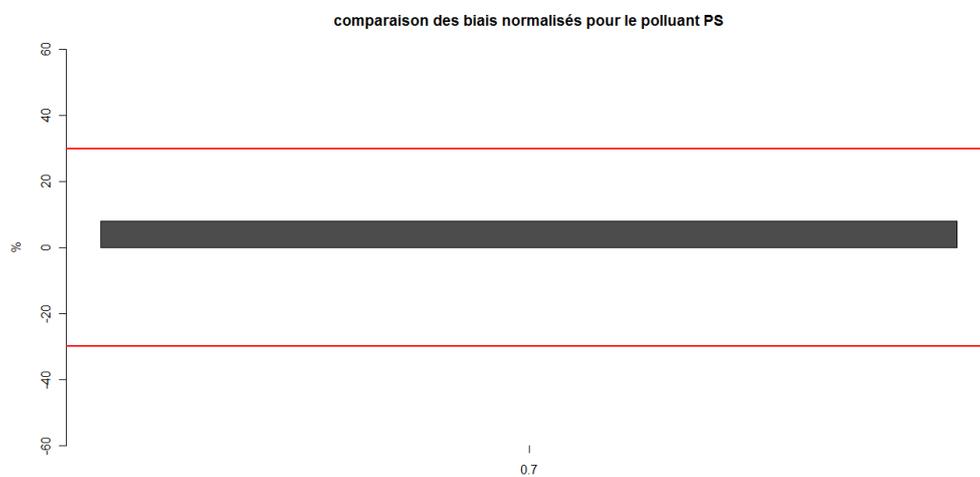


Figure 15 : biais normalisés annuels des particules PM10

les particules PM2,5

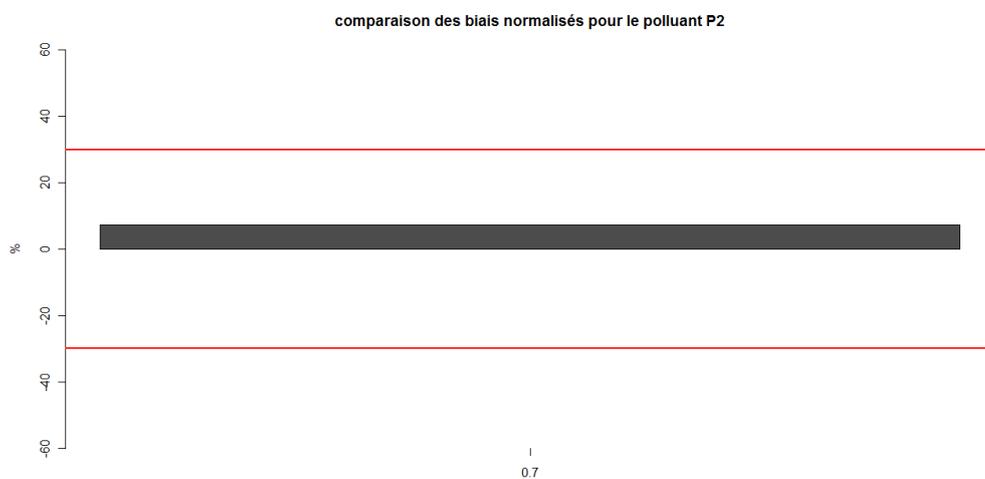


Figure 16 : biais normalisés annuels des particules PM2,5

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

TYPE DE SEUIL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	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	Cadmium	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 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	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⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} 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.

bibliographie

[1] Source CITEPA, Secten Avril 2011

[2] Mesure de la qualité de l'air en proximité automobile durant l'année 2010 avenue Mendès France au Mans et boulevard Léon Blum (N 171) à Trignac – Air Pays de la Loire – décembre 2011.

[3] Impact de la réduction de la vitesse sur la pollution par l'ozone, Atmo PACA, septembre 2010.

airpays 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

