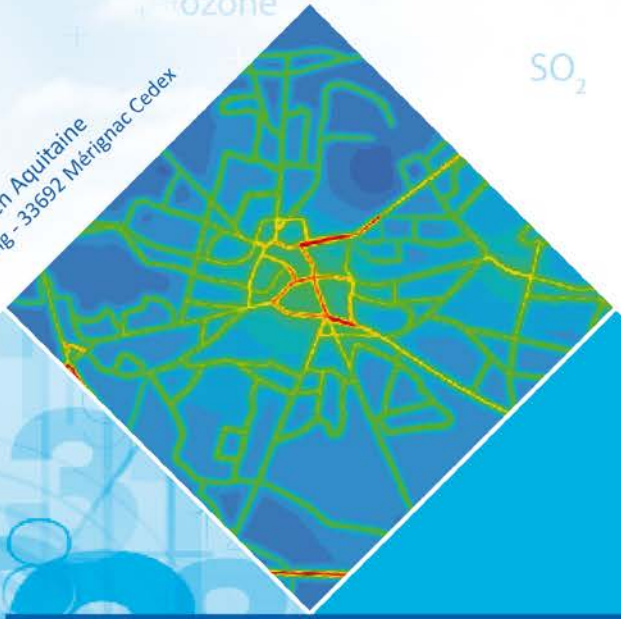
www.airaq.asso.fr
AIRAQ - Surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine
13, allée J. Watt - Parc d'activités Chemin Long - 33692 Mérignac Cedex
Tél. 05 56 24 35 30 - Fax 05 56 24 24 06



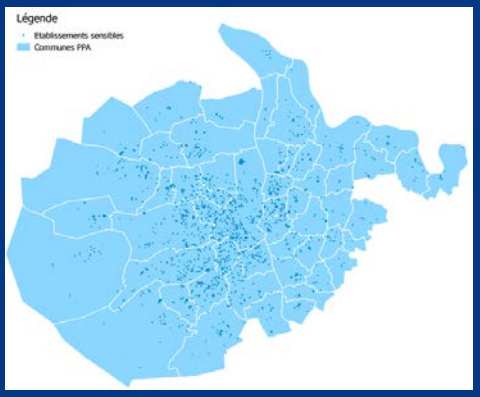
AIRAQ
Atmo Aquitaine

Rapport n° ET/PE/16/02

Projet RESPIR'BORDEAUX :

Recensement des **E**tablissements **S**ensibles à **P**roximité des **I**nfrastructures **R**outières sur l'agglomération de **Bordeaux**

Année 2013



RESPIR'Bordeaux : **R**ecensement des **E**tablissements **S**ensibles à **P**roximité des **I**nfrastructures **R**outières sur l'agglomération de **Bordeaux**

Année 2013

Rédaction	**Benoit DUVAL, Ingénieur d'Études** **Pierre-Yves GUERNION, Responsable Études**
Vérification	**Sarah LE BAIL, Ingénieur d'Études**
Approbation	**Patrick BOURQUIN, Directeur**
Date	**15/02/2016**
Référence	Rapport n° ET/PE/16/02
Nombres de pages	**37**

SOMMAIRE

GLOSSAIRE **3**

AVANT-PROPOS **4**

INTRODUCTION **5**

I. CONTEXTE **6**

II. METHODOLOGIE **8**

II.1. BASE DE DONNEES ETABLISSEMENTS SENSIBLES 8

II.2. DONNEES DE TRAFIC UTILISEES 10
II.2.1. Base de données trafic 10
II.2.2. Données trafic de référence 11

II.3. MODELISATION URBAINE 12
II.3.1. Données de pollution atmosphérique 12
II.3.2. Données réglementaires de référence 14

III. CROISEMENT ETABLISSEMENTS SENSIBLES/DONNEES TRAFIC **15**

III.1. BANDES D'INFLUENCE SELON L'ETUDE APHEKOM 15

III.2. BANDES D'INFLUENCE SELON LA CIRCULAIRE INTERMINISTERIELLE 16

IV. CROISEMENT ETABLISSEMENTS SENSIBLES/QUALITE DE L'AIR **18**

IV.1. MODELISATION URBAINE DE LA QUALITE DE L'AIR 18
IV.1.1. Résultats en dioxyde d'azote - NO_2 18
IV.1.2. Résultats en particules en suspension - PM10 19
IV.1.3. Résultats en particules fines - PM2.5 20
IV.1.4. Résultats en benzène - C_6H_6 21

IV.2. ZONES EN DEPASSEMENT DES VALEURS REGLEMENTAIRES 22
IV.2.1. Pour le dioxyde d'azote - NO_2 22
IV.2.2. Pour les particules en suspension - PM10 23
IV.2.3. Pour les particules fines - PM2.5 24
IV.2.4. Pour le benzène - C_6H_6 24

IV.3. ETABLISSEMENTS SENSIBLES EXPOSES 25
IV.3.1. Dépassements des valeurs limites 25
IV.3.2. Dépassements des objectifs de qualité, valeurs cibles et valeurs guides 25

V. LIMITES DE LA METHODE EMPLOYEE **26**

V.1. BASE DE DONNEES ETABLISSEMENTS 26

V.2. BASE DE DONNEES TRAFIC 26

V.3. DONNEES D'ENTREE DE LA MODELISATION 27

V.4. INCERTITUDE DU MODELE EN LUI-MEME 27

V.5. VARIABILITE INTERANNUELLE DE LA QUALITE DE L'AIR 27

CONCLUSION **28**

ANNEXES **29**

GLOSSAIRE

µg/m^3 : l'unité de mesure est le microgramme par mètre cube d'air (1µg = 0,000 001g).
AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air. Pour en savoir plus : http://www.airaq.asso.fr/airaq/dispositif-national-et-regional/55-national.html
ARS : Agence Régionale de Santé
C_6H_6 : formule chimique du benzène.
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie.
NO : formule chimique du monoxyde d'azote.
NO_2 : formule chimique du dioxyde d'azote.
NOx : terme désignant les oxydes d'azote (NO + NO_2)
Objectif de qualité : niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble, à atteindre, si possible.
OMS : Organisation Mondiale de la Santé.
PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère, obligatoire dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles pour la qualité de l'air sont dépassées ou risquent de l'être.
PM10 /PM2,5 : particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10 µm/ 2,5 µm.
Station de proximité industrielle : L'objectif de ces stations est de fournir des informations sur les concentrations mesurées dans les zones représentatives du **niveau maximum d'exposition** auquel la population **riveraine d'une source fixe** est susceptible d'être exposée par des phénomènes de panache ou d'accumulation.
Station urbaine de fond : Situées dans des quartiers densément peuplés (entre 3 000 et 4 000 habitants/km^2) et à distance de sources de pollution directes, l'objectif de ces stations est le suivi du niveau d'exposition moyen de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits de « fond » dans les centres urbains.
Valeur cible : valeur fixée dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble, à atteindre, dans la mesure du possible dans un délai donné.
Valeur guide OMS : Valeur fixée par l'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) permettant de réduire significativement les risques sanitaires, et apportant un fondement scientifique aux normes légales mises en place dans toutes les régions du monde.
Valeur limite : valeur à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement dans son ensemble.

AVANT-PROPOS

AIRAQ fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application. À ce titre et compte tenu de ses statuts, AIRAQ est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- *AIRAQ est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet.*
- *Les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'AIRAQ.*
- *AIRAQ s'engage à proposer en téléchargement sur son site Internet la dernière version de ses rapports d'étude. Il est de la responsabilité du lecteur de s'assurer qu'il a bien en sa possession la version à jour du document.*
- *Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à AIRAQ et au titre complet du rapport. AIRAQ ne saurait être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable.*

INTRODUCTION

En charge de la surveillance de la qualité de l'air en Aquitaine, AIRAQ dispose d'un réseau de stations fixes implantées sur l'ensemble de la région afin de suivre en continu l'évolution des polluants réglementés. En complément de cette activité, AIRAQ développe de plus en plus des outils de modélisation permettant de connaitre plus finement la qualité de l'air sur son territoire.

Parmi les sources de pollution majeures, il est particulièrement important de s'intéresser au trafic routier. En effet, cette source a la caractéristique d'être particulièrement concentrée dans les zones les plus densément peuplées, et les données sanitaires disponibles montrent également son impact significatif sur la santé.

Aussi, dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération bordelaise, AIRAQ a été missionnée par la DREAL et l'ARS pour réaliser un inventaire des établissements recevant des personnes sensibles, situées à proximité des infrastructures routières. C'est l'objet de l'étude RESPIR'Bordeaux (Recensement des Etablissements Sensibles à Proximité des Infrastructures Routières sur l'agglomération de Bordeaux) dont les résultats sont présentés dans ce document.

Pour mener ce travail, le couplage des localisations des établissements sensibles a été réalisé selon deux approches complémentaires :

- Une approche basée sur les dernières données de trafic disponibles et fournies par Bordeaux Métropole et la DREAL Aquitaine
- Une approche basée sur les résultats de modélisation urbaine de la qualité de l'air réalisée par AIRAQ (Modélisation Bordeaux 2013 – cf. synthèse AIRAQ n°131).

I. CONTEXTE

Depuis 2007, l'agglomération bordelaise a présenté des dépassements de valeurs limites en situation de proximité automobile :

- Pour les PM10 : de 2007 à 2010
- Pour le NO_2 : de 2008 à 2011 et en 2013

Ces dépassements, caractérisés par les stations fixes du réseau AIRAQ, ont nécessité la révision anticipée du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) de l'agglomération bordelaise. Ce nouveau plan a été arrêté par le Préfet de Gironde le 17 décembre 2012, pour une durée de cinq ans.

Le fait que les dépassements soient caractérisés en proximité automobile vient du fait que, en terme d'émissions directes, et en moyenne sur l'année :

- Le trafic routier est une source importante pour les deux polluants concernés
  - 63 % des NOx sont issus du trafic routier sur la zone du PPA de Bordeaux (inventaire AIRAQ 2010 v2.0)
  - 40 % des PM10 sont issus du trafic routier sur la zone du PPA de Bordeaux (inventaire AIRAQ 2010 v2.0), ces proportions étant par contre amenées à varier au cours de l'année, en particulier en hiver, où la contribution du chauffage peut devenir plus importante (cf. synthèse étude CARA[1])
- Ces sites subissent l'influence cumulée de la pollution de fond et de proximité automobile

Aussi, plusieurs études au niveau national et international se sont intéressées à l'impact sanitaire du trafic routier. En 2012, sur la base de la littérature disponible, le Centre International de Recherche contre le Cancer (CIRC), instance spécialisée de l'OMS, a classé[2] les rejets d'échappement des moteurs diesel (véhicules, bateaux, trains, engins de chantier,…) comme « cancérogènes certains » pour l'homme, en raison d'un niveau de preuves suffisant d'une association entre l'exposition à ces rejets et un risque accru de cancer du poumon. Des données plus limitées mettent en évidence un risque accru de cancer de la vessie. Selon le CIRC, en l'état actuel des connaissances, il est évalué que les rejets d'échappement des moteurs à essence sont « peut-être cancérogènes » pour l'homme.

Parmi les études d'intérêt, l'étude européenne Aphekom[3] a investigué plus spécifiquement l'impact sanitaire de la proximité du trafic. Cette étude a estimé que le fait d'habiter à proximité de voies à forte densité de trafic automobile pourrait être responsable d'environ 15 à 30 % des nouveaux cas d'asthme chez l'enfant (moins de 18 ans) et de proportions similaires ou plus élevées de pathologies chroniques respiratoires et cardiovasculaires fréquentes chez les adultes âgés de 65 ans et plus.

[1] http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Synthese_123_CARA.pdf
[2] http://www.iarc.fr/fr/media-centre/pr/2012/pdfs/pr213_F.pdf
[3] http://aphekom.org/c/document_library/get_file?uuid=4846eb19-df8a-486e-9393-1b7c7ac78ce3&groupId=10347

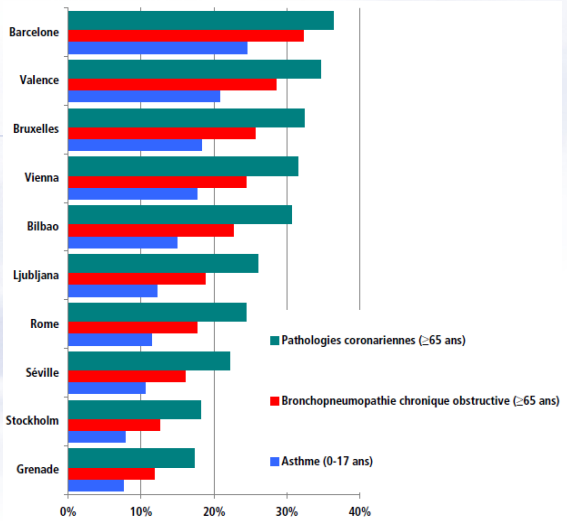


Figure 1 : Pourcentage de population atteinte de pathologies chroniques dont la pathologie pourrait être attribuée au fait de résider à proximité de grands axes de circulation dans 10 villes du projet Aphekom

Ces éléments montrent tout l'intérêt de mieux caractériser la proximité du trafic, en particulier en vue de protéger les personnes les plus sensibles (jeunes enfants, personnes âgées…). Un travail de croisement des établissements recevant du public sensible avec les données de trafic, ainsi qu'avec la qualité de l'air, a été initié en région Ile-de-France[4]. Ce travail, réalisé par Airparif (AASQA de la région Ile-de-France) en collaboration avec l'IAU Ile-de-France (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme), a montré qu'un très grand nombre d'établissements se trouvait à proximité d'axes importants, cette proportion augmentant au fur et à mesure que l'on s'approche de Paris. Le croisement avec les modélisations de la qualité de l'air a montré, par exemple, que plus des ¾ des crèches et écoles présentaient au moins un dépassement de valeur limite sur Paris, cette proportion diminuant à environ 20 % en petite couronne et entre 5 et 10 % en grande couronne.

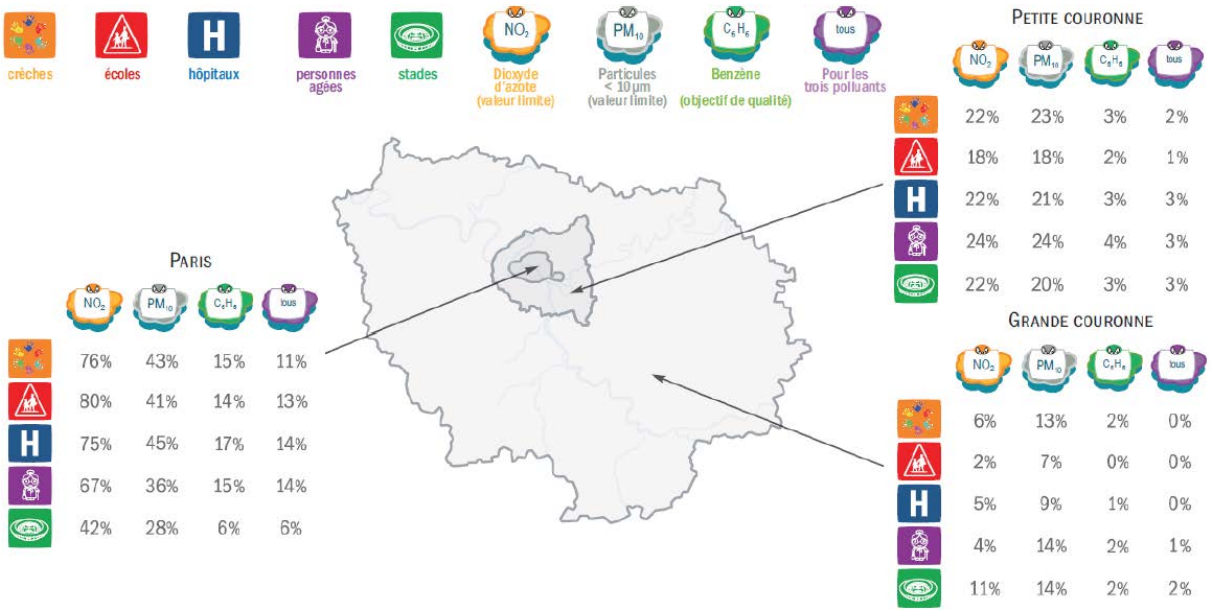


Figure 2 : Pourcentage des établissements dépassant les valeurs réglementaires pour Paris, la petite couronne et la grande couronne – Année 2011 (source Airparif)

[4] http://www.airparif.asso.fr/_pdf/publications/prox-vgc-rapport_121205.pdf

Sur cette base, et dans le cadre du PPA de Bordeaux, l'ARS Aquitaine et la DREAL Aquitaine ont confié à AIRAQ un recensement et une cartographie des établissements recevant du public sensible (jeunes enfants, personnes âgées et personnes hospitalisées), ainsi que des terrains de sport, les sportifs en action inhalant plus d'air, et donc plus de pollution. La localisation de ces établissements a ensuite été croisée avec les données de trafic disponibles sur la zone, ainsi qu'avec les modélisations de la qualité de l'air.

II. METHODOLOGIE

II.1. Base de données établissements sensibles

Dans l'ensemble de l'étude, le vocable « établissements sensibles » regroupe les éléments suivants :

- Crèches et équipement d'accueil pour la petite enfance
- Ecoles maternelles, primaires, secondaires (enfants < 18 ans)
- Etablissements accueillant des enfants handicapés (< 18 ans)
- Etablissements accueillant des adultes handicapés
- Structures d'accueil pour personnes âgées
- Etablissements de santé (hôpitaux, cliniques…)
- Equipements pour l'activité sportive de plein air

Tous ces établissements ont été recensés sur la zone du PPA de Bordeaux (53 communes, cf. annexe 2). Pour cela, plusieurs bases de données ont été utilisées :

- Pour les crèches : base de données fournie par l'ARS DT33, non géoréférencée. Référencement géographique réalisé par AIRAQ sur la base de l'adresse disponible.
- Pour les écoles maternelles, primaires, secondaires (enfants < 18 ans) : utilisation de la plate-forme PIGMA[5], données fournies par le rectorat d'Aquitaine.
- Pour les établissements accueillant des enfants handicapés (< 18 ans) et des adultes handicapés : utilisation de la plate-forme PIGMA, données fournies par l'ARS Aquitaine.
- Structures d'accueil pour personnes âgées : utilisation de la plate-forme PIGMA, données fournies par l'ARS Aquitaine.
- Etablissements de santé (hôpitaux, cliniques…) : utilisation de la plate-forme PIGMA, données fournies par l'ARS Aquitaine.
- Equipements pour l'activité sportive de plein air : utilisation de la BD TOPO® IGN.

Les équipements pour l'activité sportive en plein air sont cartographiés sous forme de surface (ex : terrain de foot, piscine…). En première approche, tous les autres établissements sont référencés à leur point d'adresse, et non sous la forme de bâtiments, comme présenté dans la
Figure 3 ci-après. Toutefois, dans le cas où un nombre limité d'établissements ressortait dans une zone (cas des dépassements de valeur limite par exemple, cf. §IV.3.1), un travail d'affinage complémentaire a été réalisé afin de déterminé si oui ou non une partie d'un bâtiment de l'établissement était bien en zone de dépassement.

[5] Le projet PIGMA a pour objectif de créer un cadre d'échange structuré pour décloisonner l'information géographique, rendre accessible l'information localisée à tous les acteurs de la sphère publique, afin de doter le territoire aquitain d'un portail régional véritable outil stratégique d'éclairage de la décision publique. Plus d'infos sur www.pigma.org/

Figure 3 : Représentation cartographique d'un équipement sportif (gauche) et d'une école (droite)

Au total, 1 902 établissements sensibles ont été recensés sur la zone PPA. La répartition de ces établissements par catégorie et la cartographie complète des établissements sont présentés dans le Tableau 1 et la Figure 4 ci-après.

Etablissements	**Données**			
	Origine	Localisation	Type	Nombre (PPA)
CRECHES	ARS	Adresse	Ponctuel	185
ECOLES	PIGMA	Géolocalisés		452
LYCEES				134
HOPITAUX				62
ENFANTS HANDICAPES				24
ADULTES HANDICAPES				29
MAISON RETRAITE				145
TERRAIN SPORT	IGN - BD TOPO		Surfacique	871
TOTAL				**1 902**

Tableau 1 : Répartition des établissements sensibles par catégorie sur la zone PPA de Bordeaux

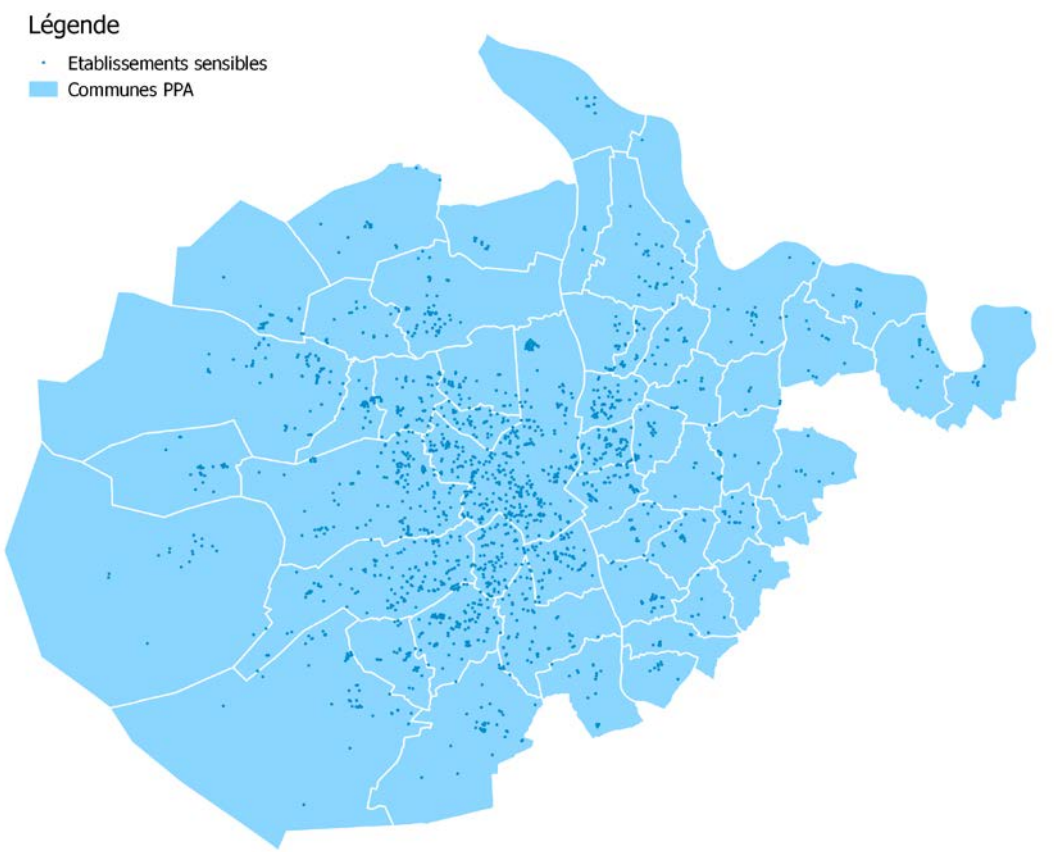


Figure 4 : Cartographie des établissements sensibles sur la zone PPA de Bordeaux

II.2. Données de trafic utilisées

II.2.1. Base de données trafic

Les données de trafic utilisées dans le cadre de cette étude proviennent de deux sources différentes. Pour les 27 communes faisant partie de la CUB (nouvellement Bordeaux Métropole) au 1er janvier 2013 (c'est-à-dire hors Martignas-sur-Jalle), les données de trafic utilisées ont été fournies par Bordeaux Métropole, et sont issues d'une modélisation complète des trafics réalisée pour l'année de référence 2013 (source : Bordeaux Métropole Modélisation trafic réseau 2013).
Pour les 26 autres communes de la zone PPA, les données de trafic utilisées sont issues des travaux menés par le CEREMA pour le compte de la DREAL Aquitaine, et transmises à AIRAQ dans le cadre d'une convention de partenariat (source : DREAL Aquitaine/SMTI/DT/UCSR, année 2012).

La carte ci-dessous présente les axes pris en compte dans l'étude sur la zone PPA de Bordeaux.

Figure 5 : Cartographie des axes routiers pris en compte dans l'étude

Le réseau routier sur la Figure 5 compte 8 122 brins routiers répartis comme suit :

- 5 523 brins (soit 68 % des brins) avec moins de 10 000 véhicules par jour,
- 2 261 brins (soit 28 % des brins) avec un nombre de véhicules par jour compris entre 10 000 et 25 000,
- 285 brins (soit 4 % des brins) avec un nombre de véhicules par jour compris entre 25 000 et 50 000, et
- 53 brins (soit 0,6 % des brins) avec plus de 50 000 véhicules par jour

II.2.2. Données trafic de référence

Le volet « Impact du trafic sur la santé » de l'étude Aphekom, dont les conclusions ont été présentées dans le §I, a été établi en prenant en compte sur les villes en question tous les axes supportant un TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) supérieur à 10 000 véhicules par jour, et en étudiant la survenue des effets sanitaires dans la bande de 150 m à proximité de ces axes, comparativement aux zones en dehors de ces bandes des 150 m, comme présenté Figure 6.

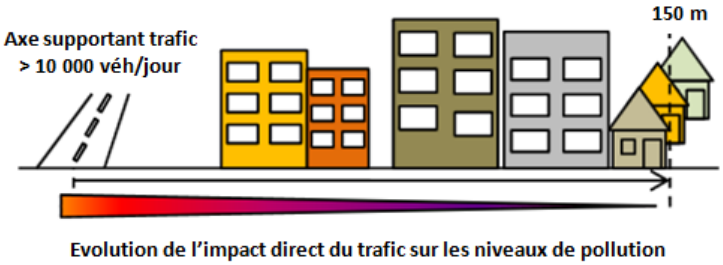


Figure 6 : Schématisation de la prise en compte du trafic dans l'étude Aphekom (source : Aphekom)

Aussi, dans l'étude sera pris le critère « Aphekom », à savoir la détermination de tous les établissements situés dans une bande de 150 m à proximité d'un axe de plus de 10 000 véhicules/jour.

Toutefois, il est avéré que, en particulier pour le dioxyde d'azote, la zone d'influence peut être plus large que 150 m pour les axes les plus circulants. Ceci a en particulier été constaté lors de l'étude ESPROB, réalisée par

AIRAQ à proximité de la rocade bordelaise[6]. Aussi, pour prendre en compte ce paramètre, un deuxième critère, dit critère « Circulaire Air et Santé», issu de la circulaire interministérielle du 25 février 2005, va être pris en compte. Cette circulaire propose de moduler la zone d'étude dans les études Air et santé selon les paramètres suivants :

- Bande d'étude de 300 m pour les axes supportant un trafic > 50 000 véh/j
- Bande d'étude de 200 m pour les axes supportant un trafic entre 25 000 et 50 000 véh/j
- Bande d'étude de 150 m pour les axes supportant un trafic entre 10 000 et 25 000 véh/j

II.3. Modélisation urbaine

II.3.1. Données de pollution atmosphérique

La modélisation urbaine prise en compte dans cette étude est celle de l'année 2013. Cette modélisation prend en compte les polluants suivants :

- Dioxyde d'azote (NO_2)
- Particules en suspension (PM10)
- Particules fines (PM2,5)
- Benzène (C_6H_6)

Elle a été réalisée à l'aide du logiciel ADMS Urban, développé par le CERC et distribué par la société Numtech. La modélisation prend en compte un certain nombre de paramètres, dont :

- Le relief de la zone (source IGN)
- Les conditions météorologiques (Station Météo France de Bordeaux-Mérignac)
- Les émissions en polluants et la pollution de fond (pollution importée, contribution naturelle…) sur la zone modélisée (source AIRAQ).

Les émissions utilisées sont celles de l'inventaire AIRAQ 2010 v1.2, à l'exception des données d'émissions du trafic, qui ont été calculées spécifiquement sur la base des données indiquées en §II.2.
Pour le calcul des émissions issues du trafic, les données utilisées sont les suivantes :

- Trafic moyen Journalier supporté par l'axe
- Profils journaliers, hebdomadaires, mensuels en fonction de la typologie de l'axe
- Vitesse de circulation sur l'axe
- % poids lourds
- Prise en compte des phénomènes de congestion
- Composition du parc roulant (parc CITEPA 2013)
- Données météorologiques…

Pour le secteur résidentiel, le calcul des émissions prend en compte, entre autres, la consommation de combustibles (gaz, fioul, bois…). La temporalité des émissions de la partie chauffage a été définie sur la base des DJU (Degrés Jours Unifiés) en base 18°C (c'est-à-dire que la quantité d'émissions liée au chauffage est proportionnelle à l'écart entre la température extérieure et 18°C). Pour les autres secteurs d'émissions (industries…), les émissions sont considérées constantes tout au long de l'année.

La pollution de fond sur la zone est déterminée sur la base des observations sur les stations fixes du réseau AIRAQ présentes sur la zone d'étude. Cette pollution de fond intègre à la fois :

- Les sources de pollution « naturelles » : embruns marins, remise en suspension de poussières par le vent…
- La pollution « importée », produite en dehors de la zone d'étude, mais dont la zone d'étude subit l'influence.

[6] http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Synthese_124_ESPROB_Bordeaux.pdf

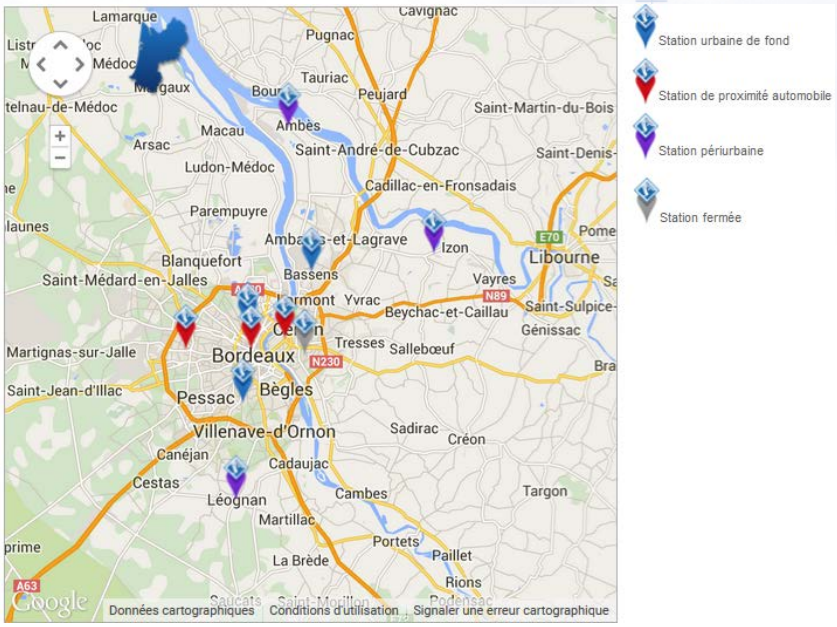


Figure 7 : Réseau de stations fixes AIRAQ sur la zone d'étude

La zone de modélisation ne recouvre pas la totalité de la zone PPA, mais intègre la partie la plus densément peuplée de l'agglomération. La limitation de la zone vient de la nécessité de limiter le temps de calcul, qui peut devenir contraignant. Ainsi, la zone de modélisation, présentée en Figure 8 représente :

- 61 % de la zone PPA en surface, soit environ 676 km²
- 91 % de la zone PPA en population, soit environ 769 000 habitants
- Au moins les deux tiers des émissions pour les quatre polluants considérés

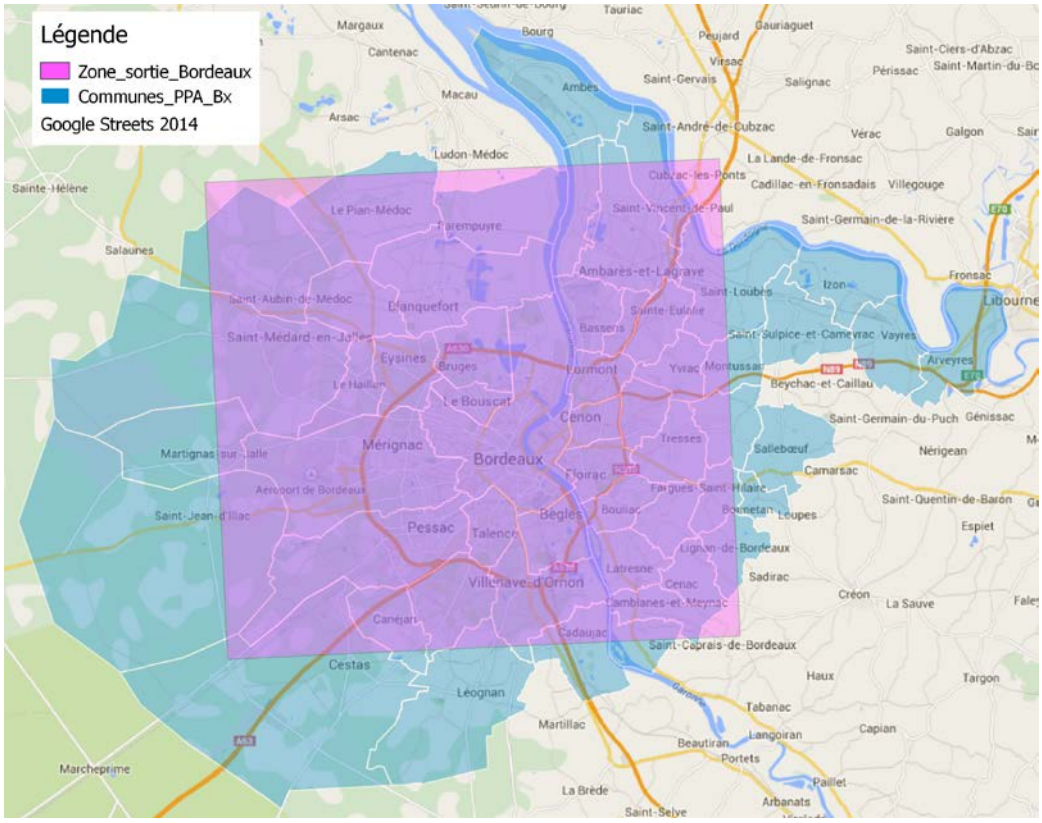


Figure 8 : Zone de modélisation (en rose) et zone PPA (en bleu)

II.3.2. Données réglementaires de référence

Au niveau réglementaire, il existe plusieurs valeurs de référence fixées par la réglementation (décret 2010-1250 du 21 octobre 2010, cf. annexe 1), ou par des organismes comme l'OMS (Organisation Mondiale pour la Santé). Les définitions précises de ces valeurs sont reprises dans le glossaire. Pour les 4 polluants étudiés ici, les valeurs prises en référence sont listées dans le Tableau 2.

Valeur (µg/m^3)	NO_2	PM10	PM2,5	Benzène
Valeur(s) limite(s)	40 (MA)	40 (MA) 50 (P90,4)	25 (MA)	5 (MA)
Valeur cible	-	-	20 (MA)	-
Objectif de qualité	-	30 (MA)	10 (MA)	2 (MA)
Valeur guide OMS	-	20 (MA)	-	-

MA : moyenne annuelle

P90,4 : percentile 90,4 (valeur journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an)

Tableau 2 : Liste des valeurs de référence qualité de l'air

III. CROISEMENT ETABLISSEMENTS SENSIBLES/DONNEES TRAFIC

A partir des données de trafic présentés en §II.2, il est possible de définir les bandes d'influence du trafic routier en fonction du nombre de véhicules par jour passant sur l'axe considéré et les recouper avec les établissements sensibles. Les résultats d'exposition en question sont présentés dans les paragraphes suivants en fonction de l'étude Aphekom dans un premier temps puis selon la circulaire interministérielle du 25 février 2005 dans un deuxième temps.

III.1. Bandes d'influence selon l'étude Aphekom

La Figure 9 ci-dessous montre, pour les axes routiers présentant plus de 10 000 véhicules par jour, les bandes rouges situées dans une zone d'influence de 150 mètres. Notons que ces bandes se situent majoritairement le long de la rocade et des autoroutes A10 et A89, ainsi que le long des axes majeurs de l'agglomération bordelaise comme les boulevards et les quais à Bordeaux mais également les intrants et sortants de la rocade.

Figure 9 : Bandes d'influence de 150 m du trafic routier en fonction du critère Aphekom

L'intersection entre ces bandes d'influence et les établissements sensibles considérés est synthétisée dans le Tableau 3. On note qu'environ 22 % des établissements de la zone PPA, soit 417 au total, se situent à moins de 150 m d'un axe supportant plus de 10 000 véhicules par jour. Selon le type d'établissement, ce pourcentage peut varier entre 15 et 40 % environ, les hôpitaux (39 %) et les établissements recevant des enfants handicapés (38 %) étant les établissements les plus exposés en proportion sur la zone PPA. A noter que les terrains de sport sont davantage exposés en nombre, du fait également de leur présence en plus grand nombre sur la zone PPA (45 % des établissements sensibles sont des terrains de sport).

Etablissements	Etablissements Zone PPA	Etablissements sensibles exposés	
	Nombre	Aphekom	*% type*
CRECHES	185	54	*29%*
ECOLES	452	112	*25%*
LYCEES	134	30	*22%*
HOPITAUX	62	24	*39%*
ENFANTS HANDICAPES	24	9	*38%*
ADULTES HANDICAPES	29	7	*24%*
MAISON RETRAITE	145	40	*28%*
TERRAIN SPORT	871	141	*16%*
TOTAL	**1 902**	**417**	***22%***

Tableau 3 : Résultats d'exposition des établissements sensibles dans la bande des 150 m (critère « Aphekom »)

III.2. Bandes d'influence selon la circulaire interministérielle

Selon le même principe que pour le critère Aphekom, il est possible de définir les bandes d'influence des axes routiers en fonction du trafic comme indiqué au paragraphe II.2.2 et recouper les établissements sensibles exposés à chacune des bandes d'influence.

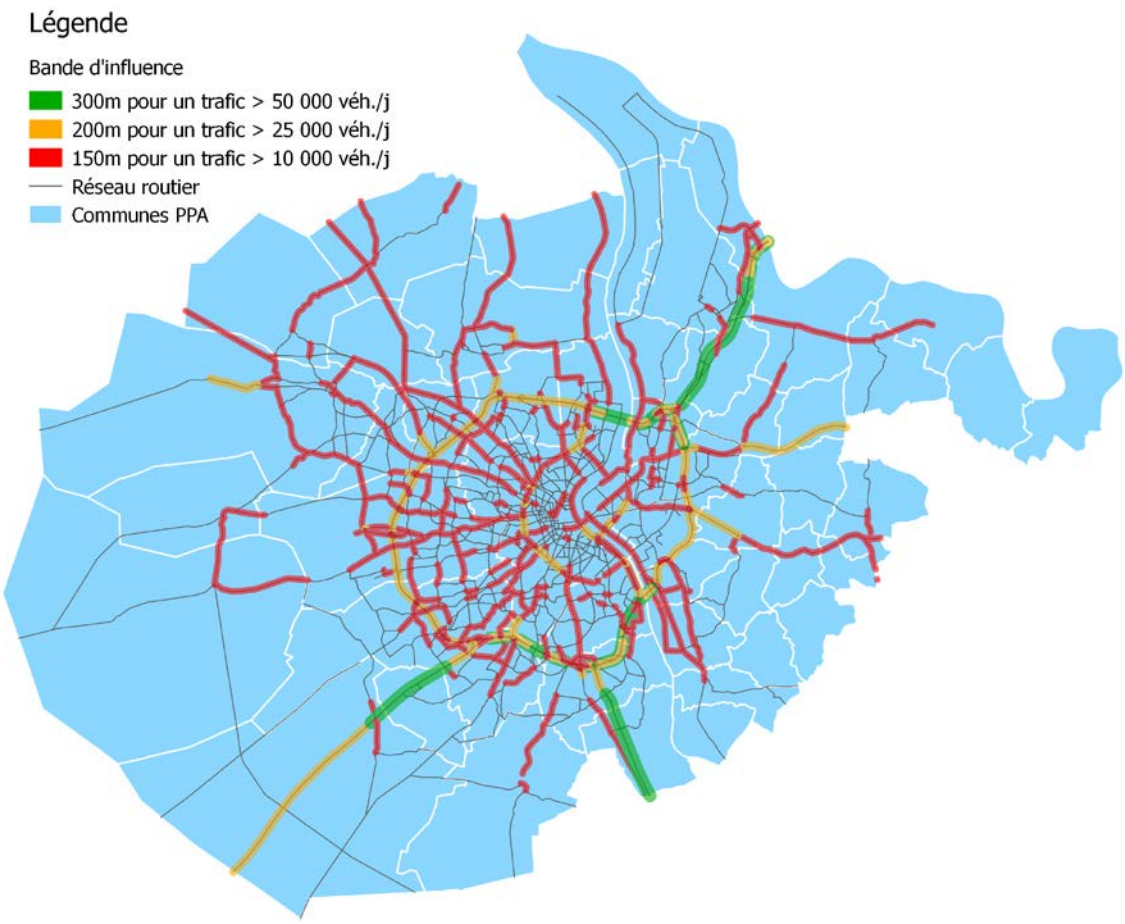


Figure 10 : Bandes d'influence du trafic routier selon le critère « Circulaire Air et Santé »

De cette analyse, il ressort les résultats synthétisés dans le Tableau 4.

Etablissements	Etablissements	Etablissements sensibles exposés					
	Zone PPA	Bande d'influence (m)					
	Nombre	300	200	150	Total	*% par type*	*% du total exposé*
CRECHES	185	2	1	53	56	*30%*	*12%*
ECOLES	452	3	12	103	118	*26%*	*25%*
LYCEES	134	0	3	30	33	*25%*	*7%*
HOPITAUX	62	0	7	20	27	*44%*	*6%*
ENFANTS HANDICAPES	24	1	0	9	10	*42%*	*2%*
ADULTES HANDICAPES	29	0	2	7	9	*31%*	*2%*
MAISON RETRAITE	145	1	2	39	42	*29%*	*9%*
TERRAIN SPORT	871	16	47	106	169	*19%*	*36%*
TOTAL	**1 902**	**23**	**74**	**367**	**464**	***24%***	***100%***

Tableau 4 : Résultats d'exposition des établissements sensibles en fonction du critère « Circulaire Air et Santé »

Au total, selon ce critère, on observe que 464 établissements sont exposés à un trafic supérieur à 10 000 véhicules par jour, représentant ainsi 24 % des établissements de la zone PPA. Ce résultat amène à une conclusion proche de celle du critère Aphekom (22 % d'établissements détectés).

Le détail des résultats montre que, parmi les établissements exposés, plus de 75% des établissements sont exposés à des axes à un trafic soutenu (bande de 150 m), environ 15 % à des axes à trafic élevé (bande de 200 m) et enfin 10 % à des axes à trafic intense (bande de 300 m).

Les terrains de sport, les écoles et les crèches sont les établissements les plus exposés (respectivement 36 %, 25 % et 12 %). Les autres établissements restent exposés mais en moindre proportion (< 10 %). En revanche, en proportion sur la zone PPA, l'ensemble des hôpitaux et établissements recevant des enfants handicapés sont davantage exposés (44 % et 42 %) que les terrains de sport par exemple (19 %).

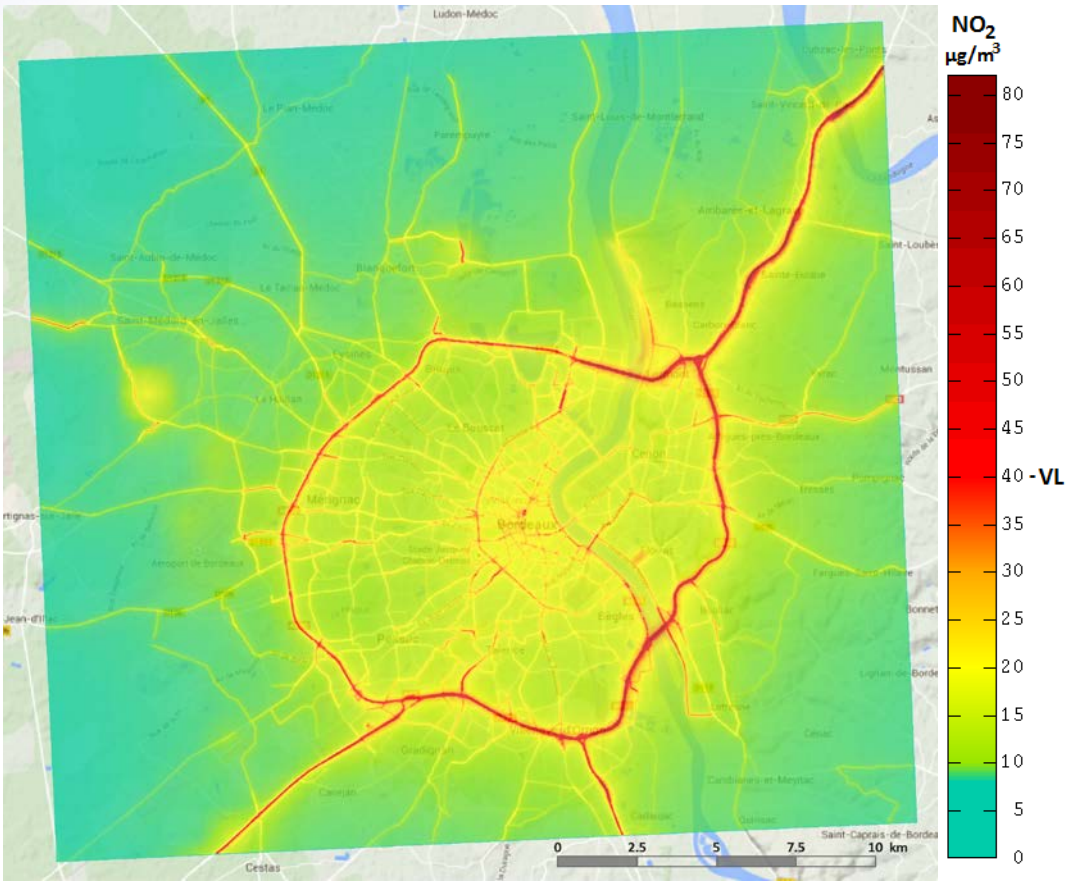
IV. CROISEMENT ÉTABLISSEMENTS SENSIBLES/QUALITÉ DE L'AIR

IV.1. Modélisation urbaine de la qualité de l'air

Sur la base des informations présentées dans le §II.3, une modélisation des concentrations en NO_2, en particules en suspension PM10, en particules fines PM2.5 et en benzène C_6H_6 a été réalisée pour l'année 2013. Les résultats sont présentés dans les paragraphes suivants.

IV.1.1. Résultats en dioxyde d'azote - NO_2

Sur l'ensemble de la zone modélisée, la concentration moyenne annuelle en NO_2 est de 15,2 µg/m^3. La Figure 11 présentée ci-dessous montre que les niveaux en NO_2 sont plus importants le long des axes routiers de l'agglomération, principalement les axes principaux du centre-ville de Bordeaux et ceux reliant le centre à la rocade. Il apparaît nettement que la rocade et les autoroutes A10 et A63 sont les axes où les concentrations maximales sont observées. Ceci s'explique par le fait que le trafic routier représente environ deux tiers des émissions de NO_2 sur la zone PPA (source AIRAQ).



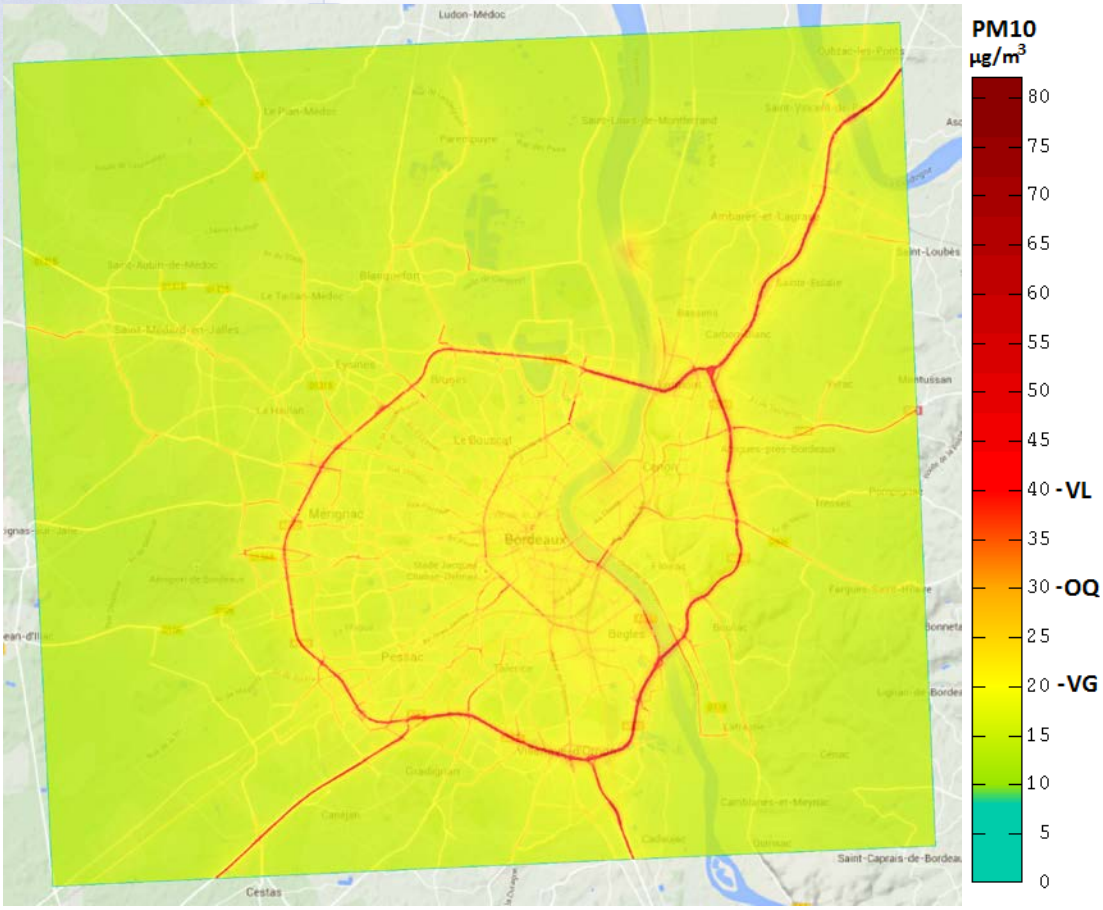
VL : Valeur Limite

Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 sur la zone de modélisation en 2013

A noter qu'en situation de fond, les concentrations restent moyennes avec des niveaux de l'ordre de 15 à 20 µg/m^3 à l'intérieur de la zone délimitée par la rocade et pouvant atteindre 20 à 25 µg/m^3 à l'intérieur des boulevards.

IV.1.2. Résultats en particules en suspension - PM10

Sur l'ensemble de la zone modélisée, la concentration moyenne annuelle en particules en suspension est de 21,4 µg/m^3. La Figure 12 présentée ci-contre montre que les niveaux en PM10 sont plus importants le long des axes routiers de l'agglomération, principalement les axes principaux du centre-ville de Bordeaux et ceux reliant le centre à la rocade. Le trafic routier étant responsable de 40 % des émissions totales de PM10 sur la zone PPA, il est normal d'observer des niveaux plus élevés le long des axes routiers. Comme pour le NO_2, il apparaît nettement que la rocade et les autoroutes A10 et A63 sont les axes où les concentrations maximales sont observées.



VL : Valeur Limite / OQ : Objectif de Qualité / VG : Valeur Guide

Figure 12 : Concentrations moyennes annuelles en particules en suspension PM10 en 2013

En situation de fond, les concentrations restent moyennes avec des niveaux de l'ordre de 15 à 20 µg/m^3 en moyenne à l'intérieur de la zone délimitée par la rocade et pouvant atteindre 25 µg/m^3 à l'intérieur des boulevards.

IV.1.3. Résultats en particules fines - PM2.5

Sur l'ensemble de la zone modélisée, la concentration moyenne annuelle en particules fines est de 13,3 µg/m^3. La Figure 13 présentée ci-après montre que les résultats en PM2.5 sont similaires aux résultats obtenus sur les particules PM10 avec des niveaux plus importants le long des axes routiers de l'agglomération. De la même manière, l'origine des particules PM2.5 reste majoritairement le trafic routier représentant 40 % des émissions totales de PM2.5 sur la zone PPA.

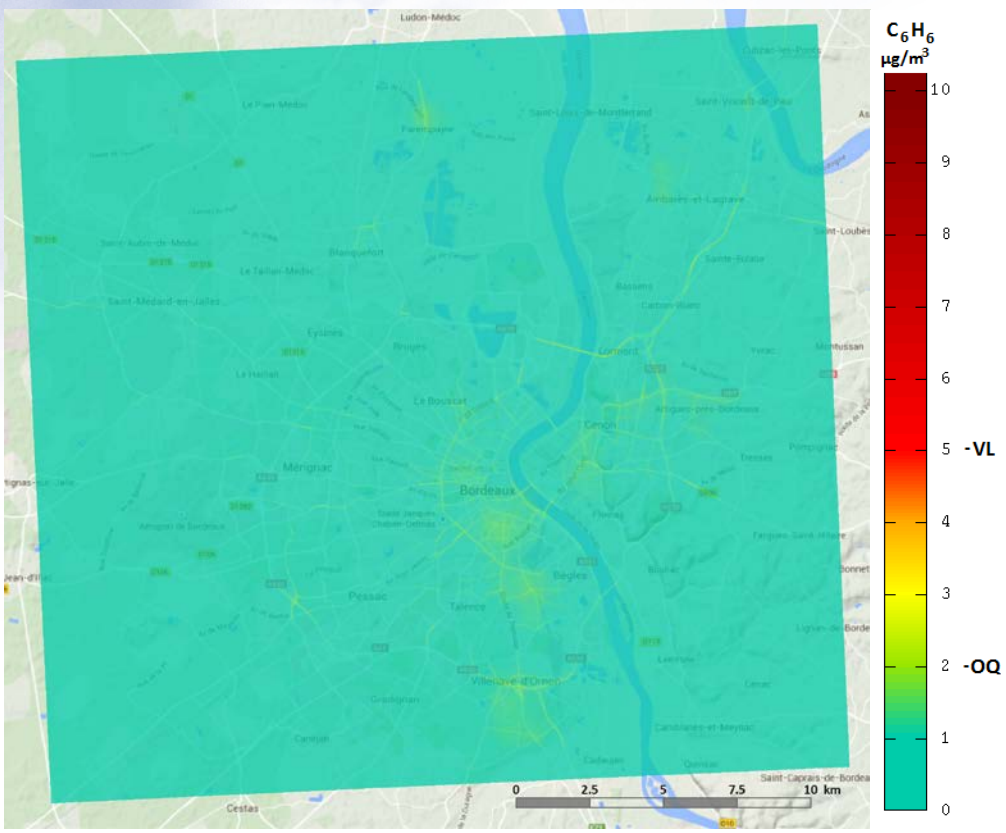
VL : Valeur Limite / VC : Valeur Cible / OQ : Objectif de Qualité

Figure 13 : Concentrations moyennes annuelles en particules fines PM2.5 en 2013

En situation de fond, les concentrations restent moyennes avec des niveaux de l'ordre de 12 à 15 µg/m^3 à l'intérieur de la zone délimitée par la rocade et pouvant atteindre environ 18 µg/m^3 à l'intérieur des boulevards.

IV.1.4. Résultats en benzène - C_6H_6

Sur l'ensemble de la zone modélisée, la concentration moyenne annuelle en benzène est de 0,7 µg/m^3. Comme le montre la Figure 14, les niveaux en C_6H_6 sont faibles en comparaison aux valeurs réglementaires puisqu'aucune zone ne dépasse l'objectif de qualité fixé à 2,0 µg/m^3 en moyenne annuelle et par conséquent la valeur limite fixée à 5,0 µg/m^3. En effet, le maximum relevé sur la zone de modélisation est de 1,8 µg/m^3.



VL : Valeur Limite / OQ : Objectif de Qualité

Figure 14 : Concentrations moyennes annuelles en benzène sur la zone de modélisation en 2013

IV.2. Zones en dépassement des valeurs réglementaires

A partir des résultats en concentration présentés précédemment, il est possible de définir les zones en dépassement des valeurs réglementaires définies dans le Tableau 2 du paragraphe II.3.2.

IV.2.1. Pour le dioxyde d'azote - NO_2

La carte de la Figure 15 montre que les zones en dépassement de la valeur limite annuelle en NO_2 fixée à 40 µg/m^3 concernent principalement la rocade et les autoroutes A10 et A63 en accord avec les résultats observés en concentrations. Quelques carrefours sont également en dépassement en centre-ville de Bordeaux.

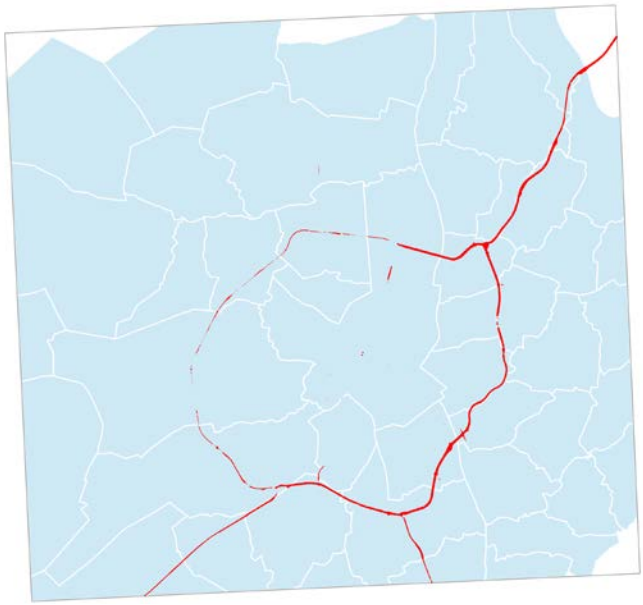


Figure 15 : Zone en dépassement (rouge) de la valeur limite en NO2 en 2013 sur la zone de modélisation

IV.2.2. Pour les particules en suspension - PM10

Les cartes de la Figure 16 montrent les zones en dépassement des valeurs réglementaires pour les particules en suspension PM10 sur l'année 2013. En accord avec les concentrations observées en PM10, les zones en dépassement se situent majoritairement le long de la rocade et les autoroutes A10 et A63 pour la valeur limite de 40 µg/m^3 en moyenne annuelle (zone noire). Pour la valeur limite de 50 µg/m^3 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (zone rouge), les zones se situent également le long de la rocade et des autoroutes mais également le long des axes principaux du centre-ville de Bordeaux (boulevards, quais rive gauche…). Les résultats sur l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m^3 en moyenne annuelle (zone verte) sont semblables aux résultats précédents avec des zones en dépassement plus marquées intra-rocade. Enfin, on notera qu'avec des niveaux de fond compris entre 15 et 25 µg/m^3, la moitié de la zone de modélisation est en dépassement de la valeur guide OMS fixée à 20 µg/m^3 (zone orange).

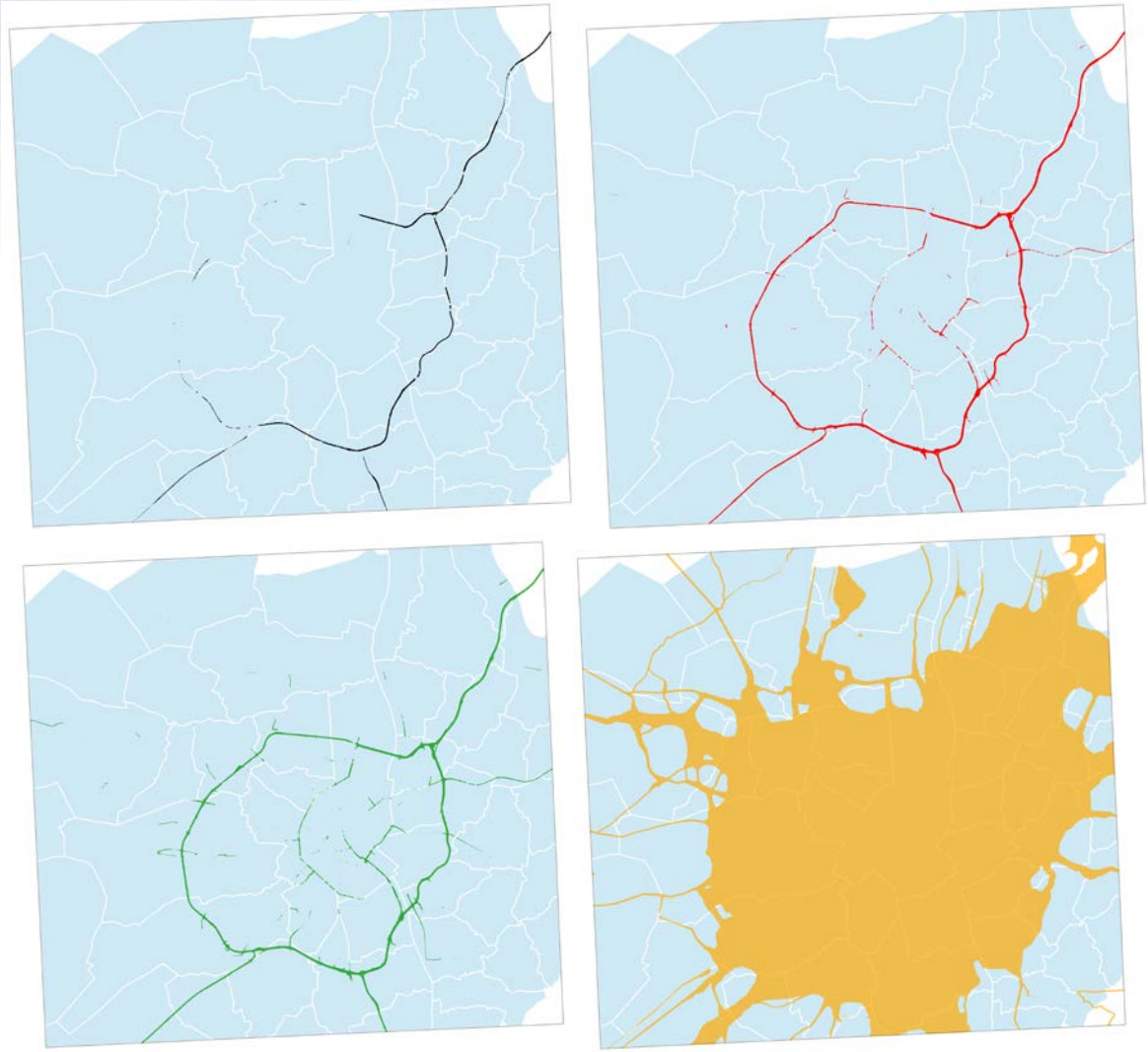


Figure 16 : Zones en dépassement de la VL40 (MA) (en noir), de la VL50 (P90,4) (en rouge), de l'OQ30 (MA) (en vert) et de la VG20 (MA) (en orange) pour les PM10 en 2013

IV.2.3. Pour les particules fines - PM2.5

Concernant les particules fines, les zones en dépassement des valeurs réglementaires représentées sur la Figure 17 montrent que les zones exposées sont semblables à celles observées pour les particules PM10. La valeur limite de 25 µg/m^3 en moyenne annuelle (zone rouge) est dépassée pour une majorité de la rocade et les autoroutes A10 et A63. La valeur cible fixée à 20 µg/m^3 en moyenne annuelle (zone verte) est, quant à elle, plus large avec des zones en dépassement supplémentaires situées le long de axes principaux de l'agglomération. Enfin, avec des niveaux supérieurs à 12 µg/m^3, l'objectif de qualité fixé à 10 µg/m^3 en moyenne annuelle est dépassé en tout point de la zone de modélisation.

Figure 17 : Zones en dépassement de la VL25 (en rouge) et de la VC20 (en vert) et de l'OQ10 (en orange) pour les PM2,5 en 2013

IV.2.4. Pour le benzène - C_6H_6

Compte-tenu des résultats évoqués au paragraphe IV.1.4, aucune zone en dépassement de l'objectif de qualité fixé à 2,0 µg/m^3 ni à la valeur limite fixée à 5,0 µg/m^3 en moyenne annuelle n'est identifiée pour l'année 2013.

IV.3. Etablissements sensibles exposés

En recoupant géographiquement à l'aide d'un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) les établissements sensibles et les zones en dépassement définies dans les paragraphes précédents, il est possible de définir les établissements sensibles en situation de dépassement des valeurs de référence. Ces résultats sont présentés dans les paragraphes suivants.

IV.3.1. Dépassements des valeurs limites

Dans le Tableau 5 ci-après, synthétisant les résultats de recoupement, on observe qu'au maximum seulement 12 établissements sensibles sont exposés à des niveaux supérieurs aux valeurs limites sur l'année 2013, ce qui représente moins de 1 % des établissements sensibles de la zone de modélisation. Tous ces établissements sont concernés a minima par le dépassement de la valeur limite en PM10 fixée à 50 µg/m^3 (à ne pas dépasser plus de 35 jours dans l'année). Une partie de ces 12 établissements se retrouve par ailleurs en dépassement des autres valeurs limites.

	Etablissements sensibles			Etablissements sensibles exposés							
	Zone PPA	Zone modèle		NO_2		PM10				PM2.5	
	Nombre	Nombre	%	VL40	%	VL40	%	VL50 P90,4	%	VL25	%
CRECHES	185	176	*95%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**1**	*1%*	**0**	*0%*
ECOLES	452	418	*92%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**1**	*0%*	**0**	*0%*
LYCEES	134	127	*95%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**1**	*1%*	**0**	*0%*
HOPITAUX	62	59	*95%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*
ENFANTS HANDICAPES	24	22	*92%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*
ADULTES HANDICAPES	29	27	*93%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*
MAISON RETRAITE	145	128	*88%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*	**0**	*0%*
TERRAIN SPORT	871	771	*89%*	**6**	*1%*	**2**	*0%*	**9**	*1%*	**2**	*0%*
TOTAL	**1 902**	**1 728**	***91%***	**6**	***0%***	**2**	***0%***	**12**	***1%***	**2**	***0%***

Tableau 5 : Etablissements sensibles de la zone de modélisation exposés à des dépassements des valeurs réglementaires en 2013 pour le NO2, les PM10 et PM2.5

En analysant les résultats par type d'établissements, on remarque que les terrains de sport sont majoritairement exposés en comparaison des autres établissements (9/12). Les 3 derniers établissements sont une crèche, une école et un lycée. Même si les zones en dépassement sont principalement localisées le long de la rocade et des autoroutes (voir partie IV.2), les établissements exposés sont quant à eux plutôt localisés le long des axes majeurs situés à l'intérieur de la rocade bordelaise où la distance entre l'établissement et l'axe de circulation est plus faible.

En comparant ces résultats avec ceux de l'étude réalisée en Ile-de-France, il ressort que la situation de l'agglomération bordelaise en terme d'exposition des établissements sensibles est nettement meilleure, non seulement qu'à Paris, (entre 42 et 76 % d'établissements exposés à un dépassement de valeur limite), mais aussi qu'en grande couronne, où entre 7 et 14 % des établissements sont exposés à un dépassement de valeur limite.

IV.3.2. Dépassements des objectifs de qualité, valeurs cibles et valeurs guides

Comme indiqué dans le Tableau 6, on observe légèrement plus d'établissements sensibles exposés à l'OQ30 pour les PM10 et la VC20 pour les PM25 que pour les valeurs limites de ces deux polluants. En dehors des terrains de sport, davantage exposés en comparaison des autres établissements, on observe un total de 7 établissements exposés soit à l'OQ30 sur les PM10 soit à la VC20 pour les PM2.5, ce qui représente 4 établissements supplémentaires par rapport à la valeur limite sur les PM10 (cf. IV.3.1). Ces établissements sont une école, un lycée, et deux maisons de retraite. Sur ces valeurs de référence, la proportion d'établissements exposés reste très faible, avec environ 1 % d'établissements concernés.

	Etablissements sensibles			Etablissements sensibles exposés							
	Zone PPA	Zone modèle		PM10				PM2.5			
	Nombre	Nombre	%	OQ30	%	VG20 OMS	%	VC20	%	OQ10	%
CRECHES	185	176	*95%*	1	*1%*	161	*91%*	0	*0%*	176	*100%*
ECOLES	452	418	*92%*	2	*0%*	381	*91%*	2	*0%*	418	*100%*
LYCEES	134	127	*95%*	2	*1%*	121	*95%*	1	*1%*	127	*100%*
HOPITAUX	62	59	*95%*	0	*0%*	55	*93%*	0	*0%*	59	*100%*
ENFANTS HANDICAPES	24	22	*92%*	0	*0%*	20	*91%*	0	*0%*	22	*100%*
ADULTES HANDICAPES	29	27	*93%*	0	*0%*	26	*96%*	0	*0%*	27	*100%*
MAISON RETRAITE	145	128	*88%*	2	*1%*	122	*95%*	0	*0%*	128	*100%*
TERRAIN SPORT	871	771	*89%*	12	*1%*	601	*78%*	10	*1%*	771	*100%*
TOTAL	**1 902**	**1 728**	***91%***	**19**	***1%***	**1 487**	***86%***	**13**	***1%***	**1 728**	***100%***

Tableau 6 : Etablissements sensibles de la zone de modélisation exposés à des dépassements des objectifs, des valeurs cibles et valeurs guides en 2013 pour les PM10 et PM2.5

En revanche, plus de 85% des établissements situés dans la zone de modélisation sont exposés à la valeur guide de l'OMS pour les PM10 (20 µg/m^3 en moyenne annuelle) et tous le sont pour l'objectif de qualité concernant les PM2.5 (10 µg/m^3 en moyenne annuelle). Ces dernières observations sont en accord avec les précédents résultats (cf. IV.2) où les surfaces en dépassement sont plus grandes.

V. LIMITES DE LA METHODE EMPLOYEE

V.1. Base de données Etablissements

La base de données des établissements sensibles a été construite sur la base des données les plus récentes disponibles. La plupart des bases utilisées ont pour année de référence l'année 2012. Aussi, il se peut que des établissements aient été fermés depuis, ou, au contraire, que de nouveaux établissements ne soient pas référencés dans la base. Toutefois, au niveau statistique, la base de données est suffisamment consolidée pour être représentative de l'agglomération.

Les établissements sensibles, hors terrains de sport, sont référencés à leur adresse. Cela entraîne une approximation sur la réelle présence d'un bâtiment en dépassement ou non. Aussi, pour les cas où peu de dépassements étaient observés (dépassements des valeurs limites NO_2, PM10, PM2,5, de l'objectif de qualité PM10 et de la valeur cible PM2,5), il a été regardé au cas par cas pour voir si effectivement une partie d'un bâtiment était a minima dans une zone de dépassement. Dans le cas contraire, l'établissement a été écarté de la liste des établissements en dépassement. A l'inverse, les zones de dépassement ont été élargies, pour voir si, au contraire, un établissement dont l'adresse n'était pas en dépassement n'avait pas en réalité une partie d'un de ses bâtiments en dépassement. Avec toutes ces précautions, le travail de croisement pour ces valeurs est de bonne qualité, même s'il n'est pas exclu qu'un ou deux établissements aient pu ne pas être détectés.

Pour toutes les autres valeurs de références (valeur guide PM10, objectif de qualité PM2,5), ainsi que pour le croisement avec les données trafic, au vu du nombre d'établissements, les établissements sont restés positionnés à leur adresse. Pour ces valeurs, seul l'indicateur statistique est donc intéressant, plus que la précision à l'établissement près.

V.2. Base de données Trafic

Comme indiqué en §II.2.1, les données trafic utilisées sont celles fournies par Bordeaux-Métropole et la DREAL Aquitaine. Ces données sont issues de modèles de trafic, ajustées sur la base des comptages disponibles sur les principaux axes. Toutefois, tous les axes n'ont pas fait l'objet de comptages, ce qui peut altérer la qualité des résultats. Malgré cela, l'étude ciblant, pour la partie trafic, les axes supérieurs à 10 000 véhicules/jour, et pour la partie modélisation, les axes structurants de l'agglomération (rocade, boulevards, autoroutes, pénétrantes…), la qualité des données sur ces axes peut être considérée comme bonne.

V.3. Données d'entrée de la modélisation

Parmi les autres données d'entrée utilisées pour la modélisation, on peut citer :

- Les données météorologiques : prise en compte des données Météo France de la station de Bordeaux-Mérignac, représentant de manière correcte la météorologie de la zone
- Les données d'inventaire des émissions des autres secteurs : prise en compte du dernier inventaire d'AIRAQ disponible au moment de l'étude, soit les données 2010. Cela entraine un décalage de trois ans sur les données d'inventaire, ce qui n'est pas forcément problématique pour les autres secteurs d'émissions (résidentiel, industriel…), ces secteurs évoluant peu. Toutefois, certains ajustements ponctuels ont été réalisés sur le secteur industriel, dans le cas d'évolutions marquées des émissions entre 2010 et 2013.

V.4. Incertitude du modèle en lui-même

Définie par la directive européenne 2008/50/CE, l'erreur relative absolue exigée aux points de mesures ne doit pas dépasser 30% pour le NO_2 et 50% pour les PM10, les PM2.5 et le benzène en situation de fond et en situation de proximité automobile. Les incertitudes de la modélisation 2013 utilisée pour cette étude sont synthétisées dans le Tableau 7. Les résultats montrent que la modélisation respecte la directive pour les quatre polluants à la fois en situation de fond et à proximité des axes routiers.

Typologie de station	NO_2	PM10	PM2.5	Benzène
Fond	9,1 %	7,8 %	4,7 %	11,8 %
Proximité automobile	22,5 %	16,2 %	-	-

Tableau 7 : Erreur relative absolue moyenne sur les stations de fond et de proximité automobile pour la modélisation 2013

V.5. Variabilité interannuelle de la qualité de l'air

L'année de référence prise pour cette étude est l'année 2013, dernière année disponible en terme de modélisation. Or, la qualité de l'air est dépendante non seulement des émissions (quantité de polluants émise dans l'atmosphère), mais aussi des conditions météorologiques, qui peuvent, en fonction des années, favoriser la dispersion de la pollution, ou au contraire être favorable à des niveaux de pollution plus soutenus.

En comparant les valeurs observées pour le NO_2, les PM10 et les PM2,5 en 2013 par rapport à la moyenne des 5 dernières années disponibles (2010-2014), il ressort un écart maximum d'1 µg/m^3, soit moins de 5 %. Aussi, l'année 2013 peut être considérée comme une année médiane, représentative des 5 dernières années en terme de qualité de l'air.

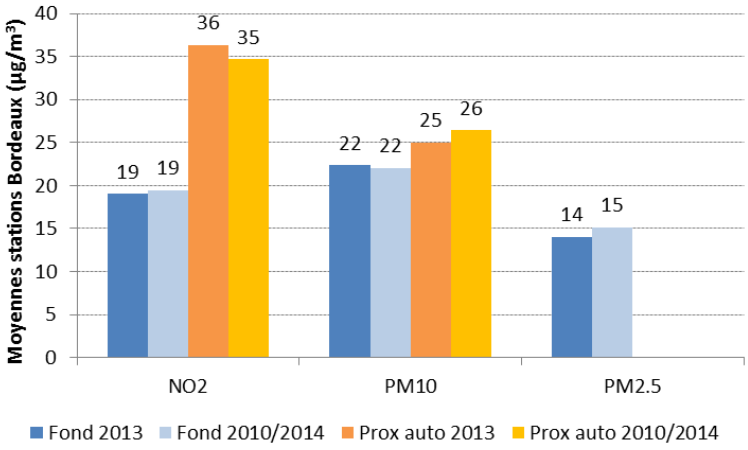


Figure 18 : Comparaison des moyennes annuelles 2013 et des moyennes quinquennales sur les stations fixes de l'agglomération bordelaise.

CONCLUSION

Cette étude relativement singulière, réalisée dans le cadre du PPA de l'agglomération bordelaise, avait pour objectif de faire une photographie des établissements sensibles sous influence du trafic routier, et par extension, sous influence de la pollution atmosphérique associée.

Le croisement des données disponibles en terme de trafic et de base de données d'établissements, montre que, sur l'agglomération bordelaise, environ 1 établissement sur 4 se situe sous l'influence d'un axe de circulation important, selon les critères définis dans la littérature. Cela représente environ 400 établissements au total sur les 53 communes de la zone d'étude. Le tiers de ces établissements sont des terrains de sports, un autre quart représentant des écoles. Le nombre plus important de ces établissements vient du fait qu'ils sont également les plus nombreux sur la zone d'étude. En proportion, ils ne sont pas surreprésentés par rapport aux autres catégories d'établissements. A l'inverse, les établissements les plus impactés proportionnellement sont les hôpitaux et cliniques (plus de 2 hôpitaux sur 5), ainsi que les établissements d'accueil des enfants handicapés. Pour les hôpitaux et cliniques, cette observation vient du fait que ces établissements nécessitent à eux seuls la présence d'axes routiers importants à proximité pour être mieux desservis.

Après intégration des données de trafic dans une modélisation de la qualité de l'air, il est possible de définir les zones en dépassement de valeur limite. Ces valeurs limites sont les valeurs réglementaires de référence entraînant, si elles sont dépassées, la mise en œuvre de Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA). Le croisement de ces cartes avec les localisations des établissements montre que plus de 99 % des établissements de la zone d'étude se situent dans des zones respectant ces valeurs limites en moyenne annuelle. Ces résultats sont plutôt encourageants, y compris lorsqu'ils sont mis en perspective des résultats obtenus en grande couronne francilienne, L'Île de France étant la seule autre région française à avoir conduit une étude similaire.

En élargissant la démarche aux autres valeurs réglementaires (valeur cible, objectif de qualité, valeur guide…), on observe :

- Soit des résultats très proches de ceux des valeurs limites (environ 1 % des établissements en zone de dépassement)
- Soit une très grande majorité, voire la totalité des établissements en zone de dépassement, pour les valeurs les plus conservatoires (valeur guide PM10 et objectif de qualité PM2,5)

Ces résultats s'expliquent du fait que ces dernières valeurs sont dépassées de manière généralisée sur l'agglomération bordelaise, et même par extension sur la région Aquitaine, et indiquent que des efforts significatifs restent à faire pour que ces valeurs soient respectées.

Aussi, les résultats de cette étude renforcent l'intérêt :

- D'assurer la protection de la santé des populations fréquentant ces établissements (diffusion et prise en compte des recommandations sanitaires en cas de pics, prise en charge particulière des enfants sensibles à la pollution de l'air dans les structures d'accueil…)
- De poursuivre les actions de réduction des émissions, notamment celles agissant sur le trafic routier
- De poursuivre la surveillance de la qualité de l'air à proximité des axes à fort trafic (rocade, boulevards…)
- D'inciter les collectivités à une vigilance particulière en matière de qualité de l'air et de trafic routier dans le cadre de l'urbanisme, et notamment lors de projets d'aménagements d'établissements accueillant des personnes vulnérables ou sensibles à la pollution atmosphérique.

ANNEXES

Annexe 1 : Les polluants étudiés

Annexe 2 : Liste des communes de la zone PPA de Bordeaux

Annexe 3 : Table des illustrations

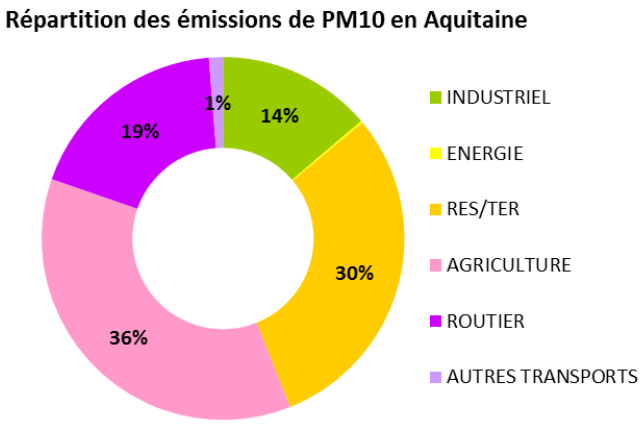
ANNEXE 1 : LES POLLUANTS ETUDIES

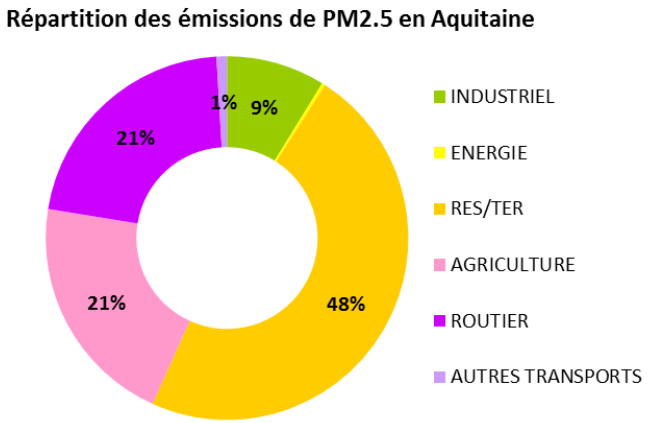
LES PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

Sources

D'origine naturelle (érosion des sols, pollens, feux de biomasse, etc.) ou anthropique, les particules en suspension ont une gamme de taille qui varie de quelques microns à quelques dixièmes de millimètres. Les particules d'origine anthropique sont principalement libérées par la combustion incomplète des combustibles fossiles (carburants, chaudières ou procédés industriels). Elles peuvent être associées à d'autres polluants comme le SO_2, les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux, les pollens, etc.

En 2012, les émissions de PM10 ont été estimées en Aquitaine à 20 626 tonnes et les émissions de PM2.5 à 12 654 tonnes, avec les répartitions suivantes :





Répartition des émissions de particules en suspension PM10 et de particules fines PM2.5 en Aquitaine en 2012 (AIRAQ – Inventaire 2012 v1.1)

Les secteurs de l'agriculture et du résidentiel/tertiaire contribuent pour la majeure partie aux émissions de PM10 avec une contribution respective de 36 % et 30 %. Les secteurs du transport routier et industriel, dans une moindre mesure avec 19 % et 14 % respectivement sont également à l'origine d'émissions de PM10 en Aquitaine en 2012.

Concernant les PM2.5, le secteur le plus émetteur est le résidentiel/tertiaire avec 48 % d'émissions, suivi par le transport routier avec 21 % et le secteur de l'agriculture avec 21 % chacun.

Effets sur la santé

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines, à des concentrations relativement basses, peuvent, surtout chez l'enfant, **irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire** dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est le cas de celles qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Des recherches sont actuellement développées en Europe, au Japon, aux Etats-Unis pour évaluer l'impact des émissions des véhicules diesel.

Effets sur l'environnement

Les effets de **salissure** sont les plus évidents.

Normes

Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 Particules en suspension – PM10	
Seuil d'information et de recommandations	**50** µg/m^3 en moyenne **journalière**
Seuil d'alerte	**80** µg/m^3 en moyenne **journalière**
Valeurs limites	**90,4 %** des moyennes **journalières** doivent être inférieures à **50** µg/m^3 (35 dépassements autorisés par an)
	40 µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**
Objectif de qualité	**30** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**

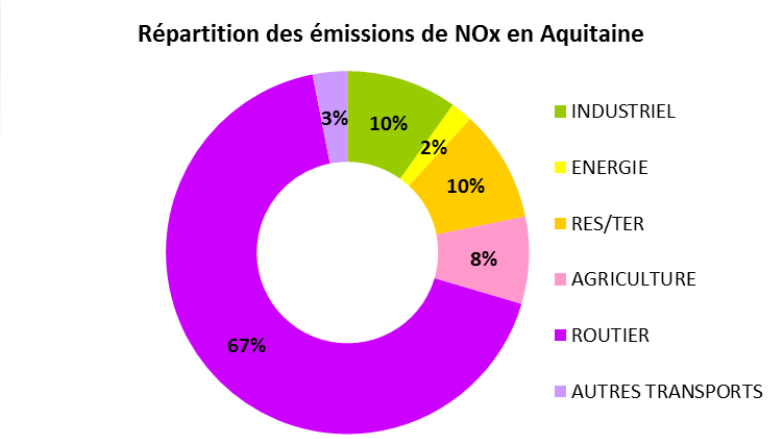
Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 Particules fines – PM2.5	
Valeur limite	**26** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle (2013)** **25** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle (2015)**
Valeur cible	**20** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**
Objectif de qualité	**10** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**

LES OXYDES D'AZOTE (NOX)

Sources

Le monoxyde d'azote (NO) anthropique est formé lors d'une combustion à haute température (moteurs thermiques ou chaudières). Plus la température de combustion est élevée et plus la quantité de NO générée est importante. Au contact de l'air, le NO est rapidement oxydé en dioxyde d'azote (NO_2). Toute combustion génère donc du NO et du NO_2, c'est pourquoi ils sont habituellement regroupés sous le terme de NOx.

En présence de certains constituants atmosphériques et sous l'effet du rayonnement solaire, les NOx sont également, en tant que précurseurs, une source importante de pollution photochimique. En 2012, les émissions d'oxydes d'azote ont été estimées en Aquitaine à 50 495 tonnes, avec la répartition suivante :



Répartition des émissions d'oxydes d'azote NOx en Aquitaine en 2012 (AIRAQ – Inventaire 2012 v1.1)

Le secteur du transport routier est à l'origine de 67 % des émissions d'oxydes d'azote en Aquitaine en 2012.

Effets sur la santé

Le NO_2 est un **gaz irritant** qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m^3, entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Effets sur l'environnement

Les NOx interviennent dans le processus de **formation d'ozone** dans la basse atmosphère. Ils contribuent également au phénomène des **pluies acides** ainsi qu'à l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs.

Normes

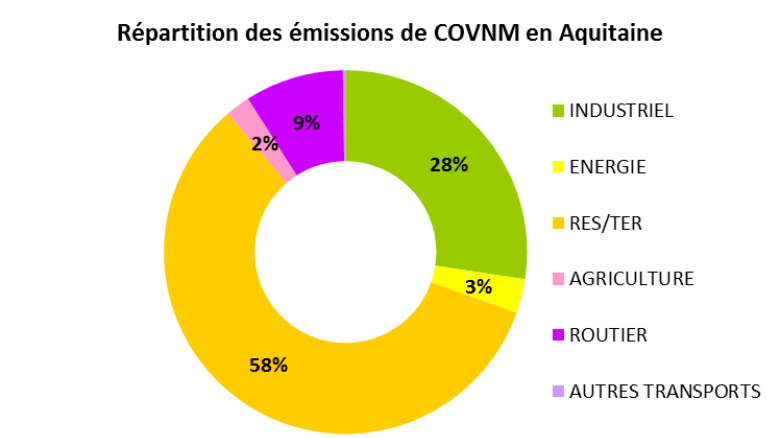
Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 Dioxyde d'azote - NO_2	
Seuil d'information et de recommandations	**200** µg/m^3 pour la valeur moyenne sur **1 heure**
Seuil d'alerte	**400** µg/m^3 pour la valeur horaire sur **3 heures consécutives** (ou 200 µg/m^3 si le seuil d'information déclenché la veille et le jour même et si risque de dépassement pour le lendemain)
Valeurs limites	**99,8 %** des moyennes **horaires** doivent être inférieures à **200** µg/m^3 (18 dépassements autorisés par an)
	40 µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**
Oxydes d'azote - NOx	
Valeur limite	**30** µg eq NO_2/m^3 pour la moyenne **annuelle** (**protection de la végétation**)

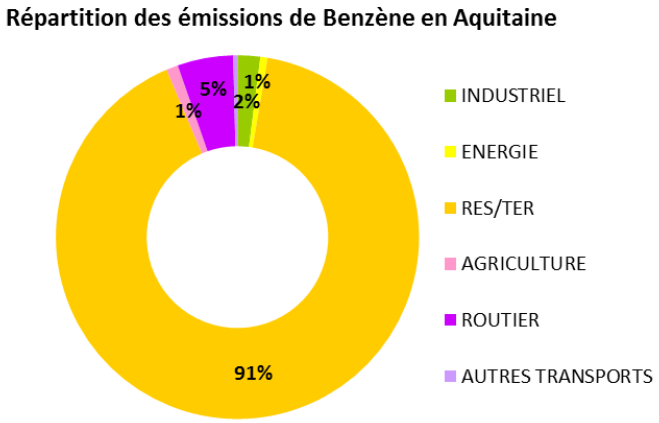
LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILES NON METHANIQUES (COVNM)

Sources

Ils sont multiples. Il s'agit d'**hydrocarbures** (émis par évaporation des bacs de stockage pétroliers ou lors du remplissage des réservoirs automobiles), de **composés organiques** (provenant des procédés industriels, de la combustion incomplète des combustibles et carburants, des aires cultivées ou du milieu naturel), de **solvants** (émis lors de l'application de peintures et d'encres, lors du nettoyage des surfaces métalliques et des vêtements). Le méthane est considéré à part car il ne participe pas à la pollution photochimique, contrairement aux autres COV. On parle alors de COVNM (COV Non Méthaniques). Parmi ces composés, seul le benzène est réglementé en air ambiant.

En 2012, les émissions de COVnm (hors sources biotiques)[7] ont été estimées en Aquitaine à 40 437 tonnes, et les émissions de benzène à 2 348 tonnes avec les répartitions suivantes :





Répartition des émissions de COVNM et de benzène en Aquitaine en 2012 (AIRAQ – Inventaire 2012 v1.1)

Le secteur résidentiel/tertiaire est à l'origine de 58 % des émissions de COVNM en Aquitaine en 2012. Il est suivi par le secteur industriel avec 28 % des émissions. Pour le benzène, les émissions sont principalement dues au secteur résidentiel/tertiaire avec 91 % des émissions.

[7] Les émissions de COVnm du secteur biotique, bien que prépondérantes, sont considérées « hors total » des inventaires d'émissions, conformément au format de restitution SECTEN.

Effets sur la santé

Les effets sont très divers selon les polluants : ils vont de la simple gêne olfactive à une irritation (aldéhydes), une diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des effets **mutagènes et cancérigènes** (le benzène est classé comme cancérigène).

Effets sur l'environnement

Ils jouent un rôle majeur dans le processus de **formation d'ozone** dans la basse atmosphère.

Normes

Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 Benzène – C_6H_6	
Valeur limite (protection de la santé)	**5** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**
Objectif de qualité	**2** µg/m^3 pour la moyenne **annuelle**

ANNEXE 2 : LISTE DES COMMUNES DE LA ZONE PPA DE BORDEAUX

CODE INSEE	Libellé de commune	CODE INSEE	Libellé de commune
33003	Ambarès-et-Lagrave	33238	Léognan
33004	Ambès	33245	Lignan-de-Bordeaux
33013	Artigues-près-Bordeaux	33249	Lormont
33015	Arveyres	33273	Martignas-sur-Jalle
33032	Bassens	33281	Mérignac
33039	Bègles	33293	Montussan
33056	Blanquefort	33312	Parempuyre
33061	Bonnetan	33318	Pessac
33063	Bordeaux	33322	Le Pian-Médoc
33065	Bouliac	33330	Pompignac
33069	Le Bouscat	33349	Quinsac
33075	Bruges	33376	Saint-Aubin-de-Médoc
33080	Cadaujac	33397	Sainte-Eulalie
33085	Camblanes-et-Meynac	33422	Saint-Jean-d'Illac
33090	Canéjan	33433	Saint-Loubès
33096	Carbon-Blanc	33434	Saint-Louis-de-Montferrand
33099	Carignan-de-Bordeaux	33449	Saint-Médard-en-Jalles
33118	Cénac	33483	Saint-Sulpice-et-Cameyrac
33119	Cenon	33487	Saint-Vincent-de-Paul
33122	Cestas	33496	Salleboeuf
33162	Eysines	33519	Le Taillan-Médoc
33165	Fargues-Saint-Hilaire	33522	Talence
33167	Floirac	33535	Tresses
33192	Gradignan	33539	Vayres
33200	Le Haillan	33550	Villenave-d'Ornon
33207	Izon	33554	Yvrac
33234	Latresne		

ANNEXE 3 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURES

Figure 1 : Pourcentage de population atteinte de pathologies chroniques dont la pathologie pourrait être attribuée au fait de résider à proximité de grands axes de circulation dans 10 villes du projet Aphekom 7
Figure 2 : Pourcentage des établissements dépassant les valeurs réglementaires pour Paris, la petite couronne et la grande couronne – Année 2011 (source Airparif) 7
Figure 3 : Représentation cartographique d'un équipement sportif (gauche) et d'une école (droite)..... 9
Figure 4 : Cartographie des établissements sensibles sur la zone PPA de Bordeaux 10
Figure 5 : Cartographie des axes routiers pris en compte dans l'étude 11
Figure 6 : Schématisation de la prise en compte du trafic dans l'étude Aphekom (source : Aphekom)..... 11
Figure 7 : Réseau de stations fixes AIRAQ sur la zone d'étude..... 13
Figure 8 : Zone de modélisation (en rose) et zone PPA (en bleu) 13
Figure 9 : Bandes d'influence de 150 m du trafic routier en fonction du critère Aphekom 15
Figure 10 : Bandes d'influence du trafic routier selon le critère « Circulaire Air et Santé » 16
Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles en NO_2 sur la zone de modélisation en 2013 18
Figure 12 : Concentrations moyennes annuelles en particules en suspension PM10 en 2013..... 19
Figure 13 : Concentrations moyennes annuelles en particules fines PM2.5 en 2013..... 20
Figure 14 : Concentrations moyennes annuelles en benzène sur la zone de modélisation en 2013 21
Figure 15 : Zone en dépassement (rouge) de la valeur limite en NO2 en 2013 sur la zone de modélisation 22
Figure 16 : Zones en dépassement de la VL40 (MA) (en noir), de la VL50 (P90,4) (en rouge), de l'OQ30 (MA) (en vert) et de la VG20 (MA) (en orange) pour les PM10 en 2013 23
Figure 17 : Zones en dépassement de la VL25 (en rouge) et de la VC20 (en vert) et de l'OQ10 (en orange) pour les PM2,5 en 2013 24
Figure 18 : Comparaison des moyennes annuelles 2013 et des moyennes quinquennales sur les stations fixes de l'agglomération bordelaise. 27

TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des établissements sensibles par catégorie sur la zone PPA de Bordeaux 9
Tableau 2 : Liste des valeurs de référence qualité de l'air..... 14
Tableau 3 : Résultats d'exposition des établissements sensibles dans la bande des 150 m (critère « Aphekom ») 16
Tableau 4 : Résultats d'exposition des établissements sensibles en fonction du critère « Circulaire Air et Santé » 17
Tableau 5 : Etablissements sensibles de la zone de modélisation exposés à des dépassements des valeurs réglementaires en 2013 pour le NO2, les PM10 et PM2.5 25
Tableau 6 : Etablissements sensibles de la zone de modélisation exposés à des dépassements des objectifs, des valeurs cibles et valeurs guides en 2013 pour les PM10 et PM2.5..... 26
Tableau 7 : Erreur relative absolue moyenne sur les stations de fond et de proximité automobile pour la modélisation 2013..... 27