

qualité

protection

informer

évaluation

particules

ozone

SO<sub>2</sub>

[www.airaq.asso.fr](http://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



A I R A Q  
**Atmo Aquitaine**

Rapport n° ET/TP/12/01

## Campagne de mesures :

Mesures de la qualité de l'air sur et autour de la  
plate-forme aéroportuaire de Bordeaux-Mérignac (33)

Du 17/05 au 14/06/11 et du 23/11 au 20/12/11



# MESURES DE LA QUALITE DE L'AIR SUR ET AUTOUR DE LA PLATE-FORME AEROPORTUAIRE DE BORDEAUX-MERIGNAC (33)

Campagne du 17 mai au 14 juin 2011

Et du 23 novembre au 20 décembre 2011

Rédaction	Pierre-Yves GUERNION, Responsable Etudes
Vérification	Benoit DUVAL, Ingénieur d'Etudes
Approbation	Patrick BOURQUIN, Directeur
Date	12/03/2012
Référence	Rapport n° ET/TP/12/01
Nombres de pages	37



# SOMMAIRE

<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>4</b>
<b>I. ZONE D'ETUDE</b> .....	<b>5</b>
<b>II. SITES DE MESURES</b> .....	<b>5</b>
II.1. CHOIX ET CLASSIFICATION DES SITES .....	5
II.2. QUALITE DES MESURES .....	6
II.2.1. Périodes de mesures .....	6
II.2.2. Méthodes de validation .....	6
II.2.3. Bilan chiffré.....	6
<b>III. RESULTATS DES MESURES</b> .....	<b>7</b>
III.1. MESURES EN DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> ).....	7
III.1.1. Estimation de la moyenne annuelle .....	7
III.1.2. Résultats des mesures.....	7
III.1.3. Cartographie de la moyenne annuelle en dioxyde d'azote.....	10
III.1.4. Evolution 2004-2011 .....	11
III.1.5. Conclusion sur le dioxyde d'azote.....	12
III.2. MESURES EN BENZENE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> ) .....	13
III.2.1. Estimation de la moyenne annuelle .....	13
III.2.2. Résultats des mesures.....	13
III.2.3. Cartographie de la moyenne annuelle en benzène .....	15
III.2.4. Evolution 2004-2011 .....	16
III.2.5. Conclusion sur le benzène.....	16
III.3. MESURES EN TEX (TOLUENE, ETHYLBENZENE ET XYLENES).....	17
III.3.1. Le toluène.....	17
III.3.2. L'éthyl-benzène et les xylènes.....	18
III.3.3. Corrélation entre les composés .....	19
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>20</b>
<b>ANNEXES</b> .....	<b>21</b>

# GLOSSAIRE

**µg/m<sup>3</sup>** : 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> (onglet AIRAQ / dispositif national & régional).

**BTEX** : terme désignant les Benzène, Toluène, Ethylbenzène et Xylènes.

**MEDDTL** : Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable, des Transports et du Logement.

**NO** : formule chimique du monoxyde d'azote.

**NO<sub>2</sub>** : formule chimique du dioxyde d'azote.

**NOx** : terme désignant les oxydes d'azote (NO + NO<sub>2</sub>)

**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.

**Polluant primaire** : Composé rejeté dans l'atmosphère directement par la source de pollution.

**Polluant secondaire** : Polluant résultant de la transformation de polluants primaires par différentes réactions chimiques.

**Station urbaine de fond** : Situées dans des quartiers densément peuplés (entre 3 000 et 4 000 habitants/km<sup>2</sup>) 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.

**Station de proximité automobile** : 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 située en **proximité d'une infrastructure routière**, est susceptible d'être exposée. Les principaux polluants mesurés sont ceux d'origine automobile comme le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azote (NO + NO<sub>2</sub>), les particules fines en suspension (PM10) et certains composés organiques toxiques (BTX).

**TU** : Temps universel. Heure locale été = TU +2 ; heure locale hiver = TU +1

**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 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.

# INTRODUCTION

Cette étude, effectuée au cours de l'année 2011, a été menée par AIRAQ en collaboration avec l'Aéroport de Bordeaux-Mérignac, dans le cadre de sa Charte de Développement Durable 2010-2013 (Action 13).

Elle fait suite à une précédente étude, menée en 2004 sur ce même secteur.

L'objectif est d'évaluer la pollution sur et autour de la plate-forme aéroportuaire. Plus spécifiquement, cette étude permettra :

- D'établir un suivi de la pollution par rapport à la campagne réalisée en 2004
- De vérifier le respect des valeurs réglementaires en air ambiant par le calcul d'une moyenne annuelle indicative.

Pour ce faire, AIRAQ a mis en place deux campagnes de mesures par échantillonnage passif, l'une en période estivale, l'autre en période hivernale. Ces mesures, portant sur 27 sites, ont permis d'étudier la répartition spatiale de deux polluants réglementés, le dioxyde d'azote et le benzène, caractéristiques de l'activité humaine (chauffage et trafic automobile notamment).

L'évaluation simultanée des niveaux de ces deux polluants permet une analyse complète, à deux périodes opposées (été et hiver), et améliore les connaissances d'AIRAQ :

- Sur la distribution spatiale de la pollution sur et à proximité de l'Aéroport
- Sur l'évolution des teneurs au cours de l'année

Le choix d'une phase de mesure hivernale à la même période que la campagne 2004 permet également d'établir une évolution entre 2004 et 2011.

Le présent document rapporte les résultats de cette étude.

## I. ZONE D'ETUDE

Les mesures ont été réalisées sur et à proximité de l'aéroport de Bordeaux-Mérignac. Les 27 points instrumentés sont présentés sur la figure ci-après. Ainsi, la plupart des points de mesure se situent sur la commune de Mérignac, 1 point de mesure se situant sur Saint-Jean-d'Ilac (point 05). Les coordonnées exactes de chacun de ces points sont reprises en annexe 3.

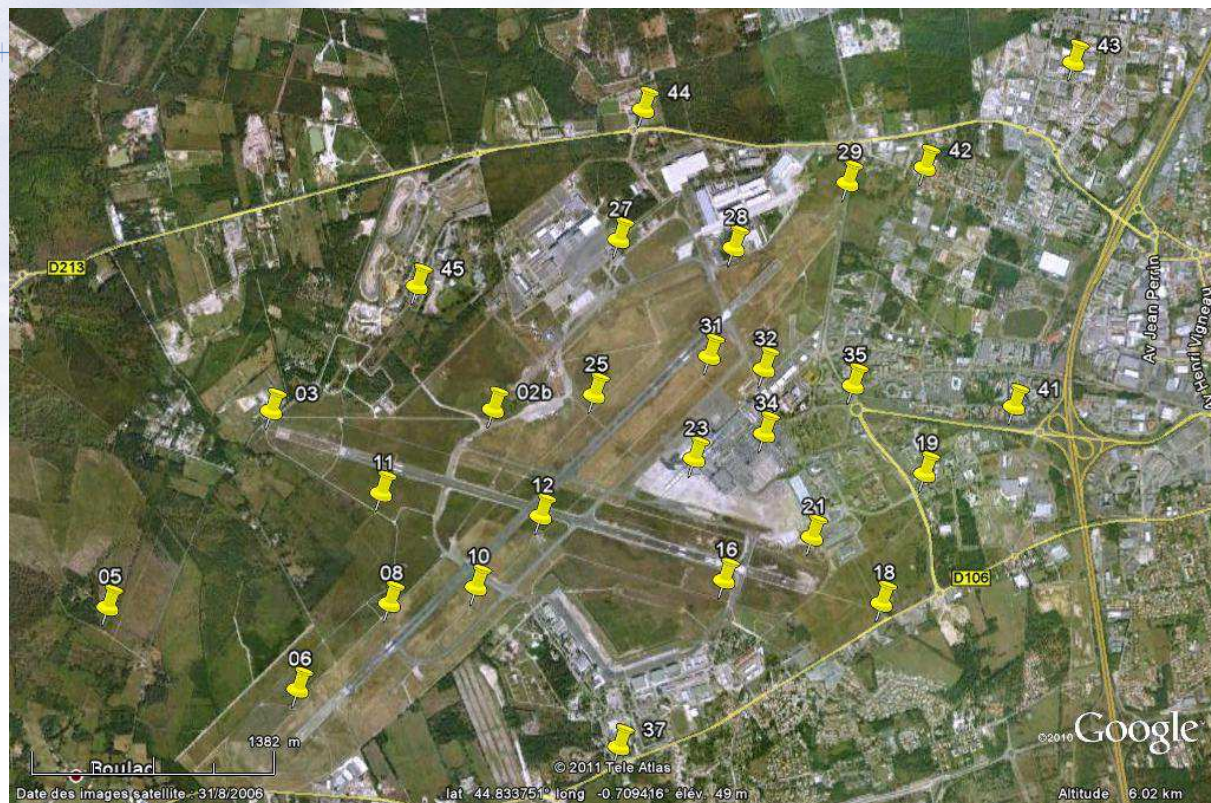


Figure 1 : Zone d'étude

## II. SITES DE MESURES

### II.1. Choix et classification des sites

Durant cette étude, 27 sites ont été retenus, sur la base de la précédente campagne, réalisée en 2004, et qui portait sur une cinquantaine de sites. 3 types de sites ont été considérés :

- 18 sites sur la plate-forme aéroportuaire :
  - dont 1 site pouvant être qualifié de proximité industrielle – le site 27
  - dont 2 sites pouvant être qualifiés de proximité automobile – les sites 18 et 29
- 9 sites en dehors de la plate-forme aéroportuaire :
  - 4 sites de proximité automobile
  - 5 sites de fond, qui permettent de caractériser l'ambiance de pollution de fond hors de l'influence d'une source directement voisine.

## II.2. Qualité des mesures

### II.2.1. Périodes de mesures

La campagne de mesures s'est déroulée en deux phases, chacune décomposée en deux séries, afin de tenir compte de la saisonnalité des polluants :

- Une première phase du 17 mai au 14 juin 2011
- Une seconde phase du 23 novembre au 20 décembre 2011

Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude sont conformes à la Directive Européenne 2008/50/CE pour l'estimation des concentrations moyennes en polluants sur l'ensemble d'une année. En effet, celle-ci fixe à 8 semaines (également réparties sur l'année) la période minimale de mesures disponibles pour effectuer des mesures indicatives du respect des normes réglementaires. Ainsi, en effectuant la moyenne des mesures réalisées en été et en hiver, il est possible d'avoir une estimation de la concentration moyenne annuelle pour 2011.

### II.2.2. Méthodes de validation

Pour chaque série de mesures, des blancs ont été réalisés afin de s'assurer de la bonne qualité du matériel. Tous ces blancs ayant fourni des valeurs très faibles, le matériel a été jugé satisfaisant.

Les mesures en dioxyde d'azote ont été effectuées à l'aide de 2 tubes exposés simultanément sur la quasi-totalité des sites. Cette méthode permet non seulement d'assurer une meilleure fiabilité des mesures, mais également de détecter d'éventuelles mesures aberrantes.

Concernant le benzène, des triplets ont été réalisés sur 2 sites lors de chaque campagne, afin de s'assurer de la bonne répétabilité des mesures.

### II.2.3. Bilan chiffré

#### II.2.3.a. Mesures en dioxyde d'azote

Sur l'ensemble de la campagne (été-hiver), 224 tubes échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub> ont été installés au cours des 4 séries de mesures, soit 56 tubes par série, dont 2 blancs (pour des raisons techniques, ces mesures sont effectuées par 2 tubes en parallèle).

Après validation, des mesures sont disponibles sur l'ensemble des sites pour chacune des deux périodes.

#### II.2.3.b. Mesures en benzène

Comme pour le dioxyde d'azote, les mesures en benzène ont été réalisées lors des campagnes estivale et hivernale.

Au final, 128 tubes échantillonneurs C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> ont été installés au cours des 4 séries de mesures (32 tubes, dont 1 blanc par série). 5 mesures sont indisponibles pour la phase hivernale à savoir :

- Le tube de la première série pour les sites 32 et 42
- Le tube de la deuxième série pour les sites 31, 21 et 35

Toutefois, pour chaque site, au moins une donnée par saison est disponible. Aussi, au bilan, des mesures sont disponibles sur l'ensemble des sites.

### III. RESULTATS DES MESURES

#### III.1. Mesures en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

##### III.1.1. Estimation de la moyenne annuelle

Comme indiqué en II.2.1, les mesures indicatives réalisées dans le cadre de cette étude permettent, de calculer une moyenne annuelle pour 2011. Afin de vérifier cette affirmation, les données des 7 stations fixes de l'agglomération bordelaise mesurant le dioxyde d'azote ont été reprises. Ainsi, la moyenne annuelle 2011 réelle a été calculée, et comparée à la moyenne annuelle indicative, basée sur les 8 semaines de la campagne.

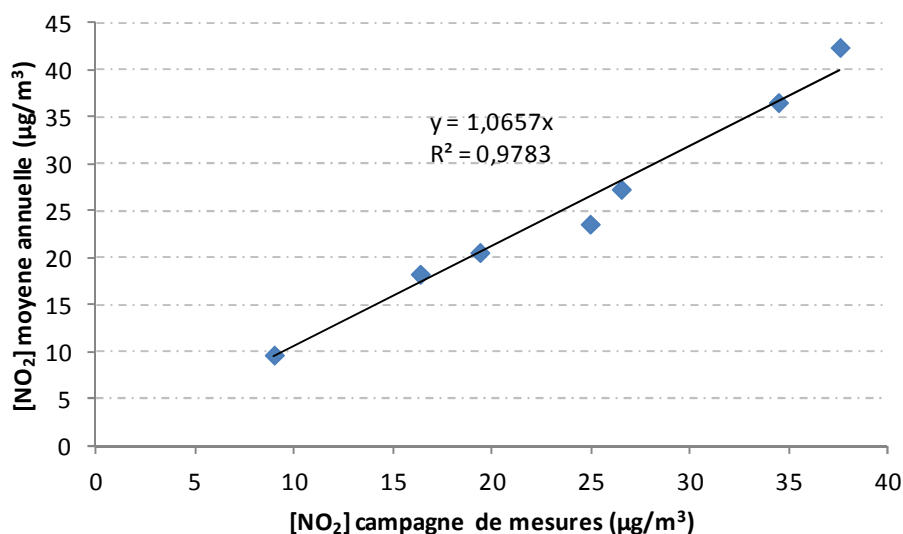


Figure 2 : Données NO<sub>2</sub> 2011 sur les stations fixes AIRAQ sur l'agglomération bordelaise

Une très bonne corrélation apparaît entre la moyenne indicative et la moyenne réelle. Toutefois, il semble que la moyenne indicative est sous-estimée d'environ 6,5 %. Par la suite, les résultats présentés seront donc la synthèse des mesures estivales et hivernales, corrigées de ce facteur.

##### III.1.2. Résultats des mesures

###### III.1.2.a. Données repères


Le tableau suivant caractérise la campagne à travers les statistiques suivantes : moyenne, médiane, minimum et maximum.

NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Plate-forme aéroportuaire	Proximité automobile	Situation de fond
<b>Nombre de sites</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Moyenne</b>	<b>14,2</b>	<b>26,1</b>	<b>14,6</b>
<b>Médiane</b>	12,2	26,8	15,2
<b>Minimum</b>	8,5 (site 11)	17,5 (site 37)	6,4 (site 05)
<b>Maximum</b>	32,2 (site 27)	33,4 (site 35)	21,1 (site 41)

Tableau 1 : Synthèse des concentrations mesurées en dioxyde d'azote

Les niveaux moyens observés sur l'aéroport et en situation de fond sont du même ordre de grandeur. Les niveaux en proximité automobile sont quant à eux significativement plus élevés. A noter que la moyenne de l'aéroport est impactée par la valeur maximale de 32,2 µg/m<sup>3</sup>, relevée sur le site n°27, correspondant au point à proximité immédiate des hangars à peinture, pouvant être qualifié de proximité industrielle. C'est déjà sur ce point que les niveaux maximums avaient été relevés en 2004.





Il est également à noter que les sites 18 et 29, situés dans l'enceinte aéroportuaire, sont toutefois à proximité immédiate de certains axes automobiles, à savoir l'avenue de Beaudésert (route longeant la piste principale, en direction de Saint-Médard en Jalles) pour le site 29, et l'avenue de l'Argonne, en direction de Beutre, pour le site 18. Aussi, l'influence du trafic n'est pas à négliger pour ces sites.

Au niveau réglementaire, aucun site ne dépasse la valeur limite annuelle fixée pour le dioxyde d'azote, à savoir  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . En effet, la moyenne maximale relevée tous sites confondus est de  $33,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sur le site n°35, correspondant au rond-point René Cassin (entrée de l'Aéroport).

A titre de comparaison, les moyennes observées sur les stations AIRAQ en 2011 sont de :

- $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les stations urbaines de fond
- $35,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les stations de proximité automobile
  - Dont  $36,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la station de proximité automobile de Mérignac

Ainsi, en moyenne, les niveaux de fond observés à proximité de l'aéroport sont inférieurs aux niveaux observés sur les stations urbaines de l'agglomération. Les valeurs maximales en situation de fond à proximité de l'aéroport sont de l'ordre de grandeur des niveaux des stations urbaines de fond.

Quant aux niveaux de proximité automobile, ils sont inférieurs à proximité de l'aéroport comparativement aux stations de l'agglomération.

### III.1.2.b. Distribution des concentrations

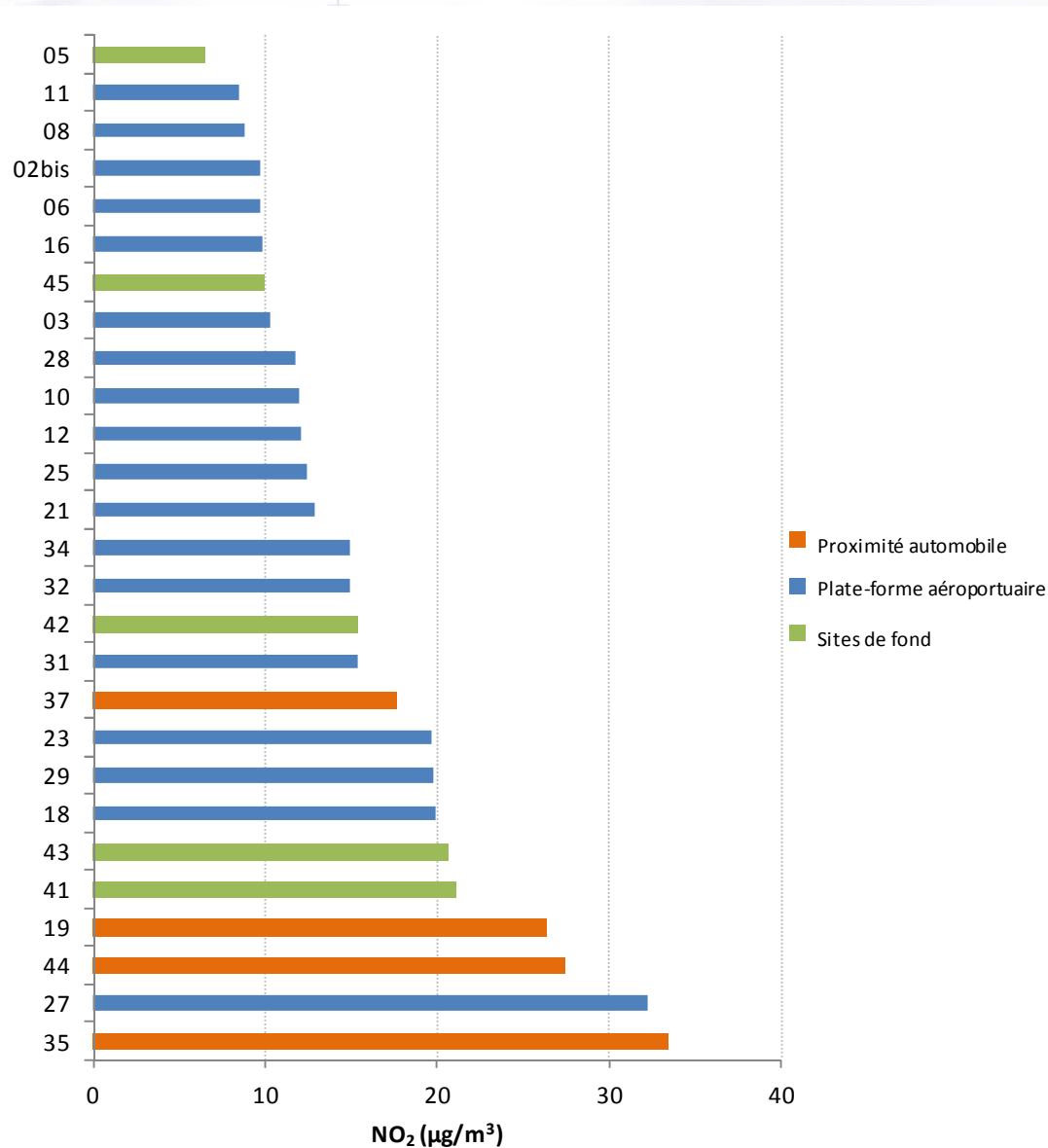


Figure 3 : Distribution croissante des sites par concentration en  $NO_2$

Sur ce graphique, il apparaît que les niveaux les plus élevés sont majoritairement en situation de proximité automobile. Le site 27, situé dans l'enceinte aéroportuaire, fait également partie des sites les plus exposés, en lien avec la présence du hangar à peinture. Ensuite, deux sites de fond (les sites 41 et 43) relativement proches de la rocade ressortent. Tous les autres points sont inférieurs à  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit au moins deux fois inférieurs à la valeur limite.

### III.1.3. Cartographie de la moyenne annuelle en dioxyde d'azote

Afin de mieux visualiser la répartition spatiale des teneurs en dioxyde d'azote, les résultats sont repris sur la carte ci-dessous, avec un code couleur selon la moyenne annuelle.

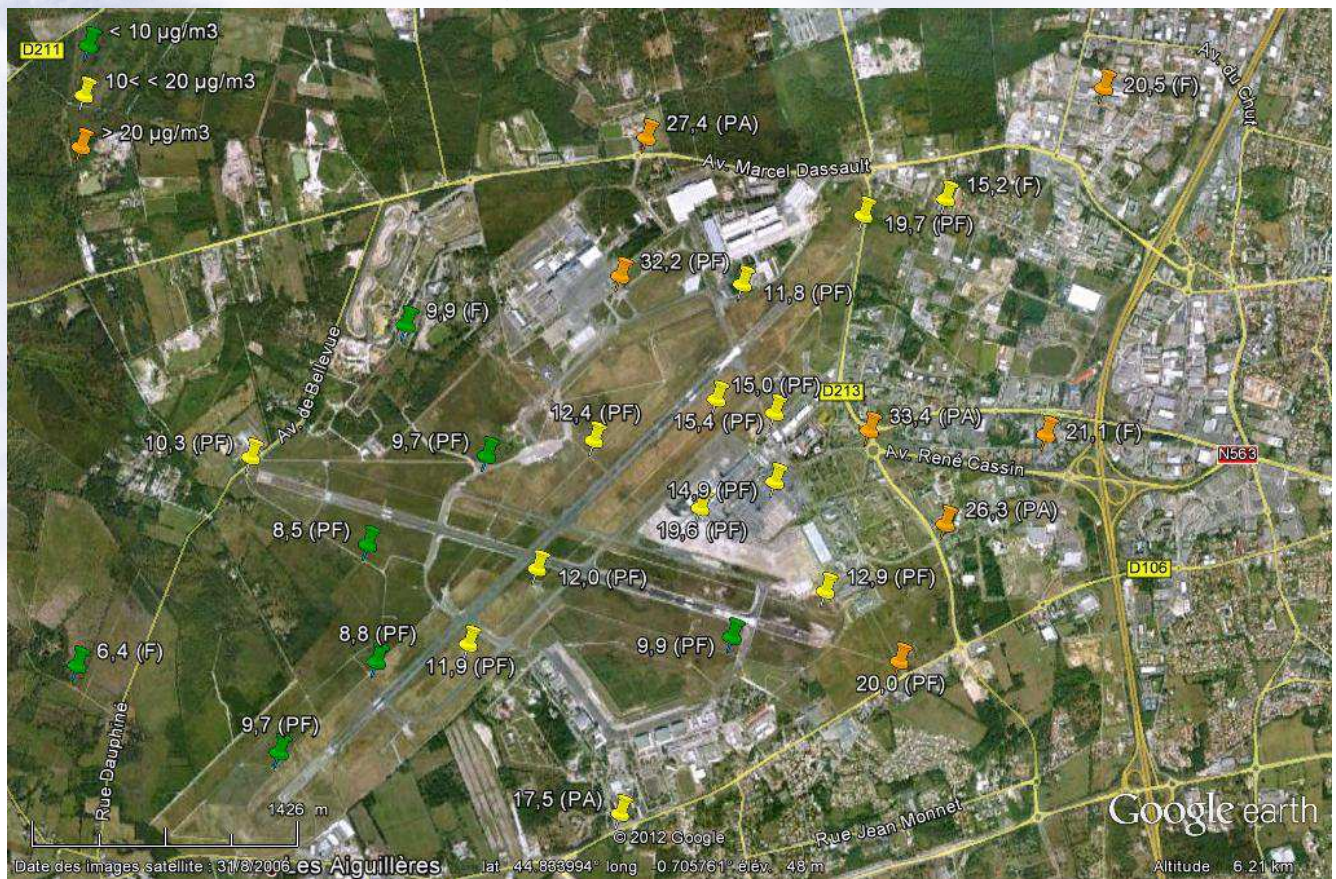


Figure 4 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote-2011

Sur cette carte, il apparaît que l'Ouest de la zone d'étude présente les niveaux les plus faibles (de l'ordre de  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Ceci est cohérent avec le caractère beaucoup moins urbanisé de cette zone, le faible trafic supporté, et la rose des vents sur Mérignac.

Si on regarde les résultats des abords de la piste principale, les niveaux varient de  $11,8$  à  $15,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit les valeurs médianes de la campagne. Aussi, en prenant comme hypothèse que ces points ne sont pas sous l'influence de l'urbanisation et du trafic, les surconcentrations liées à la piste peuvent être estimées entre  $2$  et  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans une bande de  $100 \text{ m}$  de part et d'autre de la piste.

Sur la partie Est de la zone d'études, les niveaux en dioxyde d'azote sont plus élevés. Ces points sont généralement sous l'influence du trafic automobile et d'une urbanisation plus dense. Une influence de l'activité aéroportuaire n'est pas à exclure. Toutefois, au vu des surconcentrations observées à proximité de la piste, et des décroissances observées en dioxyde d'azote à proximité des sources, cette influence n'est pas l'influence majoritaire. Il est enfin très intéressant de noter que les sites de fond 41 et 43, les plus à l'Est, présentent des moyennes annuelles de  $20,5$  et  $21,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , alors que la moyenne 2011 des trois stations urbaines de fond de l'agglomération bordelaise est de  $20,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit des niveaux tout à fait similaires.

Seul le point 27, sous influence industrielle, présente des niveaux significativement plus élevés, en lien avec une source ponctuelle. Toutefois, au vu des résultats observés  $700 \text{ m}$  à l'Est ( $11,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site 28) et  $1\ 200 \text{ m}$  à l'Ouest ( $9,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site 45), aucun impact n'est attendu pour les riverains les plus proches de ce site.

### III.1.4. Evolution 2004-2011

Tout comme pour l'année 2011, une estimation de la moyenne annuelle a été réalisée sur la base des observations réalisées sur les stations fixes AIRAQ. Au vu des données disponibles en 2004, cette estimation est réalisée sur la seule base de la campagne hivernale. La Figure 5 ci-dessous présente la corrélation entre les mesures réalisées entre le 23/11 et le 21/12/04 et la moyenne annuelle 2004 sur 7 stations du réseau AIRAQ.

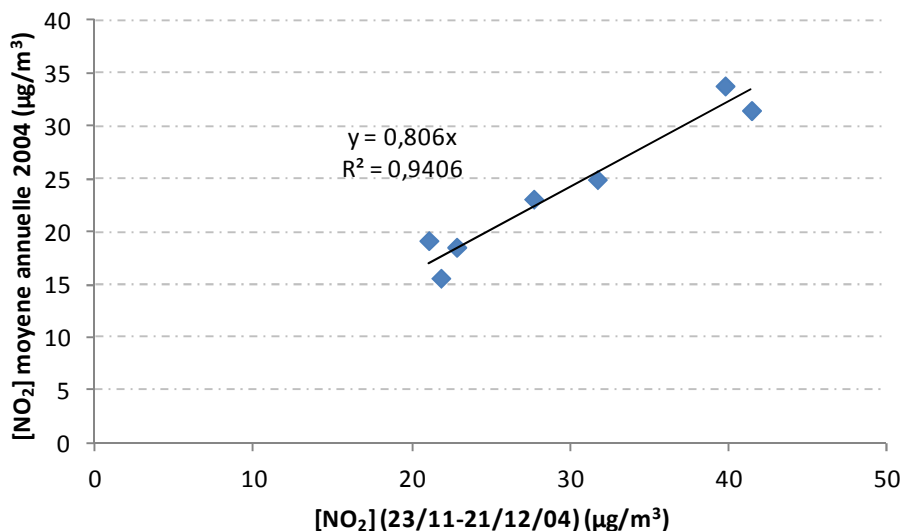


Figure 5 : Données NO<sub>2</sub> 2004 sur les stations fixes d'AIRAQ sur l'agglomération bordelaise

Sur la base de cette très bonne corrélation, des moyennes annuelles ont été estimées pour l'année 2004 sur la base des résultats de la campagne hivernale 2004.

La Figure 6 ci-après présente dans le même graphique les moyennes annuelles estimées pour 2004 et 2011.

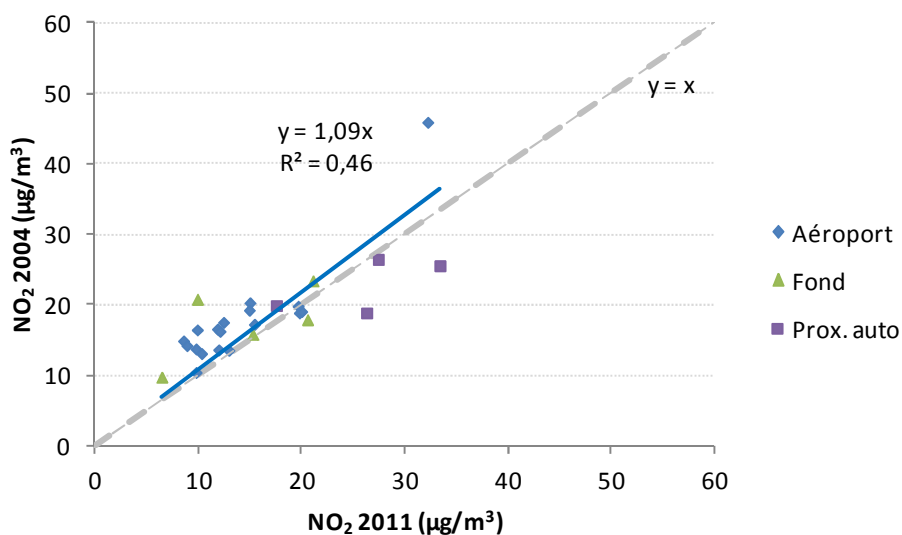


Figure 6 : Evolution des moyennes annuelles en dioxyde d'azote entre 2004 et 2011

Les niveaux sont globalement 9 % plus faibles en 2011 par rapport à 2004. Toutefois, la corrélation entre les séries est moyenne. En séparant les sites par catégories, un comportement différent est établi entre les sites de proximité automobile d'un côté, et les sites de fond et aéroportuaires de l'autre. En effet, les niveaux de proximité automobile paraissent plus élevés en 2011 par rapport à

2004, alors qu'une tendance baissière apparaît pour les autres sites. Aussi, le Tableau 2 présente l'évolution moyenne par catégorie entre 2004 et 2011.

Typologie des sites	Moyenne 2004 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Moyenne 2011 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Evolution (%)
Aéroport	17,8	14,2	-20,2 %
Fond	17,5	14,6	-16,6 %
Proximité automobile	22,7	26,1	+15,0 %

Tableau 2 : Détail des évolutions par typologie de sites - dioxyde d'azote

Comme pressenti, une baisse de l'ordre de 20 % des niveaux de dioxyde d'azote est observée sur l'aéroport, et de 17 % sur les sites de fond. A l'inverse, une augmentation de 15 % est observée sur les sites de proximité automobile. Il est intéressant de noter que lors de la cartographie de l'agglomération bordelaise, réalisée en 2010<sup>1</sup>, il avait également été observé une augmentation de 20 % des niveaux de dioxyde d'azote en proximité automobile entre 2004-2005 et 2010. Cette augmentation en proximité automobile est à rapprocher de la généralisation des pots catalytiques, qui émettent une plus grande quantité de dioxyde d'azote, et moins de monoxyde d'azote.

### III.1.5. Conclusion sur le dioxyde d'azote

Les résultats obtenus pour le dioxyde d'azote rejoignent en grande partie les observations réalisées lors de précédentes études AIRAQ, à savoir :

- Des niveaux plus élevés en situation de proximité automobile
- Des niveaux équivalents en situation de fond et sur l'aéroport, à l'exception du point 27, point situé sur la plate-forme aéroportuaire mais sous influence industrielle
- Une surconcentration en  $\text{NO}_2$  de l'ordre de 2 à  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  à proximité immédiate des pistes (~100 m), décroissant très rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la piste
- Une influence majoritaire du trafic automobile sur les concentrations relevées en dioxyde d'azote
- Une tendance à la baisse pour le dioxyde d'azote en situation de fond durant ces dernières années, alors que les niveaux en situation de proximité automobile sont à la hausse de par l'augmentation du taux d'équipement des voitures en pots catalytiques

Au niveau réglementaire, il faut noter qu'aucun site ne présente de moyenne annuelle supérieure à la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les niveaux maximums relevés en proximité automobile lors de cette campagne sont inférieurs à ceux observés sur les stations de proximité automobile AIRAQ de l'agglomération bordelaise. Les niveaux maximums relevés en situation de fond lors de cette campagne sont quant à eux tout à fait similaires à ceux des stations urbaines de fond du réseau AIRAQ de l'agglomération bordelaise.

<sup>1</sup> Rapport ET/TP/11/02 et synthèse AIRAQ n°83 : Cartographie de l'agglomération bordelaise

## III.2. Mesures en benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

### III.2.1. Estimation de la moyenne annuelle

Etant donné le nombre limité de stations fixes mesurant le benzène, il n'est pas possible de réaliser une éventuelle correction sur la base des moyennes observées sur stations fixes, comme cela a été fait pour le dioxyde d'azote. Aussi, les moyennes utilisées pour le benzène seront les moyennes arithmétiques.

### III.2.2. Résultats des mesures

#### III.2.2.a. Données repères

C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	Plate-forme aéroportuaire	Proximité automobile	Situation de fond
Nombre de sites	18	4	5
Moyenne	0,89 (0,69*)	0,88	0,68
Médiane	0,70	0,88	0,69
Minimum	0,41 (site 32)	0,72 (site 37)	0,59 (sites 05&42)
Maximum	4,28 (site 27)	1,02 (site 35)	0,77 (site 41)

(\* sans le site 27)

Tableau 3 : Synthèse des concentrations mesurées en benzène

Le point présentant les niveaux maximums en benzène est le site 27, situé dans l'enceinte de l'aéroport, à proximité immédiate du hangar à peinture. La deuxième valeur la plus élevée tous sites confondus est le site 35, site de proximité automobile, avec une valeur de l'ordre de 1 µg/m<sup>3</sup>. Tous les autres points investigués sont inférieurs à 1 µg/m<sup>3</sup>, soit des niveaux de benzène faibles.

La moyenne des sites de l'aéroport est proche de la moyenne des sites de proximité automobile. Toutefois, cette moyenne est significativement impactée par le site 27. Ainsi, sans le site 27, la moyenne est de 0,69 µg/m<sup>3</sup>, proche de la moyenne en situation de fond. Cela se traduit également par des médianes très proches en situation de fond et sur l'aéroport.

Au niveau réglementaire, tous les sites présentent des niveaux inférieurs à la valeur limite pour le benzène, fixée à 5 µg/m<sup>3</sup>. Seul le site 27 présente des niveaux supérieurs à l'objectif de qualité, fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>. Tous les autres sites présentent des valeurs au moins deux fois inférieures à cet objectif.

Aussi, il apparaît en synthèse qu'à l'exception du point 27, sous influence industrielle, les niveaux les plus élevés sont relevés en situation de proximité automobile, les niveaux relevés sur l'aéroport étant inférieurs, et de l'ordre de grandeur des niveaux de fond relevés lors de cette campagne.

### III.2.2.b. Distribution des concentrations

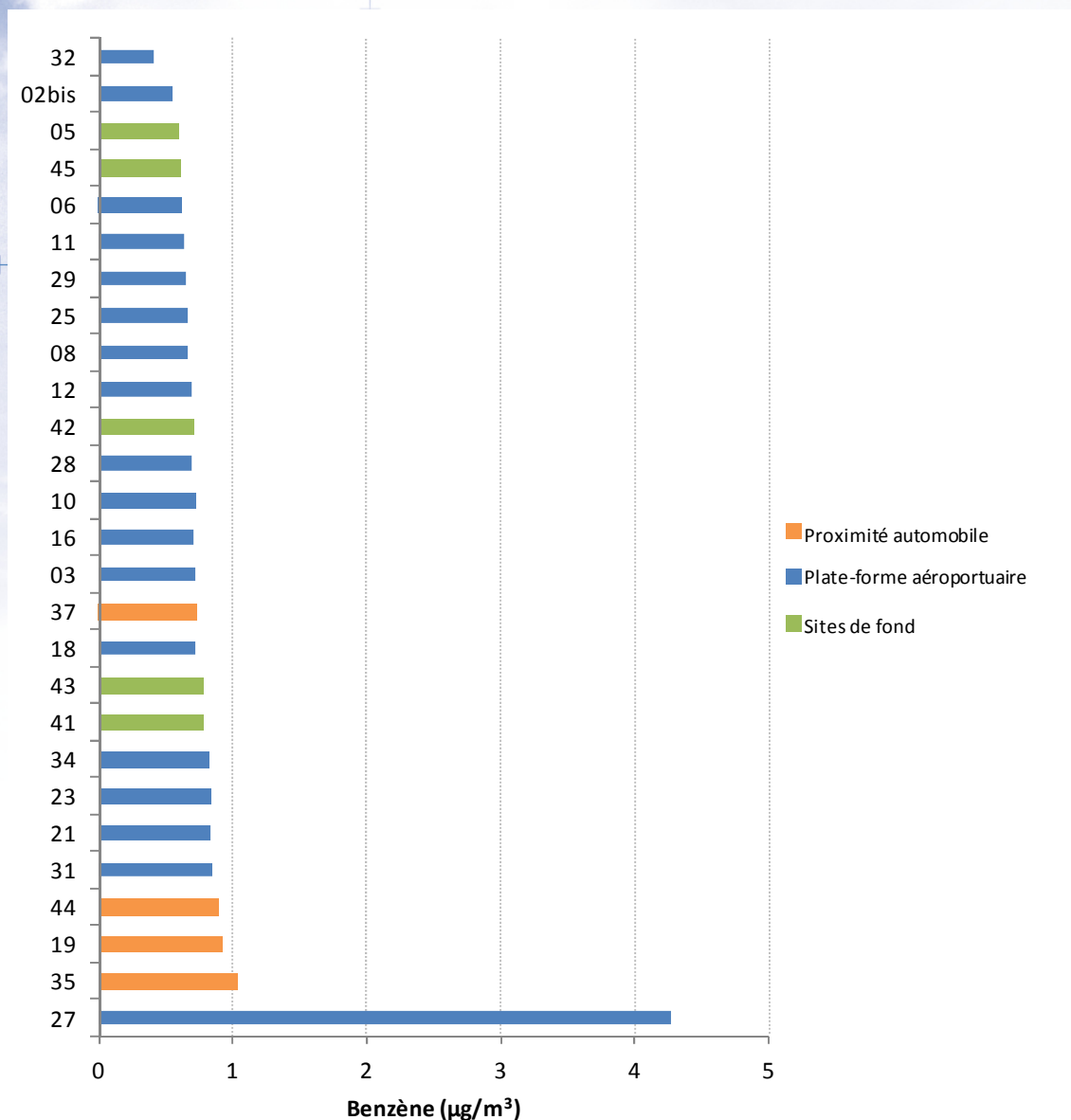


Figure 7 : Distribution croissante des concentrations en benzène

Sur ce graphique, il apparaît que la hiérarchie des niveaux de benzène est assez similaire avec celle du dioxyde d'azote, avec, parmi les sites les plus exposés, le site 27 et les sites de proximité automobile. De même, les deux sites de fond présentant les niveaux les plus élevés sont les sites 41 et 43, tout comme pour le dioxyde d'azote.

### III.2.3. Cartographie de la moyenne annuelle en benzène

Comme dans le cas du dioxyde d'azote, afin de mieux visualiser la répartition géographique du benzène, les résultats sont repris sur la carte ci-dessous, avec un code couleur selon la moyenne annuelle observée.

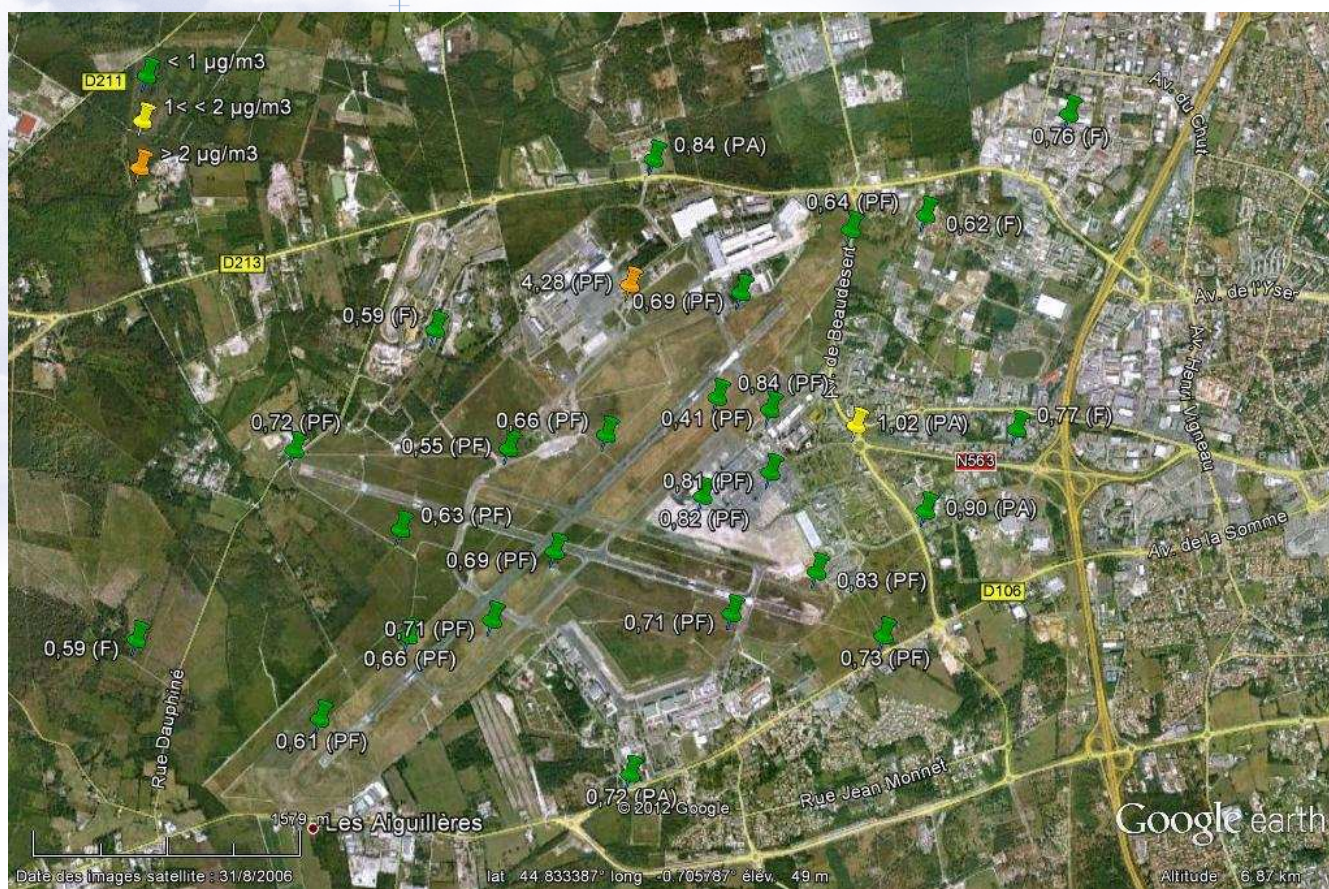


Figure 8 : Cartographie des concentrations moyennes en benzène-2011

Cette carte présente des niveaux relativement homogènes en benzène, à l'exception du site 27. Par analogie avec le dioxyde d'azote, les niveaux observés sur la partie Ouest de la zone d'étude sont de l'ordre de 0,6 à 0,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sur la partie Est, les niveaux sont plutôt de l'ordre de 0,7 à 0,9  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Cette différence peut être mise en relation avec les trois mêmes causes, à savoir une plus forte urbanisation un trafic plus dense, et l'impact potentiel de l'aéroport. Toutefois, la différence entre les deux zones est minime.

Pour ce qui est du point 27, tout comme pour le dioxyde d'azote, son impact géographique est limité. En effet, les niveaux observés 700 m à l'Est (0,69  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site 28) et 1 200 m à l'Ouest (0,59  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site 45), sont de l'ordre de grandeur de ceux observés sur les autres sites. Aussi, comme pour le dioxyde d'azote, aucun impact n'est attendu pour les riverains les plus proches de ce site.



### III.2.4. Evolution 2004-2011

Comme précisé en III.2.1, le nombre limité de stations mesurant le benzène ne permet pas d'établir des corrélations permettant d'estimer une moyenne annuelle en 2004 sur la base des mesures hivernales. Aussi, pour le benzène, les moyennes hivernales des deux campagnes seront directement comparées. Le graphique suivant permet de comparer les moyennes hivernales en benzène en 2011 avec celles mesurées en 2004.

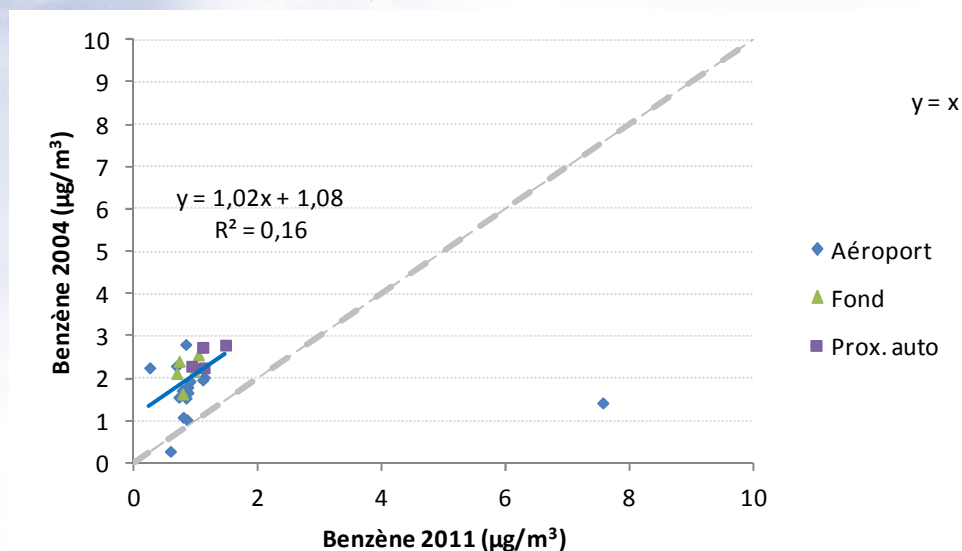


Figure 9 : Evolution des moyennes hivernales en benzène entre 2004 et 2011

Au vu de ce graphique, seuls deux sites présentent des niveaux supérieurs en 2011 par rapport à 2004, à savoir le site 27, et le site 02bis. Tous les autres sites présentent des niveaux inférieurs en 2011 par rapport à 2004. En moyenne, sur ces 25 autres sites, les niveaux sont environ 2 fois plus faibles qu'en 2004. Le Tableau 4 ci-après présente l'évolution moyenne par typologie de site.

Typologie des sites	Moyenne hiver 2004 (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne hiver 2011 (µg/m <sup>3</sup> )	Evolution (%)
Aéroport	1,75 (1,77*)	1,19 (0,82*)	-32,0% (-53,4%*)
Fond	2,17	0,83	-61,8%
Proximité automobile	2,52	1,15	-54,4%

(\* sans le site 27)

Tableau 4 : Détail des évolutions par typologie des sites - benzène

En moyenne, et en exceptant le site 27 au profil très atypique, les concentrations en benzène de 2011 sont plus de deux fois inférieures à celles de 2004. Cette diminution est assez homogène quel que soit le type de site considéré, avec une diminution légèrement plus importante sur les sites de fond.

Cette tendance va dans le même sens que l'observation réalisée lors de la cartographie 2010 de l'agglomération bordelaise, où une baisse de l'ordre de 30 à 35 % des niveaux de benzène a été observée entre 2004-2005 et 2010 sur les sites de fond et de proximité automobile.

### III.2.5. Conclusion sur le benzène

Les enseignements obtenus pour le benzène rejoignent en grande partie ceux du dioxyde d'azote, à savoir :

- Des niveaux plus élevés en situation de proximité automobile, bien que la différence soit moins significative que pour le dioxyde d'azote
- Des niveaux équivalents en situation de fond et sur l'aéroport, à l'exception du point 27, point situé sur la plate-forme aéroportuaire mais sous influence industrielle
- Une surconcentration en benzène à peine perceptible (de l'ordre de 0,1 à 0,2 µg/m<sup>3</sup>) à proximité immédiate des pistes (~100 m)

- Une tendance à la baisse pour le benzène durant ces dernières années, toutes catégories de sites confondues, y compris en proximité automobile, en lien avec l'amélioration des performances des moteurs.

Au niveau réglementaire, il faut noter qu'aucun site ne présente de moyenne annuelle supérieure à la valeur limite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Seul le point 27 présente une concentration supérieure à l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tous les autres points ayant des valeurs au moins deux fois inférieures à cette objectif.

### III.3. Mesures en TEX (Toluène, Ethylbenzène et Xylènes)

Le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes sont des molécules aromatiques, de la même famille que le benzène. Ces molécules sont prélevées et mesurées simultanément au benzène, et sont généralement issues des mêmes sources. Toutefois, ces polluants ne font pas l'objet d'une réglementation en air ambiant. Seul le benzène est en effet réglementé. Aussi, un descriptif rapide des résultats pour ces composés sera présenté dans ce rapport. Les résultats site par site sont disponibles en annexe 4. Le toluène ( $\text{C}_6\text{H}_5\text{-CH}_3$ ) sera présenté seul dans un premier temps. La somme des composés (éthyl-benzène+o-xylène+m-xylène+p-xylène) sera présentée dans un deuxième temps. En effet, ces 4 composés sont très proches dans leur structure, et de même masse molaire. Tout comme lors de l'étude réalisée en 2004, ces molécules seront réunies sous le terme de « xylènes ».

#### III.3.1. Le toluène

##### III.3.1.a. Données repères

Toluène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Plate-forme aéroportuaire	Proximité automobile	Situation de fond
<b>Nombre de sites</b>	<b>18</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Moyenne</b>	<b>0,91 (0,74*)</b>	<b>1,21</b>	<b>0,98</b>
<b>Médiane</b>	0,60	1,28	1,13
<b>Minimum</b>	0,43 ( <i>site 11</i> )	0,81 ( <i>site 37</i> )	0,41 ( <i>site 05</i> )
<b>Maximum</b>	3,73 ( <i>site 27</i> )	1,48 ( <i>site 35</i> )	1,33 ( <i>site 43</i> )

(\* sans le site 27)

Tableau 5 : Synthèse des concentrations mesurées en toluène

Les niveaux en toluène sont en moyenne les plus faibles sur l'aéroport. Les niveaux les plus élevés sont relevés sur le site 27, puis sur les sites de proximité automobile, et en particulier le site 35 (rond-point de l'aéroport), comme pour le benzène. Les niveaux de fond sont intermédiaires entre ceux relevés sur l'aéroport et les sites de proximité automobile.

### III.3.1.b. Evolution 2004-2011

Comme pour le benzène, les moyennes hivernales sont comparées site à site entre 2004 et 2011.

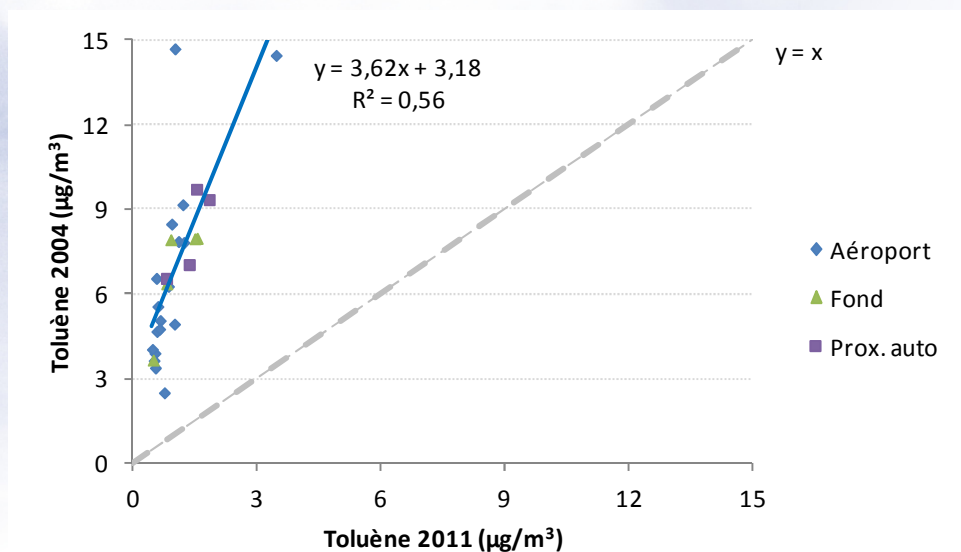


Figure 10 : Evolution des moyennes hivernales en toluène entre 2004 et 2011

L'ensemble des points présente des niveaux inférieurs en 2011 par rapport à 2004. La droite de corrélation suggère des niveaux près de 4 fois inférieurs en 2011 par rapport à 2004. Le Tableau 6 ci-après présente l'évolution moyenne par typologie de site.

Typologie des sites	Moyenne hiver 2004 (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne hiver 2011 (µg/m <sup>3</sup> )	Evolution (%)
Aéroport	6,54 (6,07*)	0,91 (0,76*)	-86,1% (-87,5%*)
Fond	2,17	1,04	-52,1%
Proximité automobile	8,16	1,37	-83,2%

(\* sans le site 27)

Tableau 6 : Détail des évolutions par typologie des sites – toluène

En scindant par typologie, une diminution équivalente est observée pour les sites aéroportuaires et en proximité automobile, avec des niveaux environ 6 fois plus faibles en 2011 par rapport à 2004. Pour les sites de fond, les valeurs ont été en moyenne divisées par deux sur cette période.

### III.3.2. L'éthyl-benzène et les xylènes

#### III.3.2.a. Données repères

Xylènes (µg/m <sup>3</sup> )	Plate-forme aéroportuaire	Proximité automobile	Situation de fond
Nombre de sites	18	4	5
Moyenne	0,81 (0,66*)	1,09	0,85
Médiane	0,61	1,15	0,94
Minimum	0,40 (site 11)	0,74 (site 37)	0,42 (site 05)
Maximum	3,41 (site 27)	1,30 (site 35)	1,15 (site 42)

(\* sans le site 27)

Tableau 7 : Synthèse des concentrations mesurées en (éthyl-benzène+xylènes)

Comme pour le toluène, les niveaux en xylènes sont en moyenne les plus faibles sur l'aéroport. Les niveaux les plus élevés sont relevés sur le site 27, puis sur les sites de proximité automobile, et en particulier le site 35 (rond-point de l'aéroport). Les niveaux de fond sont également intermédiaires entre ceux relevés sur l'aéroport et les sites de proximité automobile.

### III.3.2.b. Evolution 2004-2011

Comme pour le benzène et le toluène, les moyennes hivernales sont comparées site à site entre 2004 et 2011.

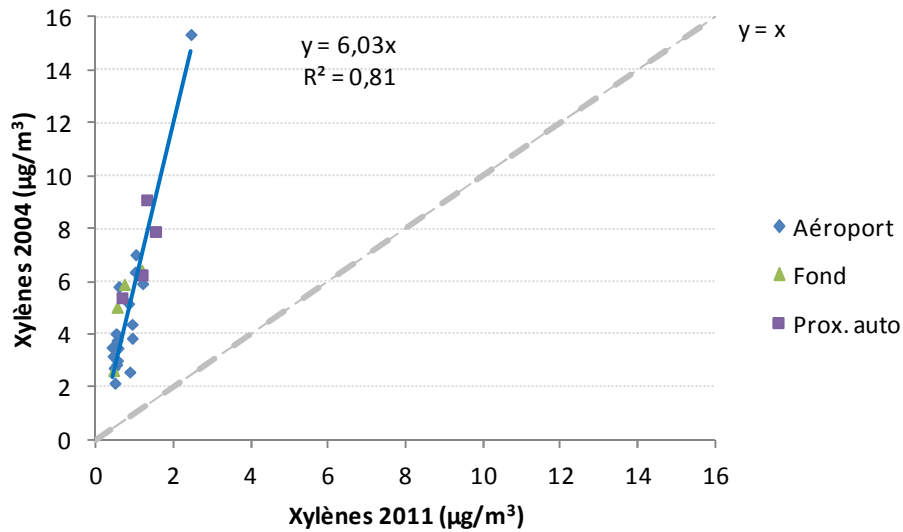


Figure 11 : Evolution des moyennes hivernales en (éthyl-benzène+xylyènes) entre 2004 et 2011

L'ensemble des points présente des niveaux inférieurs en 2011 par rapport à 2004. La droite de corrélation suggère des niveaux près de 6 fois inférieurs en 2011 par rapport à 2004. Le Tableau 8 ci-après présente l'évolution moyenne par typologie de site, et confirme une diminution d'un facteur 6 des teneurs en xylyènes, et ce, quelque soit la typologie de site.

Typologie des sites	Moyenne hiver 2004 (µg/m <sup>3</sup> )	Moyenne hiver 2011 (µg/m <sup>3</sup> )	Evolution (%)
Aéroport	4,73 (4,11*)	0,78 (0,69*)	-83,5% (-83,2%*)
Fond	5,26	0,79	-85,0%
Proximité automobile	7,16	1,16	-83,8%

(\* sans le site 27)

Tableau 8 : Détail des évolutions par typologie des sites - (éthyl-benzène+xylyènes)

### III.3.3. Corrélation entre les composés

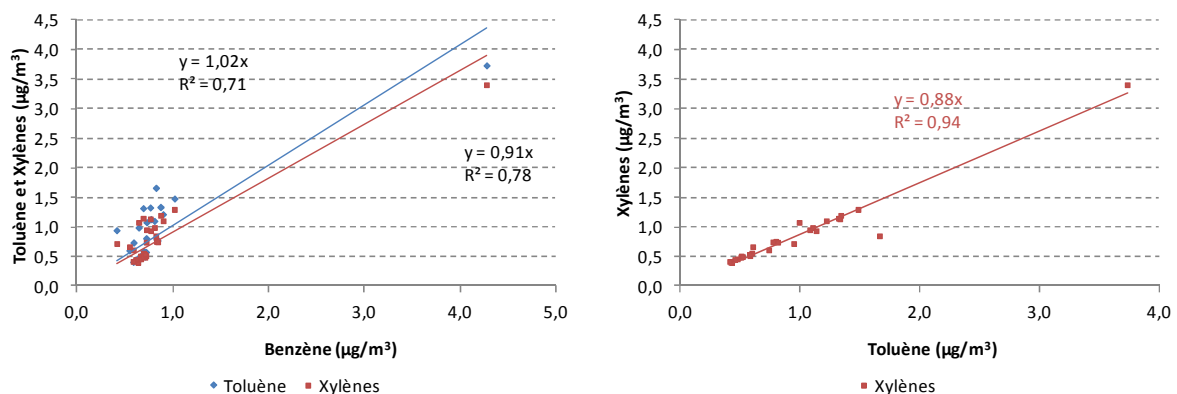


Figure 12 : Corrélation entre le benzène, le toluène et les xylyènes

Comme précisé en introduction du III.3, les composés BTEX sont souvent issus des mêmes sources, et ont un comportement similaire. Aussi, la Figure 12 ci dessus présente les corrélations des moyennes annuelles de ces différents composés. Comme pressenti, les teneurs en benzène, toluène et xylyènes sont bien corrélées, ce qui confirme leur source commune.

# CONCLUSION

L'étude réalisée sur et autour de l'aéroport de Bordeaux a permis d'établir des moyennes annuelles indicatives en dioxyde d'azote, benzène et autres TEX, et de refaire un point d'étape depuis la dernière cartographie de 2004.

Les observations pour les deux polluants réglementés se rejoignent en grande partie, à savoir :

- Des niveaux plus élevés en situation de proximité automobile
- Des niveaux équivalents en situation de fond et sur l'aéroport, à l'exception du point 27, point situé sur la plate-forme aéroportuaire mais sous influence industrielle
- Une surconcentration à proximité immédiate des pistes (~100 m)
  - de l'ordre de 2 à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en  $\text{NO}_2$  et décroissant très rapidement au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la piste
  - de l'ordre de 0,1 à 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le benzène
- Le respect de la valeur limite annuelle sur tous les points de mesure

Pour le dioxyde d'azote, les spécificités suivantes ont été relevées :

- Une influence majoritaire du trafic automobile sur les concentrations relevées en dioxyde d'azote
- Une tendance à la baisse en situation de fond durant ces dernières années, alors que les niveaux en situation de proximité automobile sont à la hausse
- Des niveaux inférieurs, en situation de fond et de proximité automobile, à ceux relevés sur les stations fixes AIRAQ de l'agglomération bordelaise

Pour le benzène, les spécificités suivantes ont été relevées :

- Une tendance à la baisse, et ce, quelque soit la typologie de station, avec des niveaux au moins deux fois plus faibles en 2011 par rapport à 2004
- Un point (le site 27) a une moyenne annuelle au-delà de l'objectif de qualité de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , tous les autres sites ayant des valeurs au moins deux fois plus faibles que cet objectif

Pour ce qui est du toluène, de l'éthyl-benzène et des xylènes, polluants non réglementés, une forte corrélation apparaît avec le benzène. Les observations sont donc du même ordre. A noter toutefois pour ces composés des diminutions encore plus importantes des concentrations dans l'air ambiant (de 2 à 6 fois plus faibles selon le polluant et la typologie de sites considérée).

Au final, le dioxyde d'azote et les BTEX ayant de multiples sources, il apparaît difficile d'isoler l'impact de l'aéroport sur les concentrations dans l'air ambiant. Au vu des observations réalisées, celui-ci n'est pas majoritaire sur les zones riveraines de la plate-forme, majoritairement sous l'influence du trafic automobile et du secteur résidentiel.

# ANNEXES

Annexe 1 : Les polluants mesurés

Annexe 2 : Matériel et méthode

Annexe 3 : Localisation des sites de mesures

Annexe 4 : Résultats des mesures

Annexe 5 : Les conditions météorologiques

Annexe 6 : Table des illustrations

## ANNEXE 1 : LES POLLUANTS MESURES

### 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<sub>2</sub>). Toute combustion génère donc du NO et du NO<sub>2</sub>, 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 Aquitaine, 78 600 tonnes de NOx ont été émis en 2006. Ces émissions sont essentiellement dues au transport routier (62 %) mais proviennent aussi à 13 % de l'agriculture. Le secteur industriel représente quant à lui 8 % des émissions.

#### Répartition des émissions de NOx en Aquitaine

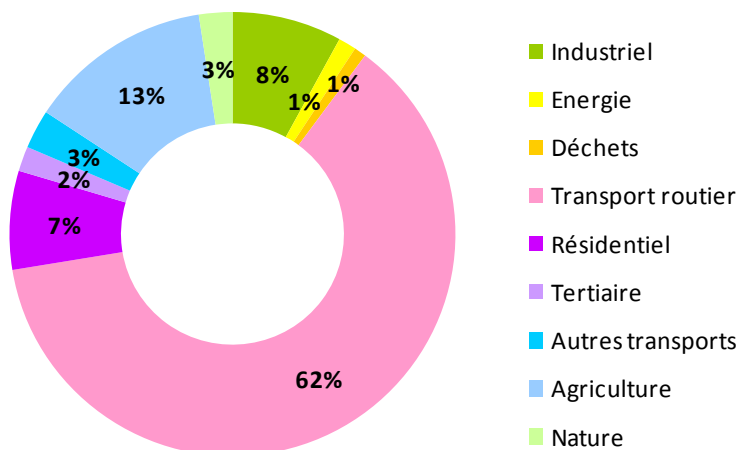


Figure 13 : Inventaire des émissions d'oxydes d'azote en Aquitaine (AIRAQ – Inventaire 2006 V2011)

#### Effets sur la santé

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m<sup>3</sup>, 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.

## Réglementation

Dioxyde d'azote - NO <sub>2</sub>	
Seuil d'information et de recommandations	200 µg/m <sup>3</sup> pour la valeur moyenne sur 1 heure
Seuil d'alerte	400 µg/m <sup>3</sup> pour la valeur moyenne sur 1 heure dépassée pendant 3 h consécutives (ou 200 µg/m <sup>3</sup> 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 <sup>3</sup> (18 dépassements autorisés)
	40 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle
Oxydes d'azote - NO <sub>x</sub>	
Valeur limite	30 µg eq NO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle (protection de la végétation)

Tableau 9 : Réglementation relative aux oxydes d'azote



## LES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS (COV)

### 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).

Les émissions de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques en Aquitaine en 2006 représentent 222 kt et se répartissent comme indiquées ci-dessous :

Répartition des émissions de COVNM en Aquitaine

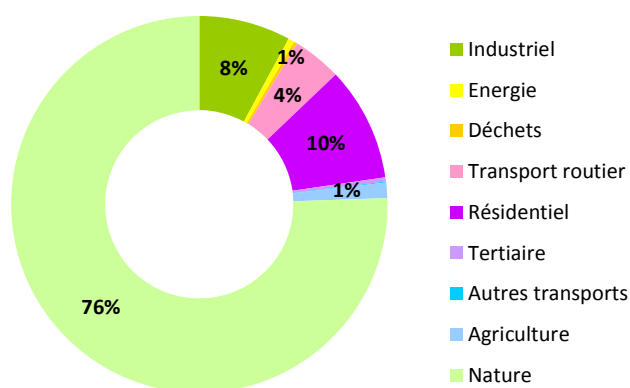


Figure 14 : répartition des émissions de COVNM en Aquitaine en 2006 (en %)

### 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.

### Réglementation

Parmi les composés de cette famille, seul le benzène est, de par sa toxicité, soumis à la réglementation.

Le benzène - C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	
Valeur limite	5 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle
Objectif de qualité	2 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne annuelle

Tableau 10 : Réglementation relative au benzène

## ANNEXE 2 : MATERIEL ET METHODE

### PRINCIPE DE L'ÉCHANTILLONNAGE PASSIF

La méthode d'échantillonnage par diffusion passive retenue pour cette étude est complémentaire aux autres outils de surveillance utilisés, comme les stations fixes de mesures ou les laboratoires mobiles. Si ces derniers permettent de réaliser des mesures locales de la pollution en continu, l'utilisation des tubes passifs permet de réaliser des mesures sur des zones beaucoup plus vastes et de déterminer, avec un coût acceptable, la distribution spatiale des polluants à l'immission.

Les capteurs passifs collectent spécifiquement les polluants présents dans l'air ambiant. Les résultats obtenus permettent d'estimer une concentration moyenne sur une période de 1 à 3 semaines, selon la durée d'exposition.

Le principe de l'échantillonnage passif repose sur la collecte spécifique de polluants gazeux. La vitesse de captation sur le tube est contrôlée par diffusion à travers une membrane. La masse de composés collectés est liée mathématiquement au gradient de concentration dans la zone de diffusion (1<sup>ère</sup> loi de Fick) :

$$\text{Loi de Fick : } \frac{dm}{dt} = D \times S \times \frac{dC}{dl}$$

**C** : concentration de l'espèce moléculaire dans l'air (en mol.cm<sup>-3</sup>)

**m** : quantité de matière (en mol) diffusant à travers la section **S** (en cm<sup>2</sup>) sur une longueur

**l** (en cm) durant un temps

**t** (en s), soit la quantité de matière captée

**D** : coefficient de diffusion moléculaire caractéristique du composé (en cm<sup>2</sup>.s<sup>-1</sup>)

Deux types de capteurs ont été utilisés pour cette étude :

- Des capteurs de type tube à diffusion de Palmes, pour lesquels le flux gazeux est transporté par diffusion gazeuse dans une colonne d'air, ont servi pour mesurer les concentrations en dioxyde d'azote
- Des capteurs à diffusion radiale (de type Radiello), pour lesquels le polluant échantillonné franchi une membrane solide, ont été utilisés pour mesurer les concentrations en benzène.

### MESURE DU DIOXYDE D'AZOTE

Les mesures de dioxyde d'azote sont assurées par des tubes de Palmes fournis puis analysés par l'AASQA de Poitou-Charentes, ATMO Poitou-Charentes.

Pour ce type de capteur, la diffusion s'exerce le long d'un tube contenant deux grilles en acier inoxydable positionnées à l'extrémité supérieure et enduites d'un produit absorbant : la triéthanolamine.

En fin d'échantillonnage, le dosage chimique du dioxyde d'azote échantillonné sous forme de nitrites est réalisé par spectrophotométrie à 542 nm.

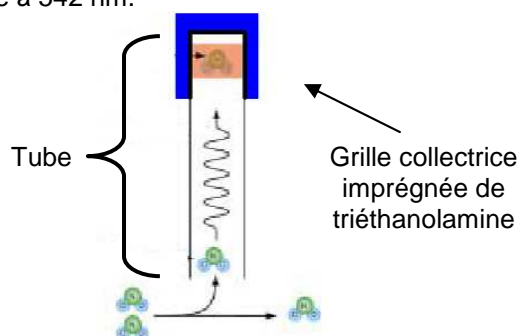


Figure 15 : Coupe d'un tube de Palmes

## MESURE DU BENZENE

Les capteurs passifs destinés à la mesure du benzène sont des capteurs à diffusion radiale, ou tubes « Radiello », fournis par la fondation Salvatore MAUGERI. L'analyse de ces tubes après exposition a été réalisée par le LASAIR, (laboratoire d'analyses d'AIRPARIF, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air en région Ile-de-France).

Les tubes à diffusion radiale permettent d'obtenir une surface de diffusion plus grande. Selon le fournisseur, cette technologie assure une meilleure sensibilité des mesures grâce à une augmentation de la masse captée. Ils sont constitués par 2 tubes cylindriques concentriques :

- Un tube externe en polyéthylène micro poreux, appelé corps diffusif, au travers duquel diffusent les composés gazeux. Ce tube externe fait office de filtre en arrêtant les poussières et autres impuretés.
- Un tube interne (« cartouche ») réalisé avec un tamis cylindrique en acier inoxydable revêtu d'un support imprégné (absorption), ou rempli d'un adsorbant selon les caractéristiques du ou des composés à analyser.

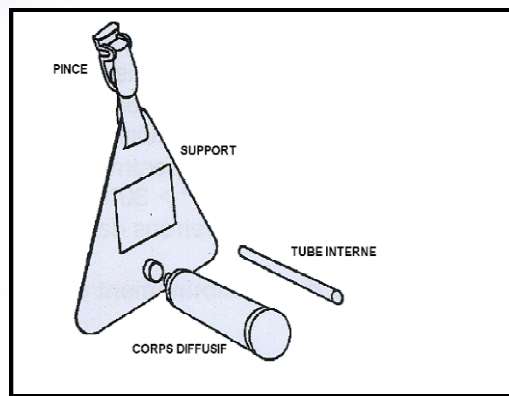


Figure 16 : Eléments d'un tube à diffusion radiale



Figure 17 : Echantillonneurs passifs placés sous leur abri de protection

## ANNEXE 3 : LOCALISATION DES SITES DE MESURES

### SITES PLATE-FORME AEROPORTUAIRE

Site	Latitude	Longitude	Support	Localisation	
32	44.83481	-0.69893	Piquet devant l'antenne	<b>Aéroport</b>	Bâtiments techniques à 15 m
29	44.84429	-0.69248	Clôture	<b>Aéroport</b>	Route à 5 m dans l'axe début piste 1
28	44.84104	-0.70094	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	Bancs moteurs Dassault à 300 m, taxiway à 100 m, piste 1 à 200 m
27	44.84112	-0.70936	Clôture	<b>Aéroport</b>	Hangar à peinture à 3 m – pkg SOGERMA à 800 m
25	44.83341	-0.71116	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	Piste 1 à 100 m
02bis	44.83268	-0.71882	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	piste essais avions à 2 m
03	44.83262	-0.73443	Clôture portail 13	<b>Aéroport</b>	500m bout 2 <sup>ème</sup> piste route à 30 m
11	44.82844	-0.72653	Clôture portail 13C	<b>Aéroport</b>	Route de service à 1 2 <sup>ème</sup> piste à 200 m
08	44.82279	-0.72589	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	bout de piste à 100 m
06	44.81833	-0.73253	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	piste à 200 m
10	44.82382	-0.72005	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	Piste à 100 m – Taxiway à 150 m
12	44.82744	-0.71509	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	piste à 75 m
16	44.82398	-0.70208	Panneau signalisation	<b>Aéroport</b>	Route de service longeant camp à 1 m, entrée camp à 30 2 <sup>ème</sup> piste à 300 m
18	44.82281	-0.69043	Clôture portail 19	<b>Aéroport</b>	Route à 2 m
21	44.82613	-0.69575	Piquet	<b>Aéroport</b>	Derrière 2 <sup>ème</sup> butte de tir
23	44.83021	-0.70398	Gouttière	<b>Aéroport</b>	angle du bât anciennement pylône n°9
31	44.83537	-0.70288	Piquet	<b>Aéroport</b>	Carrefour sortie directe pompier. Route de service parallèle piste 1 (150 m)
34	44.83151	-0.69885	Poteau éclairage I5	<b>Aéroport</b>	Frontière P1/P2

Tableau 11 : Localisation des sites sur la plate-forme aéroportuaire

## SITES DE PROXIMITE AUTOMOBILE

Site	Latitude	Longitude	Support	Localisation	
19	44.82944	-0.68732	lampadaire	<b>Mérignac</b>	Rue Rolland Garros/rue Flammarion
35	44.83396	-0.69249	lampadaire	<b>Mérignac</b>	Rue René Cassin (rond point début zone aéroportuaire)
37	44.81516	-0.70979	Panneau signalisation	<b>Mérignac</b>	devant BA 106
44	44.84813	-0.70727	lampadaire	<b>Mérignac</b>	Rue Edouard Faure Entraînement Girondins

Tableau 12 : Localisation des sites de proximité automobile

## SITES DE FOND

Site	Latitude	Longitude	Support	Localisation	
05	44.82260	-0.74637	Poteau bois	<b>Saint-Jean-d'Illac</b>	chemin de la Métairie
45	44.84104	-0.72274	lampadaire	<b>Mérignac</b>	Rue Thierry Sabine devant CFM
42	44.84514	-0.68729	Poteau bois	<b>Mérignac</b>	rue Rouget de Lisle 2 <sup>ème</sup> maison à gauche
43	44.85012	-0.67652	Panneau signalisation	<b>Mérignac</b>	av. Maurice Levy – arrêt de bus
41	44.83375	-0.68053	lampadaire	<b>Mérignac</b>	Angle avenue Apollo et rue Ariane parc Cadéra Sud

Tableau 13 : Localisation des sites de fond

## ANNEXE 4 : RESULTATS DES MESURES

### MESURES EN DIOXYDE D'AZOTE (NO<sub>2</sub>)

Site	NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )			
	Ete	Hiver	Moyenne	Moyenne corrigée
32	11,7	16,4	14,0	15,0
29	15,1	21,9	18,5	19,7
28	8,0	14,2	11,1	11,8
27	20,5	40,0	30,2	32,2
25	8,5	14,8	11,6	12,4
02bis	6,6	11,6	9,1	9,7
03	8,2	11,1	9,6	10,3
11	6,4	9,6	8,0	8,5
08	7,3	9,3	8,3	8,8
06	7,2	11,1	9,1	9,7
10	8,6	13,8	11,2	11,9
12	9,9	12,7	11,3	12,0
16	7,7	10,8	9,3	9,9
18	13,3	24,2	18,7	20,0
21	10,8	13,5	12,1	12,9
23	16,9	20,0	18,4	19,6
31	10,7	18,2	14,5	15,4
34	11,4	16,5	14,0	14,9
35	26,7	35,9	31,3	33,4
19	19,3	30,0	24,7	26,3
37	14,9	18,0	16,5	17,5
05	4,6	7,5	6,0	6,4
45	6,9	11,6	9,3	9,9
44	19,9	31,5	25,7	27,4
42	11,5	17,1	14,3	15,2
43	13,7	24,9	19,3	20,5
41	13,6	26,0	19,8	21,1

Tableau 14 : Détail des mesures en dioxyde d'azote

## MESURES EN BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Site	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	Ete	Hiver	Moyenne
32	0,58	0,24	0,41
29	0,61	0,67	0,64
28	0,56	0,83	0,69
27	0,99	7,57	4,28
25	0,55	0,77	0,66
02bis	0,52	0,58	0,55
03	0,58	0,86	0,72
11	0,48	0,78	0,63
08	0,48	0,84	0,66
06	0,51	0,71	0,61
10	0,56	0,86	0,71
12	0,52	0,85	0,69
16	0,52	0,89	0,71
18	0,62	0,83	0,73
21	0,53	1,12	0,83
23	0,67	0,98	0,82
31	0,58	1,10	0,84
34	0,60	1,02	0,81
35	0,56	1,47	1,02
19	0,67	1,12	0,90
37	0,52	0,92	0,72
05	0,40	0,77	0,59
45	0,50	0,68	0,59
44	0,64	1,10	0,87
42	0,66	0,72	0,69
43	0,57	0,96	0,76
41	0,51	1,03	0,77

Tableau 15 : Détail des mesures en benzène

## MESURES EN TOLUENE (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-CH<sub>3</sub>)

Site	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -CH <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	Ete	Hiver	Moyenne
32	0,96	0,92	0,94
29	0,89	1,09	0,99
28	0,54	0,64	0,59
27	4,01	3,45	3,73
25	0,46	0,55	0,51
02bis	0,46	0,74	0,60
03	0,64	0,51	0,58
11	0,40	0,45	0,43
08	0,42	0,53	0,47
06	0,41	0,50	0,45
10	0,44	0,56	0,50
12	0,45	0,59	0,52
16	0,52	0,63	0,57
18	0,94	1,22	1,08
21	0,60	0,99	0,80
23	2,48	0,84	1,66
31	0,54	1,00	0,77
34	1,02	1,19	1,10
35	1,13	1,83	1,48
19	1,08	1,35	1,22
37	0,83	0,79	0,81
05	0,34	0,47	0,41
45	0,67	0,80	0,74
44	1,15	1,52	1,34
42	1,73	0,90	1,32
43	1,12	1,54	1,33
41	0,78	1,49	1,13

Tableau 16 : Détail des mesures en toluène



## MESURES EN ETHYL-BENZENE (C<sub>6</sub>H<sub>5</sub>-C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>)

Site	C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> -C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )		
	Ete	Hiver	Moyenne
32	0,20	0,18	0,19
29	0,21	0,24	0,23
28	0,15	0,10	0,13
27	0,83	0,46	0,65
25	0,14	0,10	0,12
02bis	0,12	0,20	0,16
03	0,14	0,08	0,11
11	0,10	0,08	0,09
08	0,11	0,09	0,10
06	0,12	0,10	0,11
10	0,12	0,10	0,11
12	0,12	0,11	0,11
16	0,13	0,11	0,12
18	0,20	0,18	0,19
21	0,14	0,19	0,16
23	0,18	0,16	0,17
31	0,14	0,19	0,17
34	0,21	0,19	0,20
35	0,21	0,27	0,24
19	0,21	0,21	0,21
37	0,17	0,12	0,15
05	0,11	0,09	0,10
45	0,16	0,11	0,14
44	0,23	0,23	0,23
42	0,31	0,12	0,22
43	0,23	0,21	0,22
41	0,17	0,20	0,19

Tableau 17 : Détail des mesures en éthyl-benzène

## MESURES EN M,P-XYLENES (META & PARA $3\text{HC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3$ )

Site	m,p-xylènes ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Ete	Hiver	Moyenne
32	0,42	0,21	0,32
29	0,49	0,66	0,58
28	0,27	0,26	0,27
27	2,39	1,46	1,92
25	0,23	0,25	0,24
02bis	0,23	0,47	0,35
03	0,29	0,20	0,24
11	0,17	0,19	0,18
08	0,20	0,23	0,21
06	0,20	0,22	0,21
10	0,21	0,26	0,24
12	0,21	0,26	0,23
16	0,25	0,28	0,26
18	0,47	0,54	0,50
21	0,28	0,48	0,38
23	0,39	0,42	0,41
31	0,27	0,47	0,37
34	0,50	0,53	0,52
35	0,56	0,81	0,68
19	0,54	0,63	0,59
37	0,43	0,34	0,38
05	0,17	0,20	0,18
45	0,34	0,26	0,30
44	0,57	0,68	0,62
42	0,85	0,37	0,61
43	0,57	0,62	0,60
41	0,38	0,59	0,48

Tableau 18 : Détail des mesures en m,p-xylènes

MESURES EN O-XYLENE (ORTHO  $3\text{HC-C}_6\text{H}_4\text{-CH}_3$ )

Site	o-xylène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	Ete	Hiver	Moyenne
32	0,24	0,18	0,21
29	0,26	0,28	0,27
28	0,17	0,16	0,16
27	1,15	0,52	0,84
25	0,14	0,16	0,15
02bis	0,13	0,19	0,16
03	0,17	0,14	0,16
11	0,13	0,13	0,13
08	0,14	0,15	0,14
06	0,13	0,13	0,13
10	0,12	0,15	0,14
12	0,14	0,17	0,15
16	0,15	0,17	0,16
18	0,25	0,27	0,26
21	0,17	0,26	0,21
23	0,30	0,25	0,27
31	0,16	0,26	0,21
34	0,26	0,29	0,28
35	0,31	0,45	0,38
19	0,28	0,34	0,31
37	0,23	0,20	0,21
05	0,12	0,15	0,13
45	0,19	0,16	0,17
44	0,31	0,38	0,35
42	0,41	0,23	0,32
43	0,30	0,33	0,32
41	0,22	0,31	0,27

Tableau 19 : Détail des mesures en o-xylène

# ANNEXE 5 : LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

DU 17 MAI AU 14 JUIN 2011

## Températures et précipitations

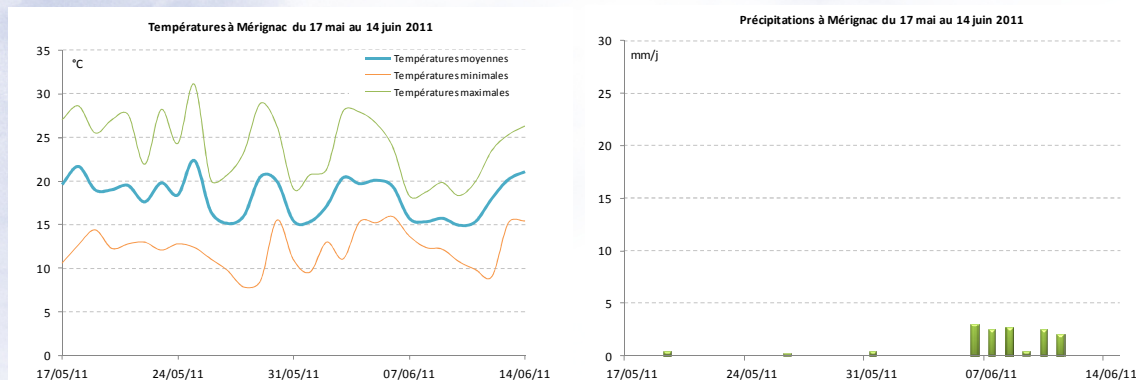


Figure 18 : Températures et précipitations à Mérignac<sup>2</sup> du 17 mai au 14 juin 2011

Les températures ont été de saison (18,2°C en moyenne sur la période). Le temps est resté très sec, avec seulement 13,8 mm de précipitations enregistrés (normales : 65 mm sur cette période), et uniquement 9 jours de pluie sur 29.

## Vents

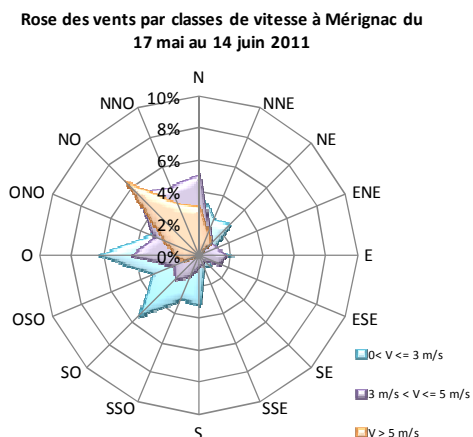


Figure 19 : Rose des vents à Mérignac<sup>3</sup> du 17 mai au 14 juin 2011

Les vents ont été moyens pendant la phase estivale, avec 44% des données horaires inférieures ou égales à 3 m/s (soit 11 km/h). Il faut signaler que la majorité des masses d'air provenaient du secteur ouest (65 % des données).

<sup>2</sup> Données mises à disposition par METEO-FRANCE

<sup>3</sup> Données mises à disposition par METEO-FRANCE

## DU 23 NOVEMBRE AU 20 DÉCEMBRE 2011

### Températures et précipitations

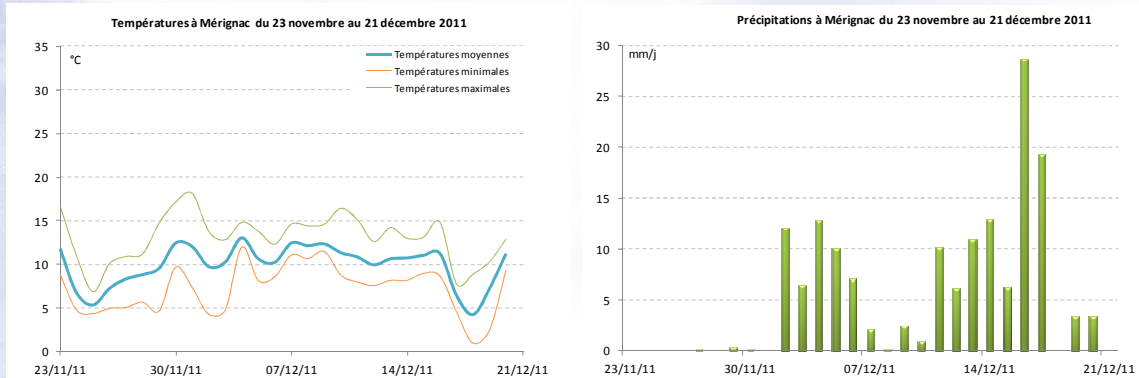


Figure 20 : Températures et précipitations à Mérignac<sup>4</sup> du 23 novembre au 20 décembre 2011

La période d'étude a été dans les températures de saison (moyenne établie à 10°C), mais pluvieuse, en particulier sur le mois de décembre. En effet, les précipitations enregistrées sont de 156 mm de pluie, contre 106 mm pour les normales saisonnières.

### Vents

Rose des vents par classes de vitesse à Mérignac du 23 novembre au 20 décembre 2011

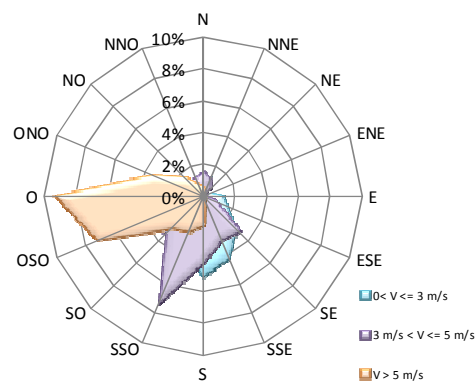


Figure 21 : Rose des vents à Mérignac<sup>5</sup> du 23 novembre au 20 décembre 2011

Les vents ont été forts pendant la campagne de mesure, avec en particulier de forts vents d'Ouest, favorables à la dispersion de la pollution atmosphérique. A noter également des vents de Sud-Sud-Ouest significatifs sur la période de mesure.

<sup>4</sup> Données mises à disposition par METEO-FRANCE

<sup>5</sup> Données mises à disposition par METEO-FRANCE

## ANNEXE 6 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

### FIGURES

Figure 1 : Zone d'étude.....	5
Figure 2 : Données NO <sub>2</sub> 2011 sur les stations fixes d'AIRAQ sur l'agglomération bordelaise .....	7
Figure 3 : Distribution croissante des sites par concentration en NO <sub>2</sub> .....	9
Figure 4 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote-2011 .....	10
Figure 5 : Données NO <sub>2</sub> 2004 sur les stations fixes d'AIRAQ sur l'agglomération bordelaise .....	11
Figure 6 : Evolution des moyennes annuelles en dioxyde d'azote entre 2004 et 2011 .....	11
Figure 7 : Distribution croissante des concentrations en benzène.....	14
Figure 8 : Cartographie des concentrations moyennes en benzène-2011 .....	15
Figure 9 : Evolution des moyennes hivernales en benzène entre 2004 et 2011 .....	16
Figure 10 : Evolution des moyennes hivernales en toluène entre 2004 et 2011 .....	18
Figure 11 : Evolution des moyennes hivernales en (éthylbenzène+xylènes) entre 2004 et 2011.....	19
Figure 12 : Corrélation entre le benzène, le toluène et les xylènes .....	19
Figure 13 : Inventaire des émissions d'oxydes d'azote en Aquitaine (AIRAQ – Inventaire 2006 V2011) .....	22
Figure 14 : répartition des émissions de COVNM en Aquitaine en 2006 (en %).....	24
Figure 15 : Coupe d'un tube de Palmes .....	25
Figure 16 : Eléments d'un tube à diffusion radiale .....	26
Figure 17 : Echantillonneurs passifs placés sous leur abri de protection .....	26
Figure 18 : Températures et précipitations à Mérignac du 17 mai au 14 juin 2011 .....	35
Figure 19 : Rose des vents à Mérignac du 17 mai au 14 juin 2011 .....	35
Figure 20 : Températures et précipitations à Mérignac du 23 novembre au 20 décembre 2011 .....	36
Figure 21 : Rose des vents à Mérignac du 23 novembre au 20 décembre 2011 .....	36

### TABLEAUX

Tableau 1 : Synthèse des concentrations mesurées en dioxyde d'azote .....	7
Tableau 2 : Détail des évolutions par typologie de sites - dioxyde d'azote .....	12
Tableau 3 : Synthèse des concentrations mesurées en benzène .....	13
Tableau 4 : Détail des évolutions par typologie des sites - benzène .....	16
Tableau 5 : Synthèse des concentrations mesurées en toluène .....	17
Tableau 6 : Détail des évolutions par typologie des sites – toluène .....	18
Tableau 7 : Synthèse des concentrations mesurées en (éthylbenzène+xylènes).....	18
Tableau 8 : Détail des évolutions par typologie des sites - (éthylbenzène+xylènes).....	19
Tableau 9 : Réglementation relative aux oxydes d'azote.....	23
Tableau 10 : Réglementation relative au benzène.....	24
Tableau 11 : Localisation des sites sur la plate-forme aéroportuaire.....	27
Tableau 12 : Localisation des sites de proximité automobile.....	28
Tableau 13 : Localisation des sites de fond .....	28
Tableau 14 : Détail des mesures en dioxyde d'azote.....	29
Tableau 15 : Détail des mesures en benzène.....	30
Tableau 16 : Détail des mesures en toluène.....	31
Tableau 17 : Détail des mesures en éthyl-benzène .....	32
Tableau 18 : Détail des mesures en m,p-xylènes .....	33
Tableau 19 : Détail des mesures en o-xylène .....	34