

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  
**A<sub>t</sub>mo Aquitaine**

Rapport n° ET/MM/15/02

## Campagne de mesures :

Étude ESPROB : Evaluation de la qualité de l'air sur des  
Etablissements Sensibles à Proximité de la R0cade Bordelaise

Ecole Labarde (Bordeaux) et Ecole Jules Michelet (Cenon)



Etude **ESPROB** : Evaluation de la qualité de l'air sur des  
Etablissements Sensibles à Proximité de la **ROcade Bordelaise**  
*Ecole Labarde (Bordeaux) et Ecole Jules Michelet (Cenon)*  
Campagnes du 18/09 au 12/11/2014 et du 03/02 au 23/03/2015

|                  |  |
|------------------|--|
| Rédaction        | Pierre-Yves GUERNION, Responsable Études |
| Vérification     | Sarah LE BAIL, Ingénieur d'Études        |
| Approbation      | Patrick BOURQUIN, Directeur              |
| Date             | 17/04/2015                               |
| Référence        | Rapport n° ET/MM/15/02                   |
| Nombres de pages | 37                                       |



# SOMMAIRE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>GLOSSAIRE .....</b>   | <b>3</b>  |
| <b>AVANT PROPOS.....</b>   | <b>4</b>  |
| <b>INTRODUCTION.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>I. ZONE D'ÉTUDES .....</b>  | <b>6</b>  |
| I.1. IMPLANTATION DES LABORATOIRES MOBILES.....                                | 6         |
| I.2. IMPLANTATION DES ECHANTILLONNEURS PASSIFS.....                            | 7         |
| <b>II. ÉQUIPEMENTS DE MESURES .....</b>  | <b>9</b>  |
| II.1. MESURES PAR LABORATOIRE MOBILE .....                                     | 9         |
| II.2. MESURES PAR ECHANTILLONNAGE PASSIF.....                                  | 10        |
| II.2.1. Principe de l'échantillonnage passif.....                              | 10        |
| II.2.2. Mesure du dioxyde d'azote.....   | 10        |
| II.2.3. Méthodes de validation .....   | 11        |
| II.2.4. Bilan chiffré .....  | 11        |
| <b>III. RÉSULTATS DES MESURES – LABORATOIRES MOBILES.....</b>                  | <b>12</b> |
| III.1. LES OXYDES D'AZOTE.....   | 12        |
| III.1.1. Évolution horaire.....  | 12        |
| III.1.2. Maximum journalier .....  | 14        |
| III.1.3. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année ..... | 14        |
| III.1.4. Respect de la réglementation .....                                    | 16        |
| III.2. LES PARTICULES EN SUSPENSION PM10.....                                  | 17        |
| III.2.1. Évolution journalière.....  | 17        |
| III.2.2. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année ..... | 19        |
| III.2.3. Respect de la réglementation .....                                    | 20        |
| III.3. LES PARTICULES FINES PM2,5 .....  | 21        |
| III.3.1. Évolution journalière.....  | 21        |
| III.3.2. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année ..... | 23        |
| III.3.3. Respect de la réglementation .....                                    | 24        |
| <b>IV. RÉSULTATS DES MESURES – TUBES PASSIFS.....</b>                          | <b>24</b> |
| IV.1. TRANSECTS .....  | 24        |
| IV.2. LOI DE DECROISSANCE EXPERIMENTALE .....                                  | 25        |
| IV.3. REPRESENTATIVITE DE LA PERIODE DE MESURES PAR RAPPORT A L'ANNEE .....    | 25        |
| <b>V. SYNTHÈSE DES RESULTATS .....</b>   | <b>26</b> |
| <b>CONCLUSION.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>ANNEXES.....</b>  | <b>28</b> |

# GLOSSAIRE

**$\mu\text{g}/\text{m}^3$**  : l'unité de mesure est le microgramme par mètre cube d'air ( $1\mu\text{g} = 0,000\ 001\text{g}$ ).

**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

**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<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.

**PM10** : particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 10  $\mu\text{m}$ .

**PM2,5** : particules dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ .

**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.

**Seuil d'information et de recommandations (SIR)** : seuil au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

**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 installation routière, est susceptible d'être exposée. La Directive 2008/50/CE précise qu'ils doivent se situer à moins de 10 m de l'axe de circulation le plus proche.

**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.

**Transect** : ensemble de points situés de part et d'autre de l'axe de manière perpendiculaire, afin d'étudier la décroissance des niveaux en fonction de la distance à l'axe

**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.

## 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. Ainsi, l'agglomération bordelaise est surveillée à l'aide de trois stations urbaines de fond, trois stations de proximité automobile, trois stations périurbaines, ainsi qu'une station de proximité industrielle.

Sur ce réseau de surveillance, des dépassements réguliers de valeur limite ont été observés entre 2007 et 2010 en PM10 sur l'agglomération bordelaise. En complément, des dépassements de valeur limite en NO<sub>2</sub> sont régulièrement observés sur l'agglomération depuis 2008.

Afin de répondre à cette problématique de qualité de l'air, une révision du PPA (Plan de Protection de l'Atmosphère) de l'agglomération bordelaise a été engagée, et un nouveau PPA a été arrêté par le Préfet de la Gironde le 17 décembre 2012, pour une durée de 5 ans.

Parmi les actions du PPA, l'une d'entre elles vise à **mieux caractériser la qualité de l'air à proximité de la rocade bordelaise**, en ciblant préférentiellement les établissements recevant du public sensible. Cette action a été définie suite à l'évaluation des Risques Sanitaires réalisée dans le cadre de la mise à 2x3 voies de la rocade bordelaise entre les échangeurs 4 et 15<sup>1</sup>. AIRAQ a donc été missionnée par la DREAL et l'ARS pour l'évaluation de la qualité de l'air sur des Etablissements Sensibles à Proximité de la ROcade Bordelaise (étude ESPROB). A l'instar du suivi réalisé en 2013-2014 sur une clinique et une résidence pour personnes âgées<sup>2</sup>, deux établissements scolaires ont fait l'objet de campagnes de mesures, à savoir l'école élémentaire Labarde, située à Bordeaux-Bacalan, et l'école élémentaire Jules Michelet, située à Cenon. L'objet de ce rapport est de présenter les résultats obtenus sur ces deux sites.

Ces campagnes de mesures se sont déroulées du 18/09 au 12/11/2014 et du 03/02 au 23/03/2015 sur ces deux établissements. Les laboratoires mobiles ont permis de mesurer en continu les teneurs des polluants réglementés suivants :

- Particules en suspension (PM10)
- Particules fines (PM2,5)
- Oxydes d'azote (NOx)

En complément, des mesures par tubes passifs ont permis de déterminer les niveaux en dioxyde d'azote, ainsi que d'étudier l'évolution des niveaux de ce polluant en fonction de la distance à la rocade.

<sup>1</sup> Commentaires et suites données à l'Etude des Risques Sanitaires (ERS) effectuée par BioMonitor pour le compte de la DREAL Aquitaine dans le cadre de la mise à 2x3 voies de la rocade de Bordeaux

[http://www.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Note\\_de\\_presentation\\_du\\_rapport\\_d\\_etudes\\_cle777817.pdf](http://www.aquitaine.developpement-durable.gouv.fr/IMG/pdf/Note_de_presentation_du_rapport_d_etudes_cle777817.pdf)

<sup>2</sup>synthèse de l'étude : [http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/redacteur/Synthese\\_124\\_ESPROB\\_Bordeaux.pdf](http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Synthese_124_ESPROB_Bordeaux.pdf)

# I. ZONE D'ÉTUDES

## I.1. Implantation des laboratoires mobiles

Les campagnes de mesures se sont déroulées du 18/09/14 au 12/11/14 et du 03/02/15 au 23/03/15. Les laboratoires mobiles ont été installés :

- Au sein de l'école élémentaire Labarde, 156 avenue Labarde à Bordeaux (distance à la rocade 120 m)
- A proximité immédiate de l'école élémentaire Jules Michelet, 2 rue André Gide à Cenon (distance à la rocade 65 m) soit :
  - o Sur le parking de l'école lors de la 1<sup>ère</sup> phase
  - o A proximité de la cantine lors de la 2<sup>ème</sup> phase

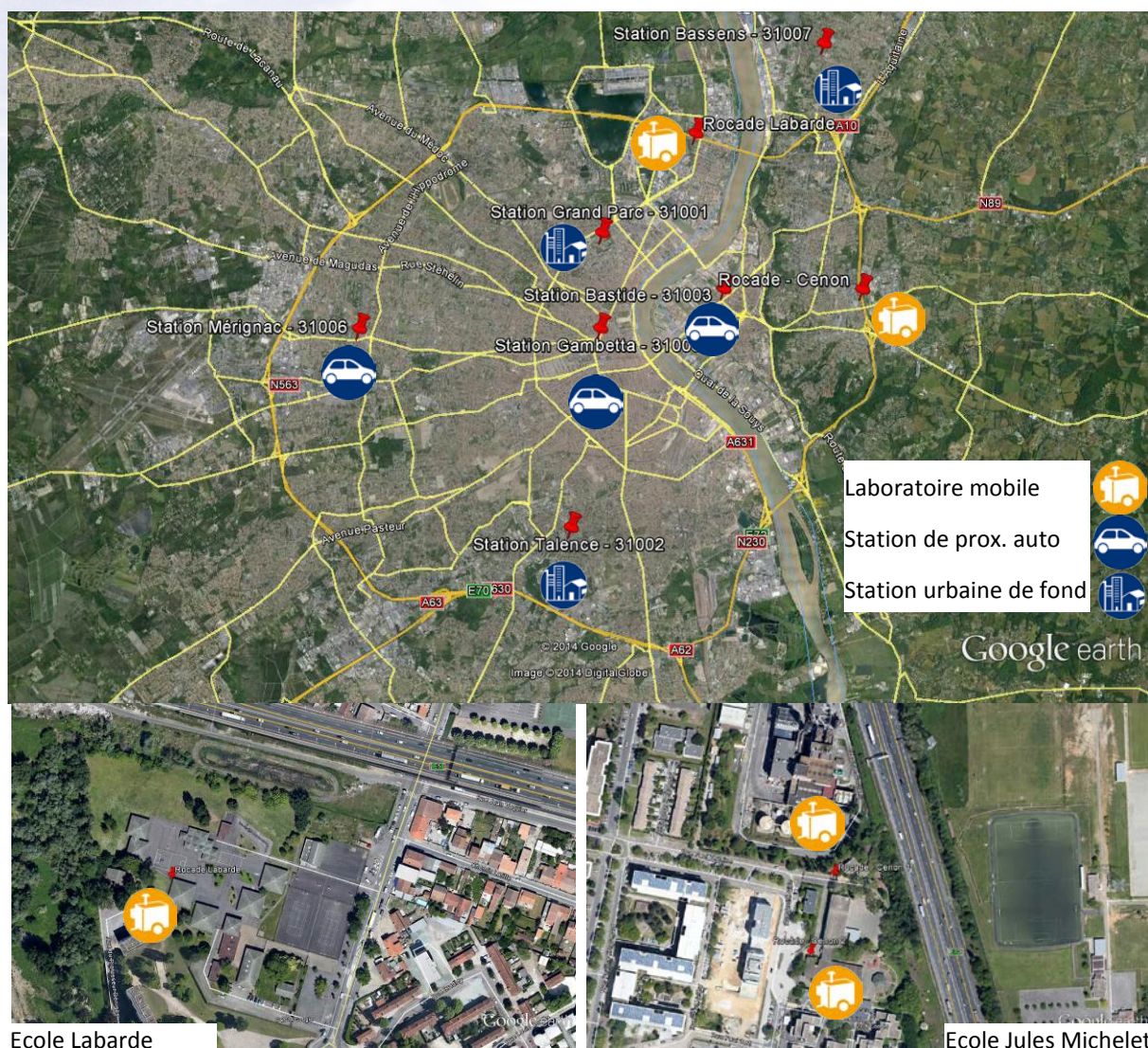


Figure 1 : Vues aériennes large et resserrées des zones d'études

Selon le document de référence de l'ADEME<sup>3</sup>, ces sites **sont intermédiaires** entre des sites de proximité automobile (distance à l'axe supérieure à 10 m), et des sites de fond (distance à un axe supportant un trafic de plus de 70 000 véhicules/jour (cas de la rocade) inférieur à 200 m). Il s'agit donc de stations pouvant être **qualifiées d'observation**, sans pouvoir se référer directement à la classification ADEME.

<sup>3</sup> Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air – Document ADEME n°4307 Édition de juin 2002

## I.2. Implantation des échantillonneurs passifs

En complément des mesures par laboratoire mobile, des demi-transects d'échantillonneurs passifs ont été réalisés afin de déterminer la décroissance des niveaux de dioxyde d'azote, au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la rocade. Ces campagnes ont eu lieu du 02/10 au 30/10/14 et du 05/02 au 05/03/15.

Ainsi, un demi-transect, à l'extérieur de la rocade (sites T3-E) a été instrumenté à proximité de l'école Labarde, sur le quartier de Bacalan (cf. Figure 2). De même, un demi-transect à l'intérieur de la rocade (sites T4-I) a été instrumenté à proximité de l'école Jules Michelet (cf. Figure 3)

Au final, 9 sites de mesures ont été sélectionnés :

- 4 sites sur le transect T3-E
- 5 sites sur le transect T4-I



Figure 2 : Implantation des tubes passifs - Transect T3-E





Figure 3 : Implantation des tubes à diffusion - Transect T4-I

## II. ÉQUIPEMENTS DE MESURES

### II.1. Mesures par laboratoire mobile

Le laboratoire mobile est équipé d'analyseurs permettant la mesure des polluants réglementés suivants :

- les particules en suspension (PM10)
- les particules fines (PM2,5)
- les oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>)

La station mobile est une remorque laboratoire dont les dimensions sont les suivantes :

longueur : 4,70 mètres

largeur : 2 mètres

hauteur : 3,20 mètres

Le poids de la remorque est de 2,5 tonnes.

L'emplacement de la remorque répond à des contraintes techniques et demande ainsi d'être situé au maximum à 40 mètres d'un compteur électrique. Pour le raccordement électrique de la remorque, la puissance minimale nécessaire est de 6 kWh, soit une intensité de 32 ampères en 220 volts monophasé. Son implantation nécessite un sol dur, le plus horizontal possible. De même, étant équipée d'une tête de prélèvement d'air située environ à 4 mètres du sol, la remorque ne doit pas être placée à côté d'une haie ou d'un mur supérieur à 4 mètres.



Figure 4 : Laboratoire mobile sur l'école Labarde



Phase 1

Phase 2

Figure 5 : Laboratoire mobile sur l'école Jules Michelet

## II.2. Mesures par 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.

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.

La technique par diffusion passive est donc un moyen simple, rapide et peu onéreux d'estimer une tendance générale de la qualité de l'air ambiant. Toutefois, ce principe de mesure s'avère être moins précis que les capteurs actifs. En effet, la qualité des mesures est conditionnée par des paramètres liés aux conditions d'exposition des tubes et à leur manipulation. Il faut donc, avant toute analyse des résultats, tenir compte des paramètres de précision et de répétabilité des données fournies par les tubes passifs.



Figure 6 : Echantillonneurs passifs placés sous leur abri de protection

### II.2.1. Principe de l'échantillonnage passif

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).

**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>)

### II.2.2. 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.

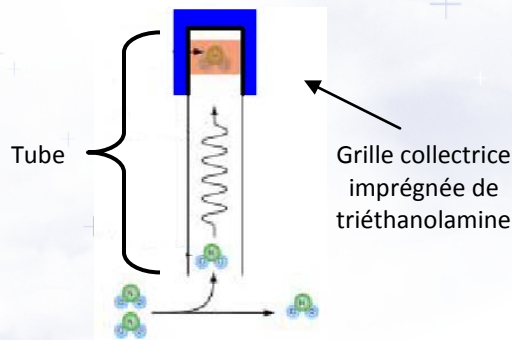


Figure 7 : Coupe d'un tube de Palmes

### II.2.3. 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 totalité des sites. Cette méthode permet non seulement d'assurer une meilleure fiabilité des mesures, mais également de détecter d'éventuelles mesures aberrantes. Elle s'appuie sur les recommandations d'un guide rédigé par l'ADEME<sup>4</sup>.

### II.2.4. Bilan chiffré

Sur l'ensemble de la campagne, 80 tubes échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub> ont été installés au cours des 4 séries de mesures, soit 20 tubes par série (pour des raisons techniques, ces mesures sont effectuées par 2 tubes en parallèle).

Pour chaque série de mesures, la répartition des tubes s'était faite comme suit :

- 8 tubes sur le transect T3-E : 4 sites en doublon
- 10 tubes sur le transect T4-I : 5 sites en doublon
- 2 blancs

#### **Phase 1 :**

Lors de la première série, un tube n'a pu être exploité, à savoir un des tubes du site T3-E-060 (tube volé). Toutefois, grâce aux doublons installés, des résultats sont disponibles pour ce site.

Lors de la deuxième série, tous les tubes ont pu être exploités.

#### **Phase 2 :**

Lors des deux séries, tous les tubes ont pu être exploités.

<sup>4</sup> Groupe de travail national sur les échantillonneurs passifs – Guide « Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » - 2002

### III. RÉSULTATS DES MESURES – LABORATOIRES MOBILES

Les résultats des mesures des laboratoires mobiles sont comparés à ceux des stations de proximité automobile de Bordeaux-Gambetta et de Mérignac, ainsi qu'à la station urbaine de fond de Talence.

#### III.1. Les oxydes d'azote

Le terme NOx regroupe le NO et le NO<sub>2</sub>. Ce sont des polluants primaires très bons indicateurs de la pollution automobile. Leur comportement est plutôt local. Seul le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), pour lequel il existe des normes basées sur des moyennes horaires et annuelles, sera présenté.

##### III.1.1. Évolution horaire

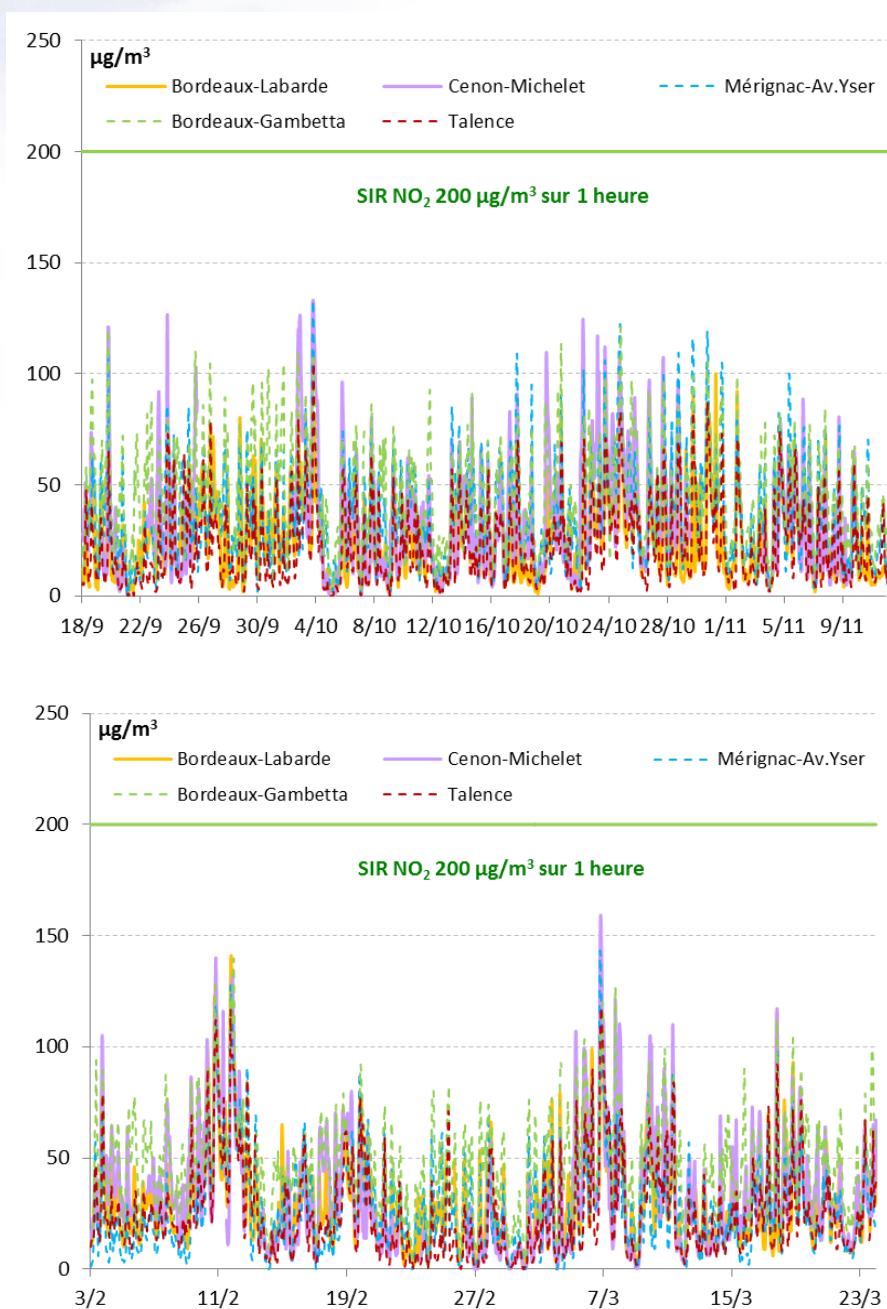


Figure 8 : Evolution horaire du NO<sub>2</sub> – Phases 1 et 2

| NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | Bordeaux-Labarde | Cenon-Michelet | Mérignac-Av.Yser | Bordeaux-Gambetta | Talence     |
|--------------------------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|
| Phase 1                              | 25,6             | 34,3           | 35,8             | 45,1              | 22,2        |
| Phase 2                              | 29,5             | 33,3           | 27,3             | 46,6              | 25,0        |
| <b>Moyenne</b>                       | <b>27,5</b>      | <b>33,8</b>    | <b>31,5</b>      | <b>45,9</b>       | <b>23,6</b> |
| Max horaire                          | 141              | 159            | 143              | 139               | 118         |

Tableau 1 : Synthèse des concentrations mesurées en NO<sub>2</sub> – Analyseurs automatiques

Les niveaux en dioxyde d'azote sur les deux établissements sensibles sont inférieurs à ceux observés sur la station de proximité automobile de Bordeaux-Gambetta, et supérieurs à ceux observés en situation de fond. Une différence de comportement est toutefois observée entre le site de Bordeaux Labarde et celui de Cenon Michelet, qui présente des niveaux sensiblement plus élevés. Deux phénomènes peuvent expliquer cette différence :

- La distance plus importante par rapport à la rocade sur le site de Labarde (120 m contre 65 m)
- Un trafic plus soutenu sur la rocade « Est » par rapport à la rocade « Ouest »

Aussi, le site de Labarde présente des niveaux inférieurs à toutes les stations de proximité automobile de l'agglomération bordelaise, alors que le site de Michelet a des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à celles de la station de Mérignac avenue du l'Yser.

Ces résultats traduisent bien la décroissance assez rapide des niveaux en dioxyde d'azote à proximité des axes routiers, déjà documentée dans plusieurs rapports d'AIRAQ, et détaillée également dans le §IV.1.

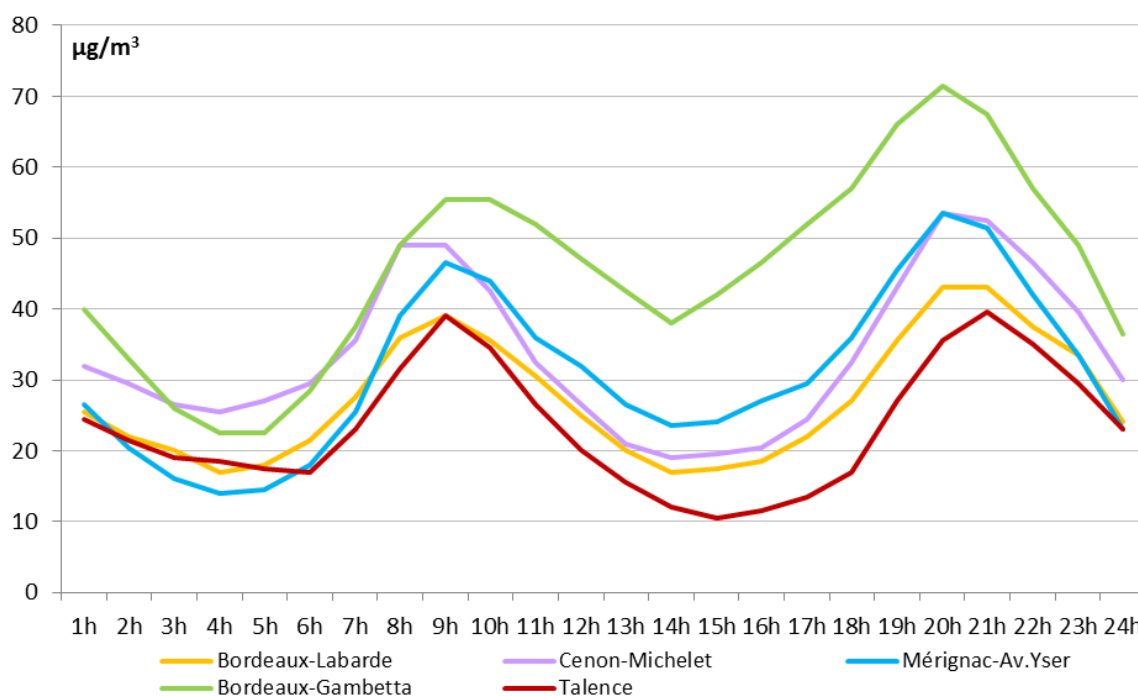


Figure 9 : Profils moyens journaliers du NO<sub>2</sub>

En étudiant le profil moyen journalier présenté en Figure 9, il apparaît que tous les sites ont le profil caractéristique du dioxyde d'azote, avec deux pics, le matin et le soir en lien avec le trafic automobile. Les niveaux les plus soutenus sont observés sur les stations de proximité automobile de Bordeaux-Gambetta et de Mérignac avenue de l'Yser, ainsi que sur le site de Michelet. Sur le site de Labarde, les niveaux sont plus faibles que sur les sites de proximité automobile, mais légèrement supérieurs à ceux observés sur Talence (site de fond), en particulier dans la journée.

### III.1.2. Maximum journalier

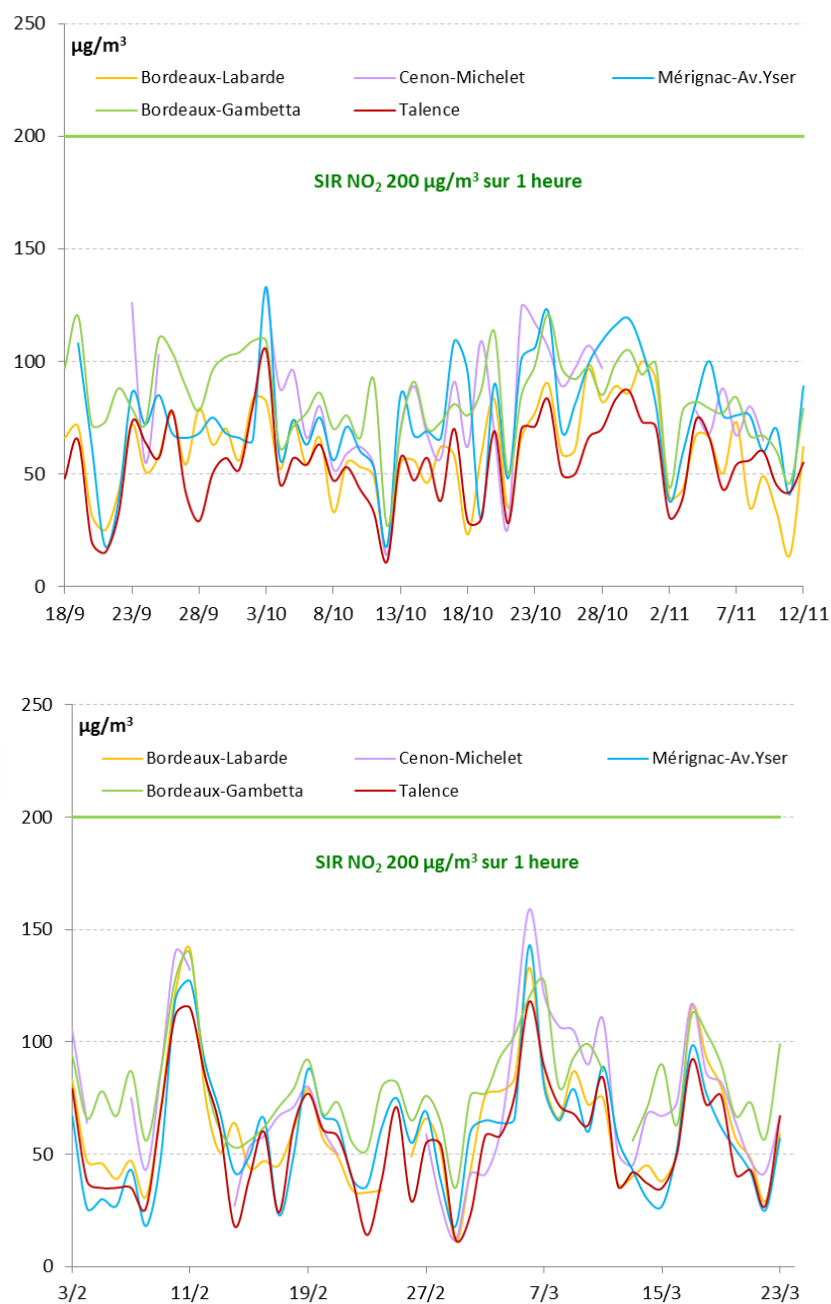


Figure 10 : Evolution des maxima journaliers du NO<sub>2</sub>

Au niveau des maxima journaliers, la même tendance se confirme, avec des niveaux assez proches entre l'école Labarde et la station de Talence, alors que l'école Michelet présente des niveaux maximums proches de ceux de Bordeaux-Gambetta. La station de Mérignac présente quant à elle des niveaux intermédiaires entre ces deux groupes.

### III.1.3. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année

Comme indiqué en introduction, il est possible d'établir une moyenne annuelle indicative avec les 2 campagnes de mesures différentes couvrant a minima 14 % de l'année. Toutefois, il est intéressant de vérifier si la période de mesures est bien représentative. A ce titre, les moyennes obtenues sur les stations fixes AIRAQ de l'agglomération sur la période de mesures (18/09-12/11/14 et 03/02-23/03/15) sont comparées avec la moyenne annuelle 2014. Les résultats de cette comparaison sont présentés Figure 11.

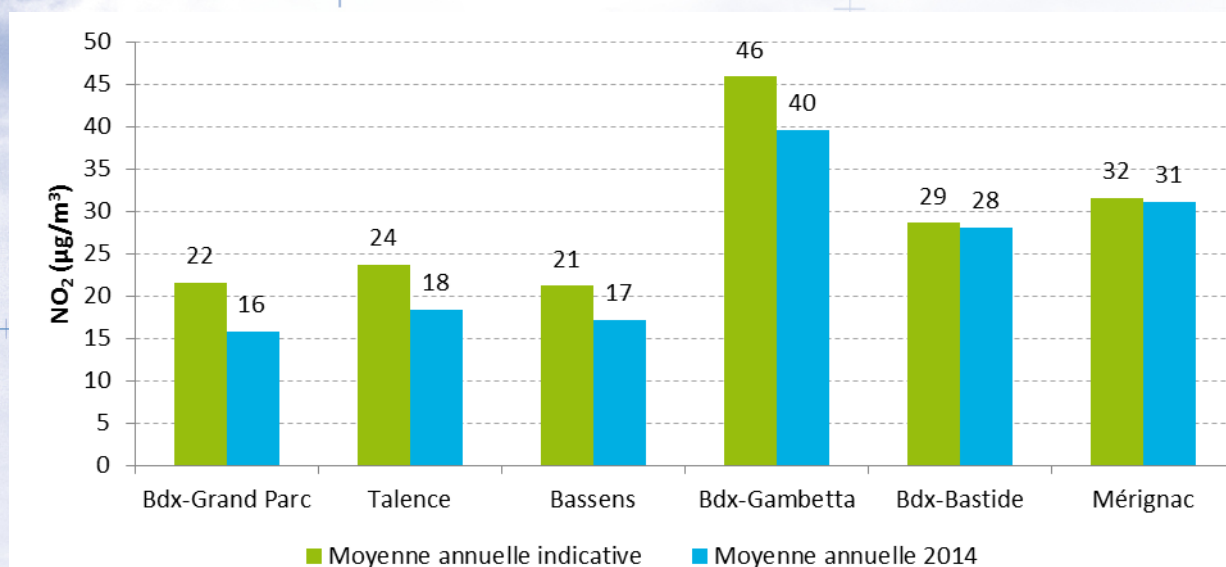


Figure 11 : Comparaison moyenne campagnes laboratoire mobile / moyenne annuelle - NO<sub>2</sub>

A l'exception des stations de Mérignac (av. Yser) et de Bordeaux-Bastide, la moyenne annuelle indicative calculée sur la campagne de mesure surestime significativement la moyenne annuelle 2014 (écart compris entre 4 et 6 µg/m<sup>3</sup>). Aussi, les moyennes calculées sur cette étude sont au-delà de la moyenne annuelle réelle de 2014. Deux raisons peuvent expliquer cet écart :

- Une année 2014 relativement clémente en terme de qualité de l'air
- A l'inverse, un 1<sup>er</sup> trimestre 2015, inclus dans cette étude, présentant plusieurs épisodes favorables à l'accumulation de la pollution, via des conditions peu dispersives (en particulier vers le 11/02 et du 18 au 21/03)

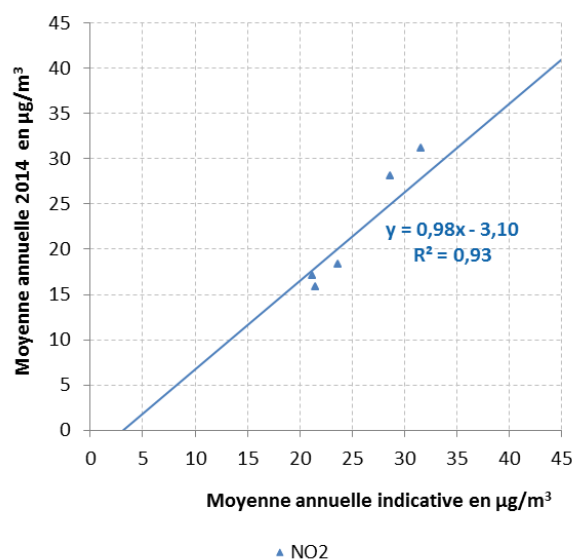


Figure 12 : Corrélation moyenne campagnes laboratoire mobile / moyenne annuelle - NO<sub>2</sub>

La droite de corrélation établie indique que la moyenne annuelle indicative surestime d'environ 3 µg/m<sup>3</sup> la moyenne annuelle réelle, ce qui est satisfaisant au niveau qualité des résultats, au regard des exigences de la directive 2008/50/CE sur les mesures indicatives. Aussi, il est raisonnable de comparer ces valeurs aux valeurs réglementaires annuelles.

En prenant en compte cette corrélation, la moyenne annuelle 2014 pourrait être ré-estimée :

- Sur l'école Labarde à  $(27,5 \times 0,98 - 3,10)$ , soit 23,9 µg/m<sup>3</sup>
- Sur l'école Michelet à  $(33,8 \times 0,98 - 3,10)$ , soit 30,0 µg/m<sup>3</sup>



#### III.1.4. Respect de la réglementation

Avec des moyennes annuelles indicatives de  $27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $33,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement sur l'école Labarde et l'école Michelet, la valeur limite en moyenne annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est respectée sur les deux sites. Cette observation reste a fortiori valable lorsque l'on ré-estime les moyennes annuelles sur la base de la surestimation observée lors de la campagne de mesures.

De même, avec des maxima horaires de  $141 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , le seuil d'information et de recommandations ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et le seuil d'alerte ( $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant 3 h consécutives) sont tous les deux respectés sur ces sites.

## III.2. Les particules en suspension PM10

Pour les particules en suspension, les normes sont basées sur des moyennes journalières. Aussi, seules les données journalières seront présentées.

### III.2.1. Évolution journalière

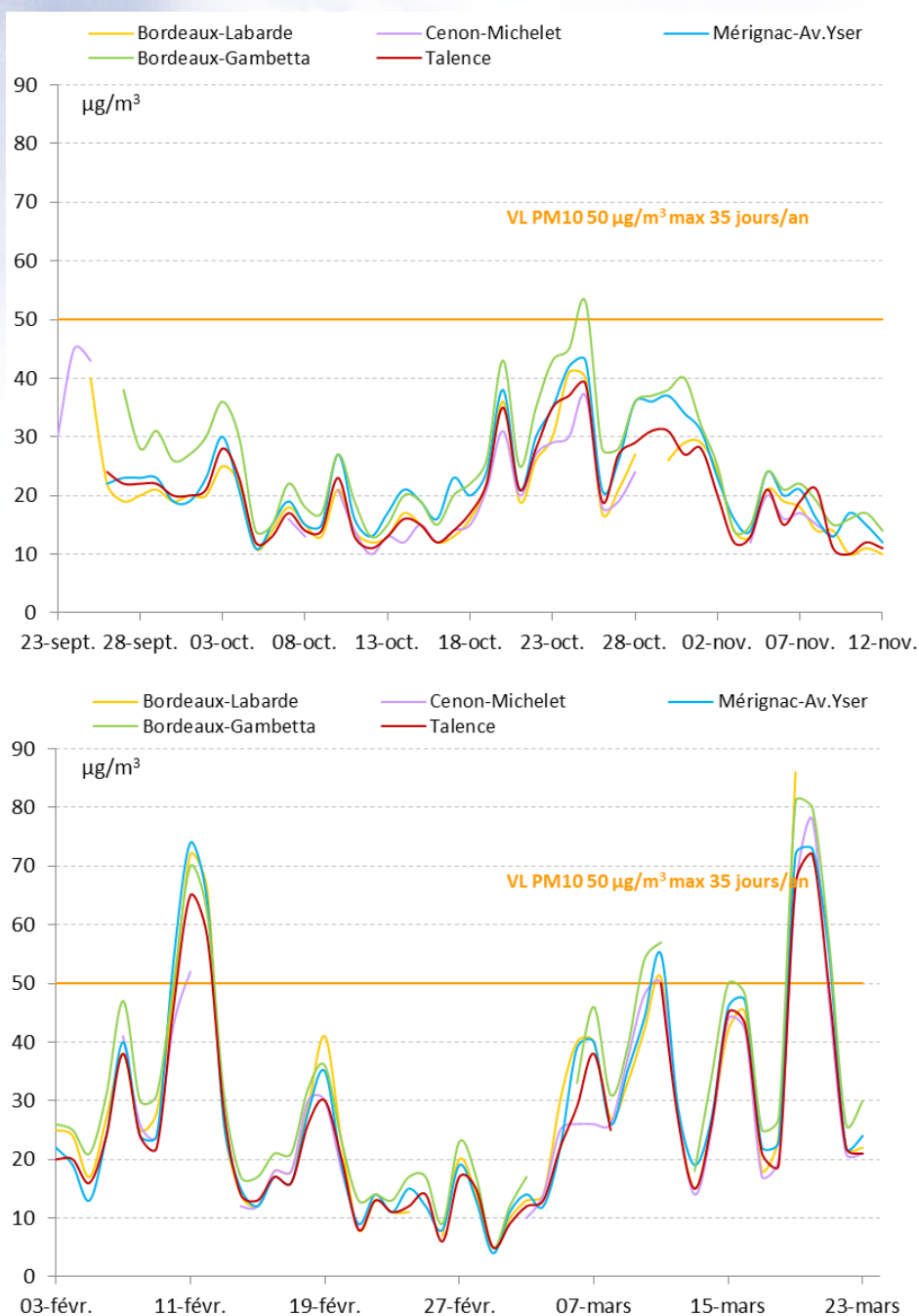


Figure 13 : Evolution des moyennes journalières des PM10

| PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Bordeaux-Labarde | Cenon-Michelet | Mérignac-Av.Yser | Bordeaux-Gambetta | Talence     |
|-----------------------------------|------------------|----------------|------------------|-------------------|-------------|
| Phase 1                           | 20,1             | 20,4           | 22,8             | 26,0              | 20,4        |
| Phase 2                           | 28,0             | 29,4           | 28,3             | 32,3              | 26,0        |
| <b>Moyenne</b>                    | <b>24,0</b>      | <b>24,9</b>    | <b>25,6</b>      | <b>29,1</b>       | <b>23,2</b> |
| Max journalier                    | 86               | 78             | 74               | 81                | 72          |

Tableau 2 : Synthèse des concentrations mesurées en PM10

Les niveaux en PM10 sur les deux établissements sensibles sont plus faibles que ceux observés sur les stations de proximité automobile, mais plus élevés que sur la station urbaine de fond de Talence. Les différences entre les sites sont moins marquées que pour le dioxyde d'azote du fait que les PM sont issues de multiples sources, dont le trafic routier, mais aussi le secteur résidentiel, qui peut impacter fortement les niveaux observés sur les stations urbaines de fond.

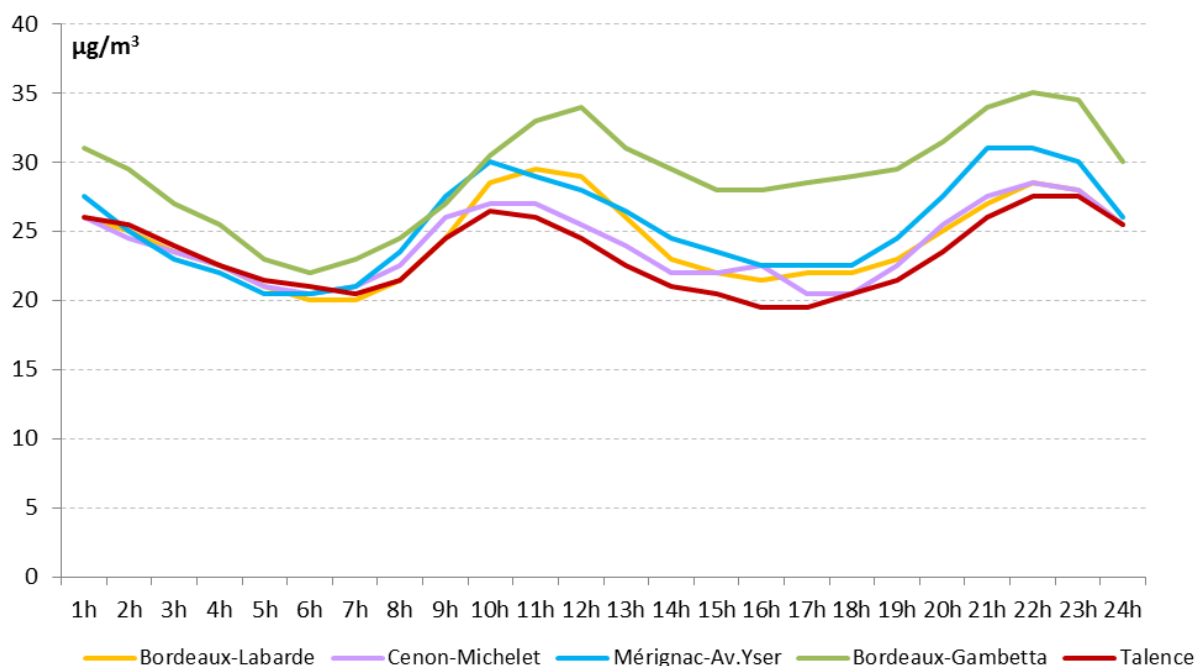


Figure 14 : Profils moyens journaliers des PM10

Les profils moyens journaliers présentés en Figure 14 ont une allure globale équivalente, même s'il apparaît que le pic trafic du matin est plutôt légèrement décalé sur le site de Labarde, tout comme celui de Bordeaux-Gambetta. Le pic du soir, plus étalé, est quant à lui la combinaison des surémissions, à la fois du trafic, mais aussi du chauffage.

### III.2.2. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année

Comme pour le dioxyde d'azote, il est possible, sur la base des observations réalisées sur les stations AIRAQ de l'agglomération, d'étudier la représentativité de la période de mesures par rapport à la moyenne annuelle. Ainsi, la Figure 15 présente la comparaison pour 6 stations de la moyenne pour la période allant du 23/09 au 12/11/14 et du 03/02 au 23/03/15 (moyenne annuelle indicative), à la moyenne annuelle réellement observée sur ces stations en 2014 (moyenne 2014).

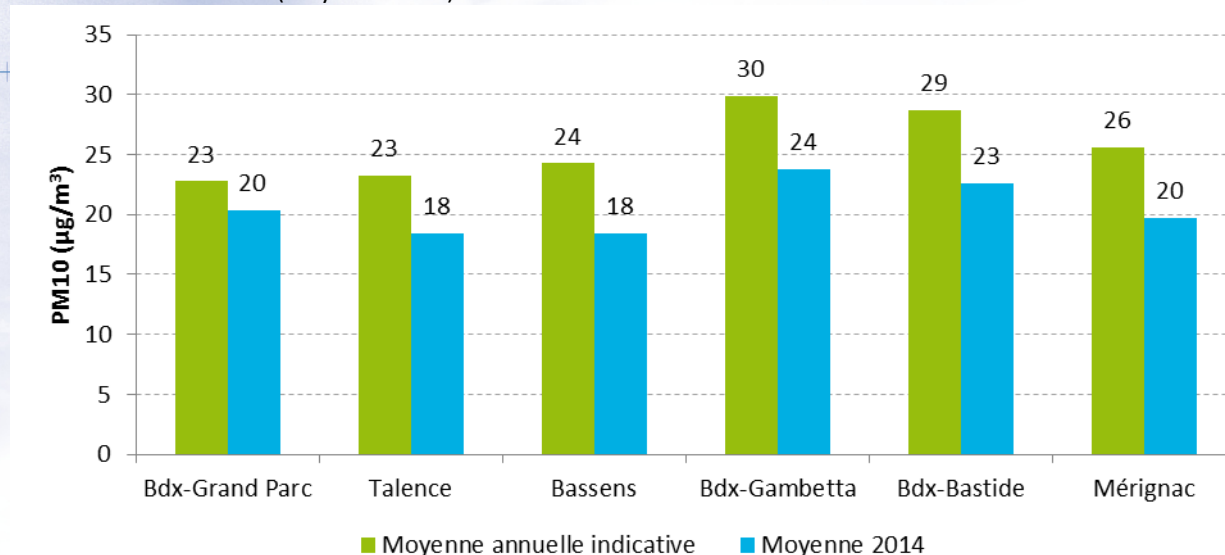


Figure 15 : Comparaison moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM10

Sur toutes les stations, il ressort que la moyenne de la campagne de mesure surestime la moyenne annuelle (de l'ordre de 3 à 6 µg/m<sup>3</sup> selon les stations). La droite de corrélation établie Figure 16 indique que la moyenne annuelle indicative surestime d'environ 20 % la moyenne annuelle réelle. Les épisodes de pollution aux PM10 observés, en particulier lors de la phase de mesure de février-mars 2015 sont responsables de cette surestimation, qui est significative, même si cette évaluation reste acceptable au regard des exigences de la directive 2008/50/CE sur les mesures indicatives.

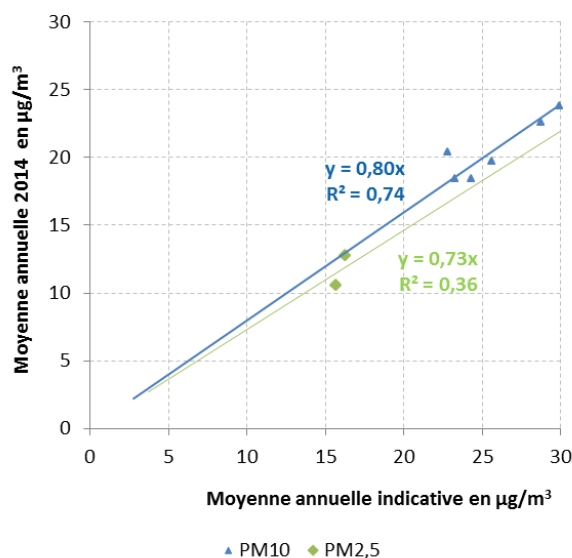


Figure 16 : Corrélation moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM10 et PM2,5

En prenant en compte cette corrélation, la moyenne annuelle 2014 pourrait être ré-estimée :

- Sur l'école Labarde à (24,0x0,80), soit 19,2 µg/m<sup>3</sup>
- Sur l'école Michelet à (24,9x0,80), soit 19,9 µg/m<sup>3</sup>

### III.2.3. Respect de la réglementation

Avec des moyennes annuelles indicatives de  $24,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $24,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la valeur limite en moyenne annuelle ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et l'objectif de qualité ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont tous deux respectés sur les deux établissements sensibles investigués. Cette observation reste a fortiori valable lorsque l'on ré-estime les moyennes annuelles sur la base de la surestimation observée lors de la campagne de mesures.

Avec des maxima journaliers de  $86 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (école Labarde) et  $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (école Michelet), la valeur de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspondant au seuil d'information et de recommandations, et à la valeur limite à ne pas dépasser plus de 35 jours/an a été dépassée quatre fois sur les deux sites, exclusivement sur la deuxième phase de mesures. Le seuil d'alerte, fixé à  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a même été dépassé une journée (le 19/03) sur le site de Labarde, pendant l'épisode de pollution généralisé observé sur la région Aquitaine. Des valeurs approchant ou dépassant ce seuil ont été observées au même moment sur les stations du réseau AIRAQ de l'agglomération bordelaise. La carte ci-dessous illustre l'ampleur du phénomène à l'échelle régionale.

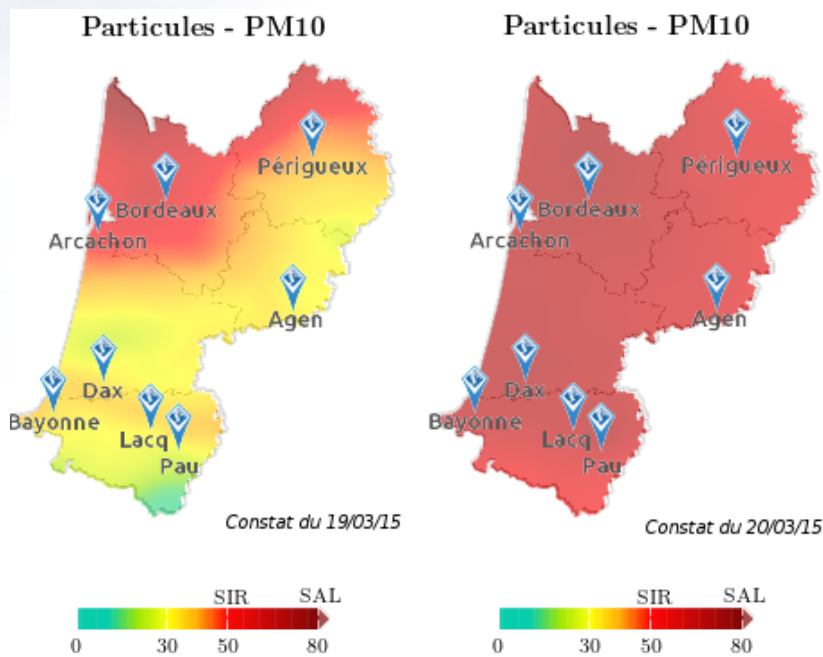


Figure 17 : Carte des niveaux de PM10 observés les 19 et 20/03/15

### III.3. Les particules fines PM2,5

Par analogie avec les particules en suspension, les données journalières en particules fines sont présentées.

#### III.3.1. Évolution journalière

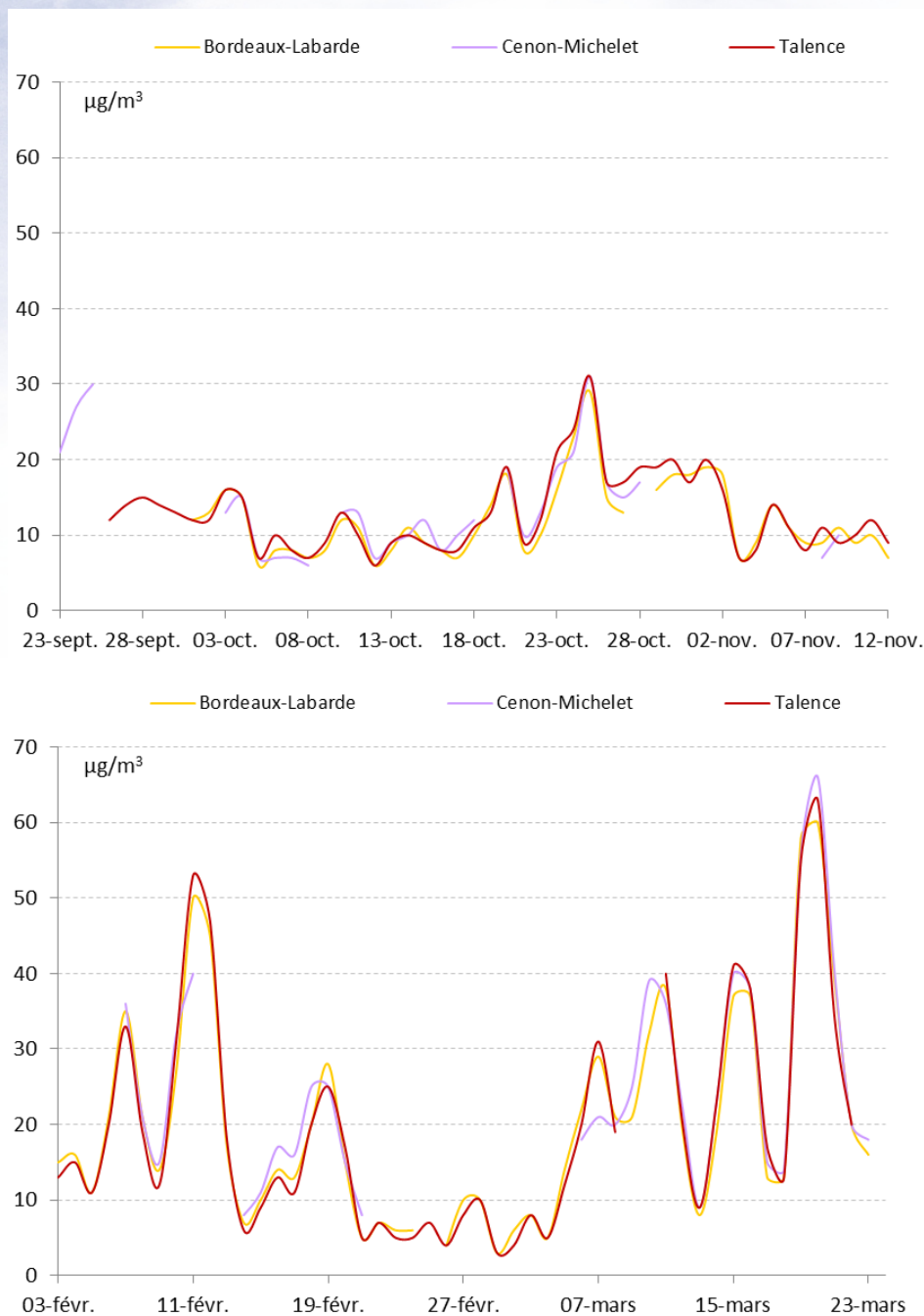


Figure 18 : Evolution des moyennes journalières des PM2,5

| PM2,5( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | Bordeaux-Labarde | Cenon-Michelet | Talence     |
|-----------------------------------|------------------|----------------|-------------|
| Phase 1                           | 12,0             | 13,9           | 12,9        |
| Phase 2                           | 20,1             | 25,2           | 19,5        |
| <b>Moyenne</b>                    | <b>16,1</b>      | <b>19,5</b>    | <b>16,2</b> |
| Max journalier                    | 60               | 66             | 63          |

Tableau 3 : Synthèse des concentrations mesurées en PM2,5

Les niveaux en PM2,5 sur l'école Labarde sont équivalents à ceux observés sur la station urbaine de fond de Talence. Sur l'école Michelet, les niveaux sont légèrement plus élevés, mais plutôt à mettre en lien avec une absence de données sur la période où des niveaux plus faibles en PM2,5 étaient observés (fin février et début mars 2015), ce qui augmente artificiellement la moyenne sur ce site.

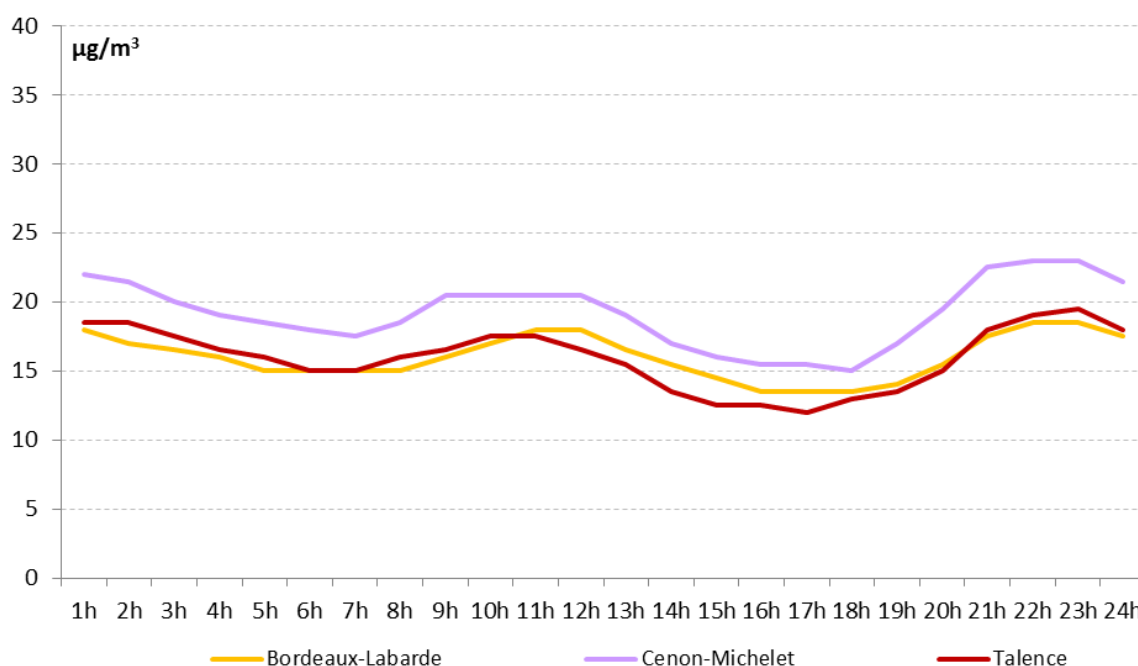


Figure 19 : Profils moyens journaliers des PM2,5

En étudiant le profil moyen journalier présenté en Figure 19, il apparaît que l'écart entre l'école Michelet et les autres sites est systématique tout au long de la journée, et même un peu amplifié en début de soirée.

### III.3.2. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année

Comme précédemment, il est possible, sur la base des observations réalisées sur les stations AIRAQ de l'agglomération, d'étudier la représentativité de la période de mesures par rapport à la moyenne annuelle. Ainsi, la Figure 20 présente pour les 2 stations AIRAQ de l'agglomération mesurant les PM<sub>2,5</sub> la comparaison de la moyenne pour la période allant du 23/09 au 12/11/14 et du 03/02 au 23/03/15 (moyenne annuelle indicative), à la moyenne annuelle réellement observée sur ces stations en 2014 (moyenne 2014).

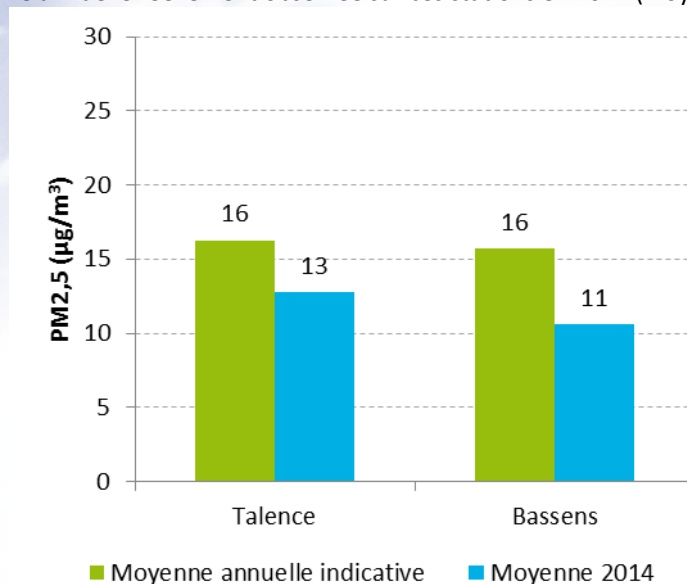


Figure 20 : Comparaison moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM<sub>2,5</sub>

De manière analogue aux PM<sub>10</sub>, sur ces stations, il ressort que la moyenne de la campagne de mesure surestime de 3 à 5 µg/m<sup>3</sup> la moyenne annuelle réelle. La droite de corrélation établie Figure 21 indique que la moyenne annuelle indicative surestime de plus de 25 % la moyenne annuelle réelle.

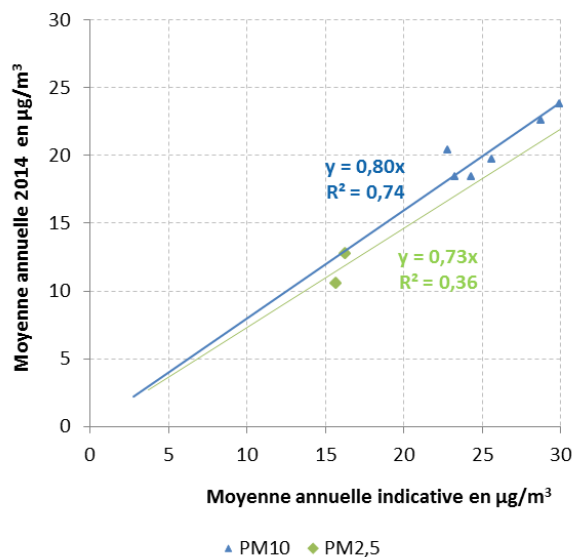


Figure 21 : Corrélation moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>

En prenant en compte cette corrélation, la moyenne annuelle 2014 pourrait être ré-estimée :

- Sur l'école Labarde à  $(16,1 \times 0,73)$ , soit 11,8 µg/m<sup>3</sup>
- Sur l'école Michelet à  $(19,5 \times 0,73)$ , soit 14,2 µg/m<sup>3</sup>



### III.3.3. Respect de la réglementation

Avec des moyennes annuelles indicatives de  $16,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , la valeur limite en moyenne annuelle pour l'année 2015 ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et la valeur cible pour 2020 ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sont tous deux respectées sur les deux établissements sensibles investigués. A l'inverse, l'objectif de qualité, fixé à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle est dépassé sur les deux sites, comme sur l'ensemble des sites surveillés par AIRAQ pour ce polluant. Ces observations restent valables lorsque l'on ré-estime les moyennes annuelles sur la base de la surestimation observée lors de la campagne de mesures.

## IV. RÉSULTATS DES MESURES – TUBES PASSIFS

### IV.1. Transects

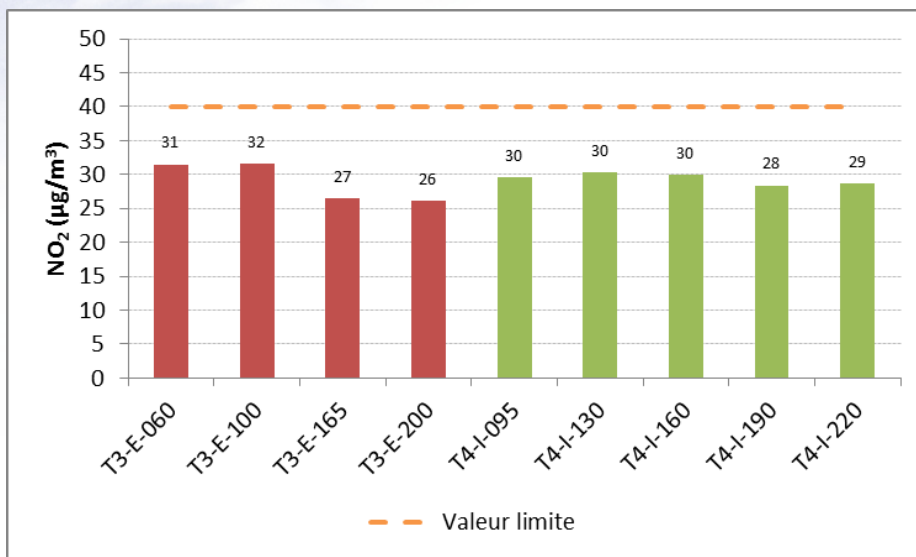


Figure 22 : Résultats en NO<sub>2</sub> – Transects

Sur les Figure 22 et Figure 23, sont présentés les résultats sur les transects. Les distances négatives représentent les points situés à l'extérieur de la rocade, alors que les distances positives représentent les points situés à l'intérieur de la rocade. D'une manière générale, la décroissance est visible des deux côtés de la rocade, bien qu'elle soit moins marquée que lors des campagnes précédentes de ce type réalisées par AIRAQ. Aucun point ne présente de niveaux supérieurs à la valeur limite, fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

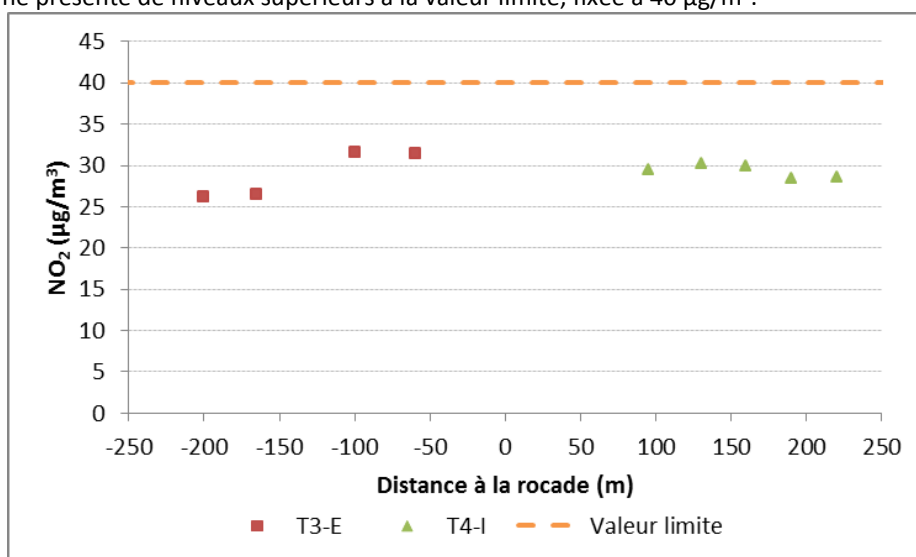


Figure 23 : Résultats en NO<sub>2</sub> en fonction de la distance à la voie de circulation la plus proche

## IV.2. Loi de décroissance expérimentale

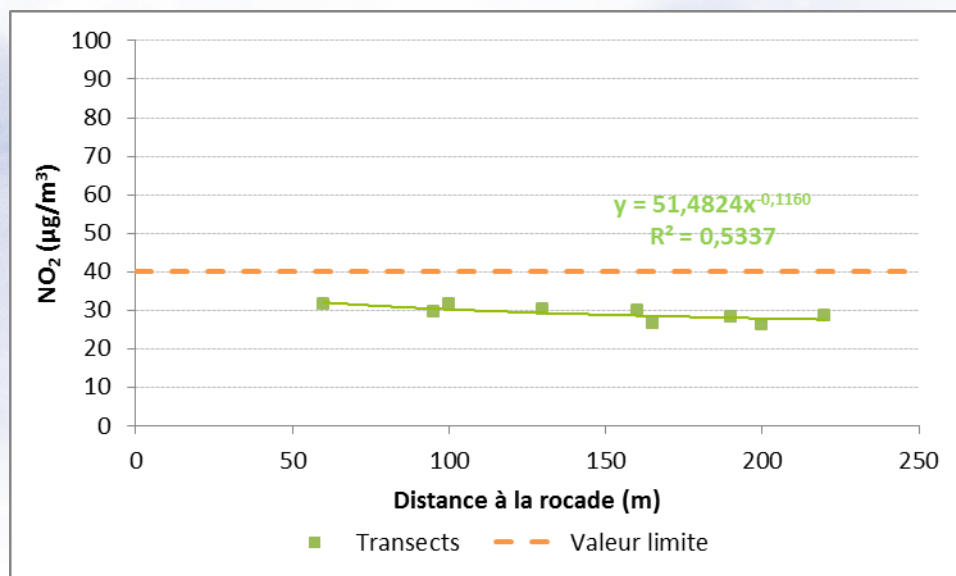


Figure 24 : Loi de décroissance expérimentale - Rocade

Comme indiqué précédemment, les transects donnent des résultats dépendants de la distance à la rocade. Aussi, une loi de décroissance expérimentale a été établie sur la base des résultats obtenus sur ces sites et est présentée en Figure 24. Il y apparaît que, sur la bande d'étude, la concentration en NO<sub>2</sub> décroît en puissance de la distance à l'axe. La corrélation de cette loi de décroissance est par contre assez moyenne, comparativement aux précédentes études réalisées par AIRAQ ( $r^2=0,53$ ). Sur la base de cette loi, il est possible de déterminer la distance  $x$  à partir de laquelle les niveaux sont inférieurs à la valeur limite ( $y=40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cette distance est établie par le calcul à environ 10 m. Aussi, par précaution, il peut être indiqué que les niveaux sont globalement inférieurs à la valeur limite en dioxyde d'azote au-delà de 20 m de la rocade. Ces résultats sont concordants avec ceux obtenus lors de précédentes études réalisées par AIRAQ<sup>5</sup>.

## IV.3. Représentativité de la période de mesures par rapport à l'année

Les campagnes de mesures ont eu lieu du 13 septembre au 11 octobre 2013 et du 14 mars au 11 avril 2014, soit une durée de 2 x 4 semaines. Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude ont donc la couverture temporelle suffisante pour permettre d'estimer une moyenne annuelle indicative au sens de la Directive Européenne 2008/50/CE pour l'estimation des concentrations moyennes en polluants sur l'ensemble d'une année.

Toutefois, comme pour les résultats issus du laboratoire mobile, il est possible d'estimer la représentativité des périodes de mesures par rapport à la moyenne annuelle. A cet effet, les moyennes annuelles 2014 en dioxyde d'azote des stations AIRAQ de l'agglomération sont comparées aux moyennes observées sur la période du 02/10 au 30/10/2014 et du 05/02 au 05/03/2015, soit la période des campagnes de mesures par tubes passifs (moyenne campagne TP).

<sup>5</sup> [http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/redacteur/synthese\\_76\\_D%C3%A9croissancePA.pdf](http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/synthese_76_D%C3%A9croissancePA.pdf)  
[http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user\\_upload/redacteur/Rapport\\_Rocade2013-2014\\_ETMM1404.pdf](http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Rapport_Rocade2013-2014_ETMM1404.pdf)

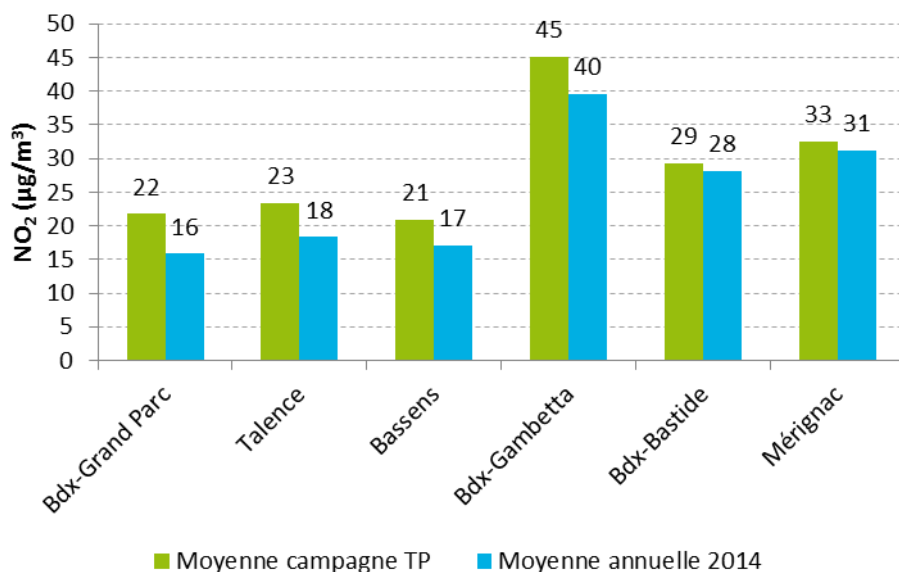


Figure 25 : Comparaison moyenne campagne tubes passifs / moyenne annuelle – NO<sub>2</sub>

Tout comme pour les mesures par moyen mobile, la moyenne annuelle indicative, calculée sur la campagne de mesures surestime globalement la moyenne annuelle réelle de 2014, de l'ordre de 15 %.

## V. SYNTHÈSE DES RESULTATS






| En µg/m <sup>3</sup>                | Bordeaux-Labarde  | Cenon-Michelet  | Mérignac-Av. Yser   | Bordeaux-Gambetta   | Talence   |
|-------------------------------------|---|---|---|---|---|
| Moyenne NO <sub>2</sub>             | <b>27,5</b>   | <b>33,8</b>   | 31,5  | 45,9  | 23,6  |
| Max horaire NO <sub>2</sub>         | <b>141</b>  | <b>159</b>  | 143   | 139   | 118   |
| Date du max horaire NO <sub>2</sub> | <b>11/02/15</b>   | <b>06/03/15</b>   | 06/03/15  | 11/02/15  | 06/03/15  |
| Moyenne PM10                        | <b>24,0</b>   | <b>24,9</b>   | 25,6  | 29,1  | 23,2  |
| Max journalier PM10                 | <b>86</b>   | <b>78</b>   | 74  | 81  | 72  |
| Date du max journalier PM10         | <b>19/03/15</b>   | <b>20/03/15</b>   | 11/02/15  | 19/03/15  | 20/03/15  |
| Moyenne PM2,5                       | <b>16,1</b>   | <b>19,5</b>   | non mesuré  | non mesuré  | 16,2  |
| Max journalier PM2,5                | <b>60</b>   | <b>66</b>   | non mesuré  | non mesuré  | 63  |
| Date du max journalier PM2,5        | <b>20/03/15</b>   | <b>20/03/15</b>   | non mesuré  | non mesuré  | 20/03/15  |
|                                     |  |  |  |  |  |

Tableau 4 : Récapitulatif des mesures

## CONCLUSION

Cette étude a été réalisée dans le cadre du Plan de Protection de l'Atmosphère de l'agglomération bordelaise, et vise à améliorer les connaissances sur la qualité de l'air à proximité de la rocade bordelaise, en ciblant les établissements recevant du public sensible, et ce, dans la continuité de l'étude précédente réalisée en 2013-2014. Deux établissements situés à proximité immédiate de la rocade ont ainsi été investigués, à savoir l'école élémentaire Labarde à Bordeaux-Bacalan, et l'école élémentaire Jules Michelet à Cenon.

Au niveau des polluants étudiés, il ressort les éléments suivants :

- Pour le dioxyde d'azote, des niveaux inférieurs à ceux de la station de proximité automobile de Bordeaux-Gambetta, et supérieurs à ceux observés en situation de fond. Les niveaux observés sur le site de Michelet sont significativement plus élevés que ceux de l'école Labarde, en lien, à la fois avec la distance plus faible avec la rocade, et le trafic plus important supporté sur la rocade Est. Au niveau réglementaire, toutes les valeurs fixées par la réglementation sont respectées sur les deux établissements. Les mesures effectuées par tubes passifs permettent d'estimer qu'au-delà de 20 m de la voie de droite de la rocade, la valeur limite fixée à  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle est respectée, même si la décroissance semble moins marquée dans cette étude que dans la précédente.
- Pour les PM<sub>10</sub>, les niveaux observés sur les établissements sensibles sont inférieurs à ceux de la station de proximité automobile de Bordeaux-Gambetta, et équivalents à ceux des autres stations fixes prises en référence. Les valeurs limites et l'objectif de qualité sont respectés pour ce polluant. Des dépassements ponctuels du seuil d'information et recommandations, voire du seuil d'alerte, ont toutefois été relevés lors des épisodes de pollution observés sur la région Aquitaine.
- Pour les PM<sub>2,5</sub>, la même observation est faite, à savoir des moyennes du même ordre de grandeur sur les différents sites. La valeur limite et la valeur cible sont respectées pour ce polluant. Seul l'objectif de qualité, fixé à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle est dépassé, ce qui est une observation assez générale sur l'Aquitaine, et la France métropolitaine.

En synthèse, et dans la continuité des résultats précédents, il ressort de cette étude que, sur les deux établissements investigués, les principales valeurs réglementaires sont respectées. Par ailleurs, aucune influence majeure de la rocade n'est observée pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub>. Pour ces polluants, les niveaux mesurés sont équivalents à des niveaux de fond urbains. Par contre, pour le dioxyde d'azote, une influence directe de la rocade est observée. Cet impact reste cependant limité sur les établissements sensibles, même s'il est plus important sur l'école Michelet, située plus près de la rocade que l'école Labarde. D'après les mesures réalisées par tube passif, un impact fort est attendu dans la bande des 20 m à proximité de la voie de droite, où des niveaux supérieurs à la valeur limite sont estimés.



## ANNEXES

Annexe 1 : Les polluants mesurés

Annexe 2 : Conditions météorologiques

Annexe 3 : Résultats des mesures par tubes passifs

Annexe 4 : Table des illustrations

## ANNEXE 1 : LES POLLUANTS MESURES

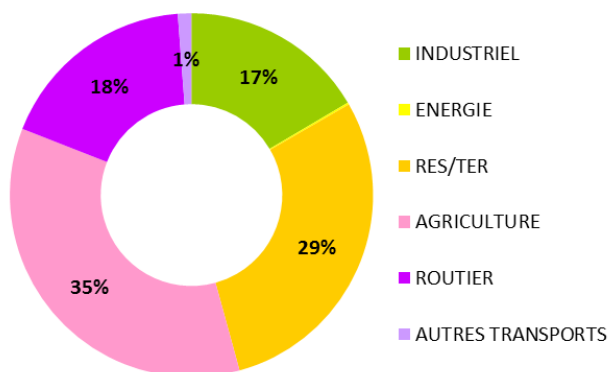
### LES PARTICULES EN SUSPENSION (PM10)

#### Sources

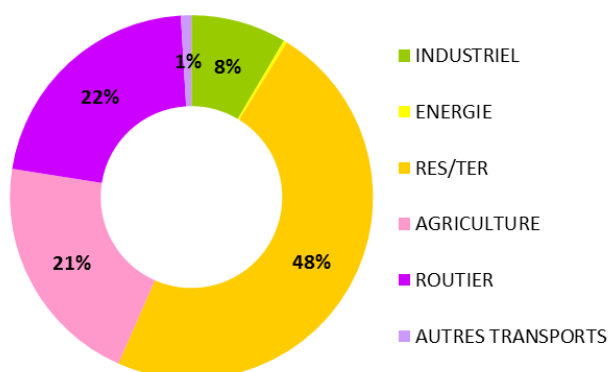
D'origine naturelle (érosion des sols, pollens, feux de biomasse, etc.) ou anthropique, les particules en suspension ont une gamme de taille qui varie de quelques microns à quelques dixièmes de millimètres. Les particules d'origine anthropique sont principalement libérées par la combustion incomplète des combustibles fossiles (carburants, chaudières ou procédés industriels). Elles peuvent être associées à d'autres polluants comme le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP), les métaux, les pollens, etc.

En 2012, les émissions de PM10 ont été estimées en Aquitaine à 21 298 tonnes et les émissions de PM2.5 à 12 614 tonnes, avec les répartitions suivantes :

Répartition des émissions de PM10 en Aquitaine



Répartition des émissions de PM2.5 en Aquitaine



*Répartition des émissions de particules en suspension PM10 et de particules fines PM2.5 en Aquitaine en 2012 (AIRAQ – Inventaire 2012 v1.0)*

Les secteurs de l'agriculture et du résidentiel/tertiaire contribuent pour la majeure partie aux émissions de PM10 avec une contribution respective de 35 % et 29 %. Les secteurs du transport routier et industriel, dans une moindre mesure avec 18 % et 17 % 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 22% et le secteur de l'agriculture avec 22 % 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 cancérogènes : 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<br>Particules en suspension – PM10 |  |
|--|--|
| Seuil d'information et de recommandations                              | 50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne <b>journalière</b> à 8h ou 14h locale  |
| Seuil d'alerte   | 80 µg/m <sup>3</sup> en moyenne <b>journalière</b> à 8h ou 14h locale  |
| Valeurs limites  | 90,4 % des moyennes <b>journalières</b> doivent être inférieures à 50 µg/m <sup>3</sup> (35 dépassements autorisés par an) |
|  | 40 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne <b>annuelle</b>   |
| Objectif de qualité  | 30 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne <b>annuelle</b>   |

| Décret 2010-1250 du 21 octobre 2010<br>Particules fines – PM2.5 |   |
|---|---|
| Valeur limite   | 25 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne <b>annuelle (2015)</b> |
| Valeur cible  | 20 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne <b>annuelle</b>        |
| Objectif de qualité   | 10 µg/m <sup>3</sup> pour la moyenne <b>annuelle</b>        |

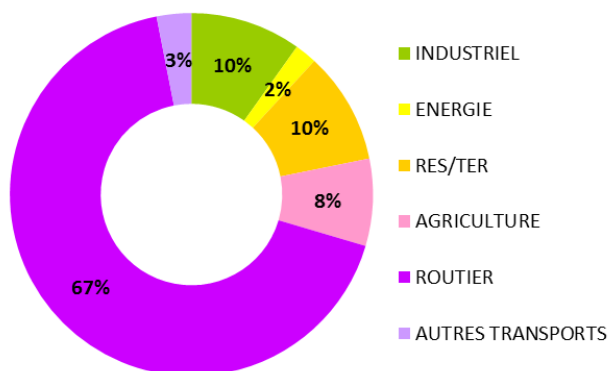
## LES OXYDES D'AZOTE (NOx)

### 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 2012, les émissions d'oxydes d'azote ont été estimées en Aquitaine à 50 495 tonnes, avec la répartition suivante :

Répartition des émissions de NOx en Aquitaine



*Répartition des émissions d'oxydes d'azote NOx en Aquitaine en 2012 (AIRAQ – Inventaire 2012 v1.0)*

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<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 (O<sub>3</sub>)** 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<br>Dioxyde d'azote - NO <sub>2</sub> |  |
|--|--|
| Seuil d'information et de recommandations                                | <b>200 µg/m<sup>3</sup></b> pour la valeur moyenne sur <b>1 heure</b>  |
| Seuil d'alerte   | <b>400 µg/m<sup>3</sup></b> pour la valeur horaire sur <b>3 heures consécutives</b> (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  | <b>99,8 %</b> des moyennes <b>horaires</b> doivent être inférieures à <b>200 µg/m<sup>3</sup></b> (18 dépassements autorisés par an)   |
|  | <b>40 µg/m<sup>3</sup></b> pour la moyenne <b>annuelle</b>   |
| Oxydes d'azote - NO <sub>x</sub>   |  |
| Valeur limite  | <b>30 µg eq NO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup></b> pour la moyenne <b>annuelle</b><br><b>(protection de la végétation)</b>   |

## ANNEXE 2 : CONDITIONS METEOROLOGIQUES

Les teneurs des polluants mesurées dans l'atmosphère dépendent essentiellement de deux facteurs, les émissions au sol (sources de pollution) et les conditions météorologiques. Afin de mieux interpréter les résultats des mesures, plusieurs paramètres météorologiques relevés pendant la campagne sont présentés ci-après : les températures, les précipitations, les vitesses et directions des vents.

### LES TEMPERATURES ET PRECIPITATIONS

La température est un paramètre très influent sur les teneurs en polluants atmosphériques. Un important écart thermique entre la nuit et le jour associé à des températures froides favorisera les phénomènes d'inversion thermique qui contribuent à l'accumulation des polluants.

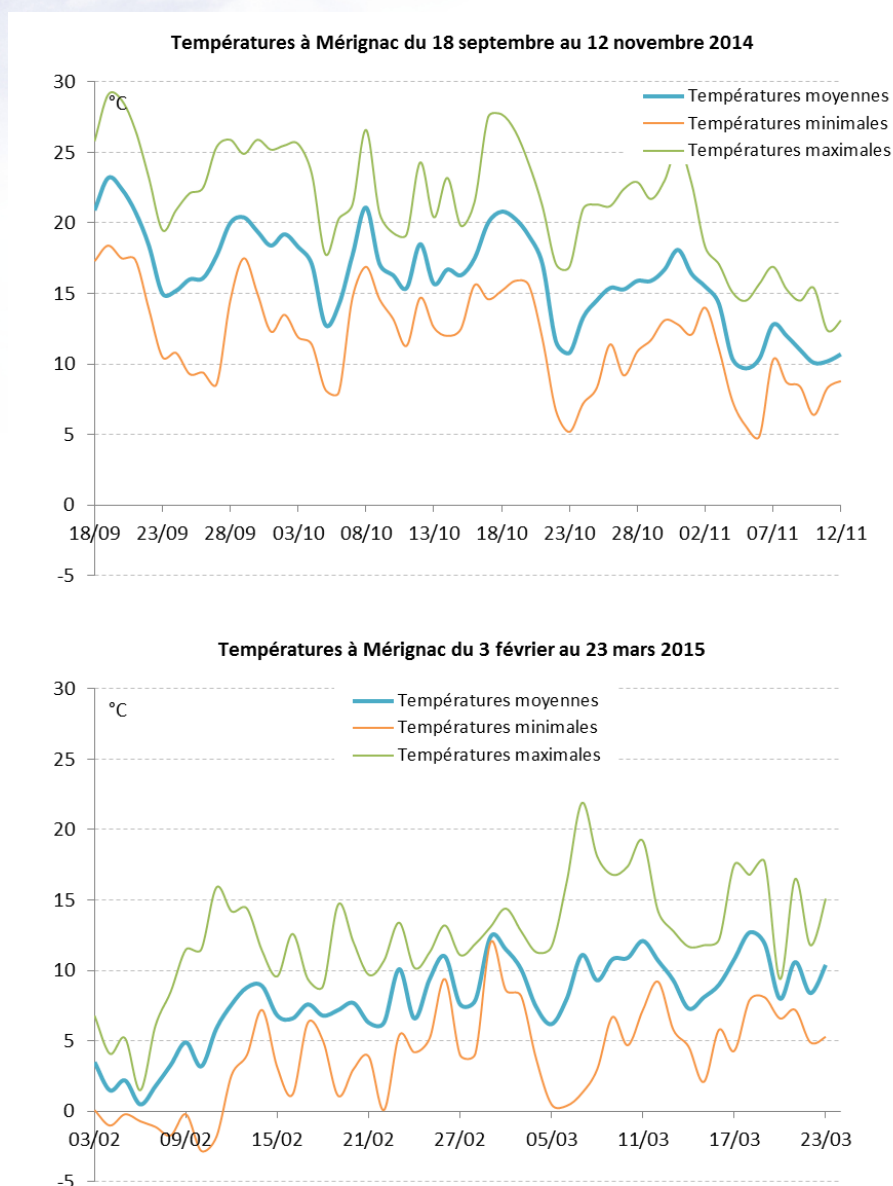


Figure 26 : Evolution journalière des températures<sup>6</sup> à Mérignac durant les campagnes de mesure

<sup>6</sup> relevées à la station Météo-France de Mérignac-aéroport.

Lors de la première phase de mesures, la température moyenne est de 16,2°C variant de 4,9°C à 29,1°C, extrema observés respectivement les 06/11 et 19/09. Globalement, les températures relevées pendant la campagne sont relativement douces pour la saison.

Lors de la deuxième phase de mesures, la température moyenne est de 7,9°C variant de -2,8°C à 21,9°C, extrema observés respectivement les 10/02 et 07/03. Les 10 premiers jours sont plutôt froids, puis des températures plus douces sont observées, conformément aux normales de saison.

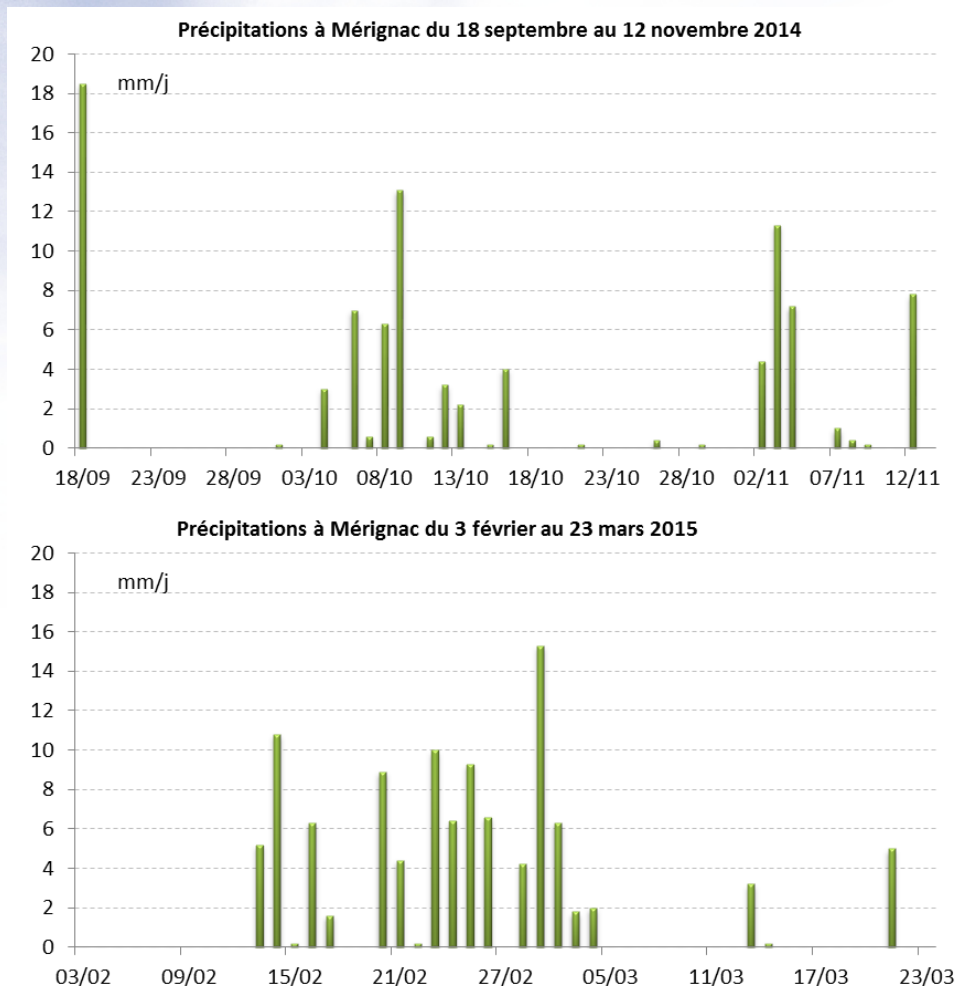


Figure 27 : Précipitations<sup>7</sup> à Mérignac durant les campagnes de mesure

Les campagnes de mesures ont vu des précipitations moyennes pour la saison. Au total, plus de 90 mm d'eau environ sont tombés sur la 1<sup>ère</sup> phase, et plus de 100 mm sur la 2<sup>ème</sup> phase.

<sup>7</sup> relevées à la station Météo-France de Mérignac-aéroport

## LES VENTS

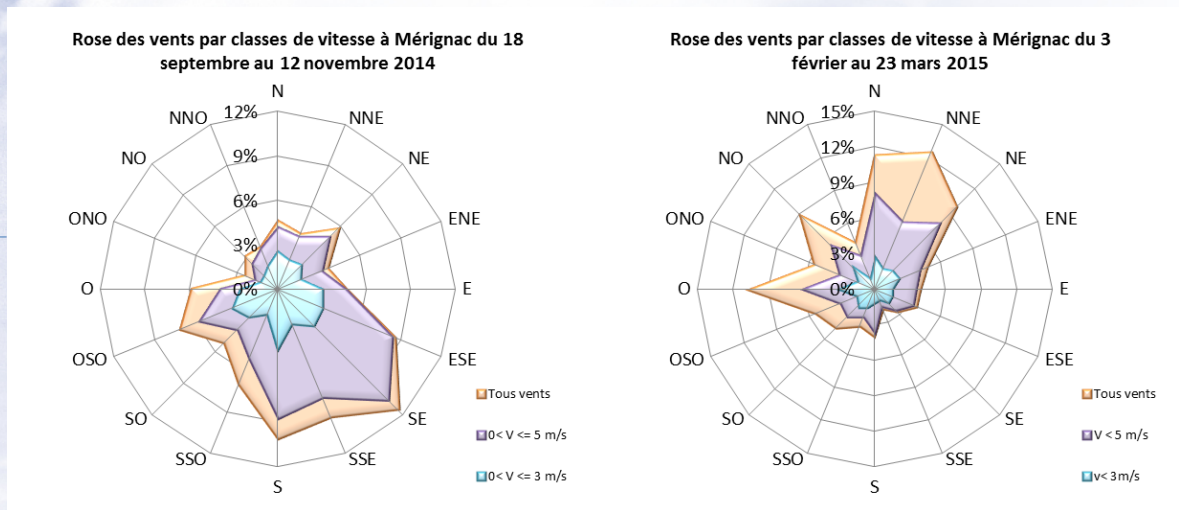


Figure 28 : Rose des vents à Mérignac<sup>8</sup> durant les campagnes de mesure

Le vent est un paramètre déterminant pour comprendre l'état de la pollution atmosphérique sur une zone. Il peut, selon sa force et sa direction, modifier la façon dont les polluants se répartissent sur l'ensemble de la zone étudiée.

Lors de la 1<sup>ère</sup> phase de mesures, les vents viennent majoritairement du Sud-Est, alors qu'ils sont plutôt orientés Nord-Est et Ouest sur la deuxième phase. Les vents de Nord-Est représentent sur cette phase les périodes avec des niveaux de pollution élevés, alors que les vents d'Ouest correspondent plus à des périodes de perturbation, plus propices à la dispersion. Les vents faibles (< 3 m/s) représentent environ 40 % des vents lors de la 1<sup>ère</sup> phase et 30 % lors de la 2<sup>ème</sup> phase.

<sup>8</sup> relevées au niveau de la station Météo-France de Mérignac-aéroport

## ANNEXE 3 : RESULTATS DES MESURES PAR TUBES PASSIFS

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

| Site     | NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) |         |         |
|----------|--------------------------------------|---------|---------|
|          | Phase 1                              | Phase 2 | Moyenne |
| T3-E-060 | 33,2                                 | 29,8    | 31,5    |
| T3-E-100 | 33,0                                 | 30,1    | 31,6    |
| T3-E-165 | 28,4                                 | 24,6    | 26,5    |
| T3-E-200 | 27,3                                 | 25,0    | 26,2    |
| T4-I-095 | 33,9                                 | 25,2    | 29,5    |
| T4-I-130 | 32,5                                 | 28,1    | 30,3    |
| T4-I-160 | 30,7                                 | 29,2    | 29,9    |
| T4-I-190 | 30,5                                 | 26,3    | 28,4    |
| T4-I-220 | 26,5                                 | 30,7    | 28,6    |

Tableau 5 : Détail des mesures en NO<sub>2</sub>

## ANNEXE 4 : TABLE DES ILLUSTRATIONS

### FIGURES

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Vues aériennes large et resserrées des zones d'études.....  | 6  |
| Figure 2 : Implantation des tubes passifs - Transect T3-E.....   | 7  |
| Figure 3 : Implantation des tubes à diffusion - Transect T4-I.....   | 8  |
| Figure 4 : Laboratoire mobile sur l'école Labarde.....   | 9  |
| Figure 5 : Laboratoire mobile sur l'école Jules Michelet.....  | 9  |
| Figure 6 : Echantillonneurs passifs placés sous leur abri de protection.....                                     | 10 |
| Figure 7 : Coupe d'un tube de Palmes.....  | 11 |
| Figure 8 : Evolution horaire du NO <sub>2</sub> – Phases 1 et 2.....   | 12 |
| Figure 9 : Profils moyens journaliers du NO <sub>2</sub> .....   | 13 |
| Figure 10 : Evolution des maxima journaliers du NO <sub>2</sub> .....  | 14 |
| Figure 11 : Comparaison moyenne campagnes laboratoire mobile / moyenne annuelle - NO <sub>2</sub> .....          | 15 |
| Figure 12 : Corrélation moyenne campagnes laboratoire mobile / moyenne annuelle - NO <sub>2</sub> .....          | 15 |
| Figure 13 : Evolution des moyennes journalières des PM10.....  | 17 |
| Figure 14 : Profils moyens journaliers des PM10.....   | 18 |
| Figure 15 : Comparaison moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM10.....                       | 19 |
| Figure 16 : Corrélation moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM10 et PM2,5.....              | 19 |
| Figure 17 : Carte des niveaux de PM10 observés les 19 et 20/03/15.....   | 20 |
| Figure 18 : Evolution des moyennes journalières des PM2,5.....   | 21 |
| Figure 19 : Profils moyens journaliers des PM2,5.....  | 22 |
| Figure 20 : Comparaison moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM2,5.....                      | 23 |
| Figure 21 : Corrélation moyenne campagne laboratoire mobile / moyenne annuelle – PM10 et PM2,5.....              | 23 |
| Figure 22 : Résultats en NO <sub>2</sub> – Transects.....  | 24 |
| Figure 23 : Résultats en NO <sub>2</sub> en fonction de la distance à la voie de circulation la plus proche..... | 24 |
| Figure 24 : Loi de décroissance expérimentale - Rocade.....  | 25 |
| Figure 25 : Comparaison moyenne campagne tubes passifs / moyenne annuelle – NO <sub>2</sub> .....                | 26 |
| Figure 26 : Evolution journalière des températures à Mérignac durant les campagnes de mesure.....                | 33 |
| Figure 27 : Précipitations à Mérignac durant les campagnes de mesure.....  | 34 |
| Figure 28 : Rose des vents à Mérignac durant les campagnes de mesure.....  | 35 |

### TABLEAUX

|  |    |
|--|----|
| Tableau 1 : Synthèse des concentrations mesurées en NO <sub>2</sub> – Analyseurs automatiques..... | 13 |
| Tableau 2 : Synthèse des concentrations mesurées en PM10.....                                      | 18 |
| Tableau 3 : Synthèse des concentrations mesurées en PM2,5.....                                     | 22 |
| Tableau 4 : Récapitulatif des mesures.....   | 26 |
| Tableau 5 : Détail des mesures en NO <sub>2</sub> .....  | 36 |