

# SURVEILLANCE DES MÉTAUX DANS L'AIR AMBIANT À BAGNEAUX-SUR-LOING

Décembre 2014





Surveillance de la Qualité de l'Air en Ile-de-France

# Surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing (77)

Décembre 2014

---

Etude réalisée par :

Airparif, association de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France  
7, rue Crillon 75004 PARIS – Tél. : 01.44.59.47.64 - Fax : 01.44.59.47.67 - [www.airparif.asso.fr](http://www.airparif.asso.fr)

« Le bon geste environnemental : N'imprimez ce document que si nécessaire et pensez au recto-verso ! »

---

## SOMMAIRE

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction.....</b>  | <b>5</b>  |
| <b>I. Contexte de l'étude.....</b>  | <b>5</b>  |
| I.1. Description du secteur d'étude.....  | 5         |
| I.2. Normes de la qualité de l'air .....  | 7         |
| I.3. Métaux mesurés .....   | 8         |
| <b>II. Mise en œuvre de l'étude .....</b>   | <b>8</b>  |
| II.1. Moyen de mesure.....  | 8         |
| II.2. Plan d'échantillonnage .....  | 9         |
| II.3. Période de mesure .....   | 11        |
| <b>III. Commentaires météorologiques.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>IV. Résultats de mesure.....</b>   | <b>13</b> |
| IV.1. Qualification des niveaux moyens observés.....  | 13        |
| IV.2. Impact selon le secteur de vent.....  | 16        |
| <b>Conclusion.....</b>  | <b>21</b> |
| <b>ANNEXE 1 : Roses de vent durant chaque série de mesure relevées à Nemours (77) .....</b> | <b>23</b> |
| <b>ANNEXE 2 : Résultats des mesures par site lors des 12 semaines de campagne .....</b>     | <b>25</b> |

# GLOSSAIRE

## Généralités

**DRIEE** : Direction régionale et interdépartementale de l'environnement et de l'énergie.

**Emissions** : Rejets de polluants dans l'atmosphère (exprimées en unité de masse).

**Episode de pollution en particules PM10** : Période au cours de laquelle les concentrations constatées ou prévues par modélisation sont supérieures au seuil d'information et de recommandation ou au seuil d'alerte. Pour les particules, le dépassement des seuils est validé dès lors qu'il est constaté ou prévu simultanément sur deux stations de mesure, dont une au moins de fond (*arrêté interpréfectoral n°2011-00832 du 27 octobre 2011 en vigueur lors de la campagne de mesure*).

**IREP** : Répertoire du registre français des émissions polluantes consultable sur internet.

**Lieux caractéristiques de la pollution de fond** : Lieux situés dans des zones où les niveaux sont représentatifs de l'exposition de la population en général.

## Normes

**O.M.S.** : Organisation Mondiale de la Santé.

**Seuil d'évaluation minimal (SEMI)** : Correspond au niveau en dessous duquel il est possible de se borner à l'emploi de techniques de modélisation ou d'estimation objective pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

**Seuil d'évaluation maximal (SEMA)** : Correspond au niveau en dessous duquel une combinaison de mesures et de techniques de modélisation peut être employée pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

**Seuil du niveau d'information et de recommandations en particules PM10** : 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures. Ce seuil est défini en Ile-de-France selon l'Arrêté interpréfectoral n° 2011-00832 du 27 octobre 2011.

**Seuil du niveau d'alerte en particules PM10** : 80 µg/m<sup>3</sup> en moyenne calculé sur la période entre 0 et 24 heures. Ce seuil est défini en Ile-de-France selon l'Arrêté interpréfectoral n° 2011-00832 du 27 octobre 2011.

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

**Valeur guide** : Niveau fixé dans le but d'éviter davantage à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

**Valeur limite** : Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

## Polluants

**As** : arsenic

**Cd** : cadmium

**Ni** : nickel

**Pb** : plomb

**PM10** : particules inférieures à 10 µm

**Sn** : étain

## Introduction

Pour les métaux, comme pour tous les polluants réglementés au niveau européen (hormis l'ozone), le choix des méthodes de surveillance minimales à mettre en œuvre (mesure fixe, couplage mesure et modélisation, modélisation seule, mesure indicative) repose sur une évaluation préliminaire qui permet de positionner les niveaux de polluants dans chaque zone de surveillance par rapport à des seuils d'évaluation.

En Île-de-France, des mesures de métaux ont été initiées en 1998, bien avant la parution des directives européennes imposant leur surveillance, afin d'établir une première évaluation des niveaux couramment rencontrés. Ces mesures ont été centrées sur l'agglomération parisienne en situation de fond et en proximité au trafic routier.

L'historique de données disponible montre que les teneurs relevées sont inférieures au seuil d'évaluation minimum (SEMI), ce qui conduit à l'absence d'obligation de mesure en station fixe dans l'agglomération parisienne. Cette évaluation ne concerne toutefois que les situations générales (ambiance de fond) et de proximité au trafic routier. AIRPARIF a jugé, par une estimation objective reposant sur les niveaux de fond mesurés dans l'agglomération de Paris, que la zone non agglomérée ne présentait pas de risque de fortes valeurs dans son ensemble à l'exception éventuelle du voisinage des zones industrielles.

Il est par conséquent nécessaire de vérifier en Ile-de-France la position des teneurs de métaux au voisinage de ces zones industrielles.

Afin de fournir une évaluation préliminaire des niveaux atmosphériques des métaux autour des principaux émetteurs franciliens, un travail de recherche<sup>1</sup> des sources émettrices des quatre métaux visés par les directives a été mené par AIRPARIF et une liste des sites industriels d'intérêt a été établie. Les émetteurs ont été retenus selon la quantité annuelle des rejets estimés (informations Direction générale de la prévention des risques (DGPR) ou DRIEE à l'échelle francilienne), tant pour la France que pour l'Île-de-France lorsque les informations étaient disponibles en 2005.

Suite à l'identification des principales sources de métaux en Île-de-France, un plan de surveillance pluriannuel dans des zones potentiellement plus chargées autour d'émetteurs spécifiques a été défini pour cibler la mesure des métaux autour des zones industrielles les plus pertinentes. Les campagnes de mesure déjà réalisées sont les suivantes :

- en 2008 à proximité de la zone industrielle de Montereau-Fault-Yonne (77) où se trouve une aciérie électrique ;
- en 2009 autour de la raffinerie de Grandpuits (77) ;
- en 2010 autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères de Saint-Ouen (93) ;
- en 2012 à proximité de la zone industrielle (ZI) de Limay-Porcheville (78) ;
- en 2013 sur le territoire de Limay (78) autour de la ZI de Limay-Porcheville.

Cette dernière étude a confirmé sur la commune de Limay (78), un dépassement du seuil d'évaluation minimal pour la teneur en arsenic<sup>2</sup>. Dans cette situation, la réglementation impose la mise en place au minimum de mesures indicatives réparties de manière aléatoire sur au minima 14% de l'année civile, suivant les critères de la directive 2004/50/CE (cf. annexe IV, article 4).

Afin de finaliser ce programme pluriannuel de surveillance des métaux autour des zones industrielles les plus pertinentes en Ile-de-France, une sixième campagne de mesure a été menée au printemps 2014 sur le territoire communal de Bagneaux-sur-Loing (77), à proximité des usines Keraglass et Corning SAS.

## I. Contexte de l'étude

### I.1. Description du secteur d'étude

Installé à **Bagneaux-sur-Loing** en Seine et Marne (77), sur l'un des plus vieux sites industriels de France (1753 : verrerie royale de fabrication de vitres et de bouteilles), **Keraglass fabrique du verre vitrocéramique** pour les grands groupes de l'électroménager et les fabricants de cheminées et poêles de chauffage (cf. Figure 1).

---

<sup>1</sup> « Surveillance des métaux dans l'air ambiant » - Airparif - Juin 2008.

<sup>2</sup> « Surveillance des métaux dans l'air en vallée de Seine autour de la zone industrielle de Limay-Porcheville » Airparif - janvier 2012.

Dans le courant du vingtième siècle, le site industriel situé en dehors de l'agglomération de Paris se développe considérablement. Il reste français jusqu'à la prise de participation en 1920, de Corning, un groupe américain fabriquant de verres techniques, qui en deviendra plus tard propriétaire.

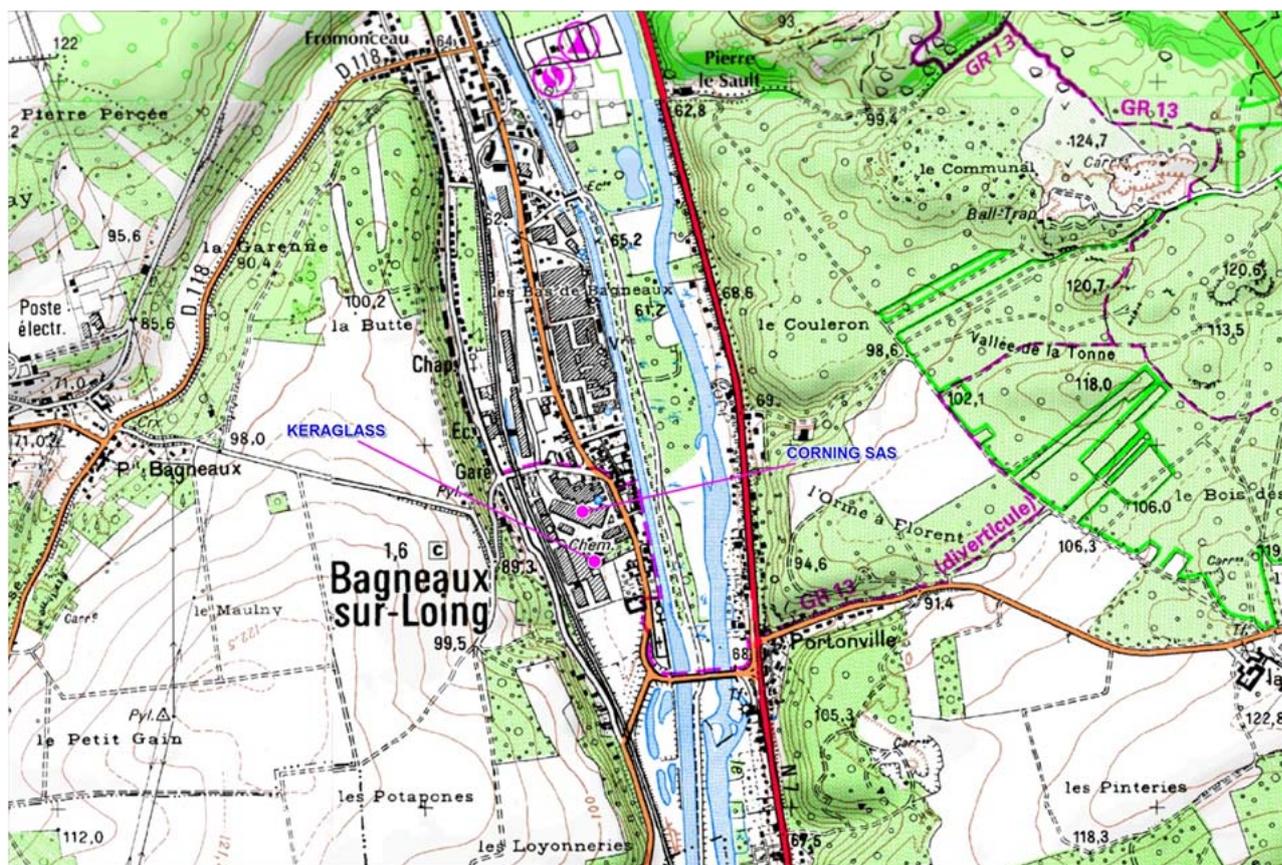
**Corning**, toujours présent à Bagneaux pour la **fabrication de verres de lunettes et d'optique émettrice de plomb mais également d'arsenic (faible émetteur)** (cf. Figure 1), décide au début des années 1990, de créer une nouvelle activité : la production de vitrocéramique plate. Pour l'occasion, ses dirigeants se rapprochent du groupe Saint-Gobain, expert en laminage et réalisation de verre plat.

En 1992, naît ainsi **Keraglass, propriété commune de Corning et de Saint-Gobain**, tous deux actionnaires à parts égales. Depuis, la fabrication de plaques de cuisson et d'inserts de cheminée constitue le cœur d'activité de Keraglass, à l'aide de 2 fours de fusion (F11 et F12) d'une capacité totale de 205 tonnes par jour. Le travail des 205 salariés permanents est effectué en 5 x 8 heures, 7 jours sur 7, tout au long de l'année. Pour la production de vitrocéramique, l'entreprise est classée **Seveso seuil haut pour le stockage ainsi que l'utilisation d'acide arsénique et le stockage de trioxyde d'arsenic, utilisé par Corning en faible quantité dans la fabrication de certains types de verre.**

L'arsenic et l'étain sont utilisés en vitrocéramique en tant qu'agent affinant pour enlever les impuretés du verre.

Fort de son expansion sur le marché mondial, **Keraglass** a récemment investi 66 millions d'euros dans la construction, sur son site de Bagneaux-sur-Loing, du plus grand four de vitrocéramique au monde.

Un **programme de recherche et de développement de substitution de l'arsenic** sur le verre transparent est en cours, ayant déjà permis le **basculé définitif en 2011 du four de fusion « F12 » sans utilisation d'acide arsénique**. Pour le four de fusion « F11 », les solutions techniques sont beaucoup plus complexes à mettre en œuvre que pour le verre teinté destiné aux plaques de cuisson. **Un essai industriel sur le four « F11 » est prévu dans le courant de l'année 2015.** Il est à noter que le four « F11 » à une activité discontinue au cours de l'année.



Carte IGN 1/25 000 ème

Figure 1 : Plan de situation des principaux émetteurs de métaux à Bagneaux-sur-Loing (77)

## I.2. Normes de la qualité de l'air

La directive européenne<sup>3</sup> 2004/107/CE du 15 décembre 2004, publiée conformément à la directive cadre de 1996, s'intéresse spécifiquement aux HAP et aux métaux. Trois métaux sont concernés, en plus du plomb déjà réglementé en 1999 et repris dans la directive 2008/50/CE en 2008 : **l'arsenic, le cadmium et le nickel**.

Des **valeurs cibles pour ces 3 composés** sont définies et sont **à respecter depuis le 31 décembre 2012**. La moyenne est calculée sur l'année civile pour le total de la fraction des particules PM10.

Le Tableau 1, page suivante, présente les valeurs cibles établies à l'échelle annuelle pour l'arsenic, le cadmium et le nickel, d'après la directive européenne n°2004/107/CE et le décret français n°2008-1152 du 7 novembre 2008 relatif à la qualité de l'air.

| Polluant | Valeur cible <sup>4</sup> à respecter depuis le 31 décembre 2012 |
|----------|--|
| Arsenic  | 6 ng/m <sup>3</sup>  |
| Cadmium  | 5 ng/m <sup>3</sup>  |
| Nickel   | 20 ng/m <sup>3</sup>   |

Tableau 1 : valeurs réglementaires définies dans l'air ambiant

La valeur réglementaire (valeur limite<sup>5</sup>) pour le **plomb (Pb)** dans l'air ambiant, définie par la directive européenne n° 1999/30/CE du 22 avril 1999, est fixée à 0.5 µg/m<sup>3</sup> (soit 500 ng/m<sup>3</sup>) en concentration moyenne annuelle. La directive européenne n° 2008/50/CE du 21 mai 2008 reprend cette valeur limite.

**Cette valeur réglementaire doit être respectée depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2005**. Il est à noter que ces directives européennes ont été transposées en droit français en 2002 (décret n°2002-213 du 15 février 2002) et en 2010 (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 complété par l'arrêté du 21 octobre 2010).

La directive européenne n°2004/107/CE transposée en droit français par le décret n°2008-1152, outre le fait d'établir pour l'arsenic, le cadmium et le nickel des valeurs cibles, fixe le nombre de points de prélèvement pour les mesures fixes surveillant les sources diffuses. Le nombre de points de mesure, afin d'évaluer le respect des valeurs cibles, est ainsi déterminé en fonction :

- du positionnement des niveaux annuels relevés pour les trois métaux au regard des seuils d'évaluation minimal<sup>6</sup> et maximal<sup>7</sup> (cf. Tableau 2, page suivante) ;
- de la population de l'agglomération ou de la zone (en Ile de France : soit la zone « ZAG » correspondant à l'agglomération parisienne, soit la zone « ZR » correspondant à la Zone Régionale hors agglomération de Paris).

Concernant la surveillance des sources ponctuelles, cas des zones industrielles étudiées, la réglementation est moins précise sur le nombre de site de mesure à instrumenter : « *Pour mesurer la pollution atmosphérique à proximité des sources ponctuelles, le nombre de points de prélèvement pour les mesures fixes devrait être calculé en tenant compte des densités d'émissions, des schémas probables de répartition de la pollution de l'air ambiant et de l'exposition potentielle de la population* ».

<sup>3</sup> <http://www.airparif.asso.fr/airparif/pdf/dcret15122004.pdf>

<sup>4</sup> **Valeur cible** : niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

<sup>5</sup> **Valeur limite** : niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

<sup>6</sup> **Seuil d'évaluation minimal (SEMI)** : correspond au niveau en-dessous duquel il est possible de se borner à l'emploi de techniques de modélisation ou d'estimation objective pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

<sup>7</sup> **Seuil d'évaluation maximal (SEMA)** : correspond au niveau en-dessous duquel une combinaison de mesures et de techniques de modélisation peut être employée pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

|  | Arsenic                       | Cadmium                     | Nickel                       | Plomb                          |
|--|-------------------------------|-----------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Seuil d'évaluation maximal en % de la valeur cible | 60 %<br>3.6 ng/m <sup>3</sup> | 60 %<br>3 ng/m <sup>3</sup> | 70 %<br>14 ng/m <sup>3</sup> | 70 %<br>0,35 µg/m <sup>3</sup> |
| Seuil d'évaluation minimal en % de la valeur cible | 40 %<br>2.4 ng/m <sup>3</sup> | 40 %<br>2 ng/m <sup>3</sup> | 50 %<br>10 ng/m <sup>3</sup> | 50 %<br>0,25 µg/m <sup>3</sup> |

Tableau 2 : Seuils d'évaluation minimaux et maximaux pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb

Outre les valeurs réglementées fixées à l'échelle européenne, l'OMS définit des valeurs guides pour certains métaux. Pour l'**étain (Sn)**, polluant mesuré lors de l'étude, aucune valeur guide de l'OMS n'est définie dans l'air ambiant.

### I.3. Métaux mesurés

Lors de la campagne de surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing, les quatre métaux normés ont été mesurés, à savoir l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb.

**Les mesures effectuées dans l'air ambiant ont permis d'une part la comparaison des niveaux mesurés aux seuils d'évaluations définis (cf. chapitre I.2) et d'autre part d'étudier l'influence des sites industriels Corning et Keraglass sur les concentrations de métaux relevées sur le domaine d'étude.**

Le Tableau 3 présente l'évolution des émissions de métaux dans l'air ambiant du principal émetteur à Bagneaux-sur-Loing, obtenues auprès du registre français des émissions polluantes (IREP). Il existe également d'autres sources canalisées dans ce secteur, comme **le site industriel de Corning dont les émissions de plomb et d'arsenic sont respectivement de 1,27 kg et 0,26 kg pour l'année 2013 (source DRIEE 77).**

|                     | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Arsenic (As)</b> | 427  | 166  | 211  | 138  | 125  | 107  |

Tableau 3 : Émissions de métaux dans l'air ambiant (en kg/an) de Keraglass (source IREP).

L'entreprise Keraglass présente des émissions importantes dans l'air ambiant, ce site industriel est le **premier émetteur d'arsenic en Ile-de-France et le cinquième émetteur national.** Il est à noter que ces émissions peuvent varier fortement d'une année à l'autre.

Outre les émissions issues du secteur industriel, d'autres sources potentielles de métaux font partie du domaine d'étude avec notamment le trafic routier local (RD607, RD118), mais dans des quantités nettement moindres.

En complément des métaux réglementés, l'étain (Sn), autre métal traceur d'une activité industrielle liée à la production de verre, a fait l'objet d'analyses lors de ces douze semaines de mesure. En effet, l'analyse des concentrations d'étain dans l'air ambiant peut donner des éléments d'informations utiles afin d'identifier l'influence sur la qualité de l'air des émissions de l'installation Keraglass.

## II. Mise en œuvre de l'étude

### II.1. Moyen de mesure

Les mesures de métaux dans l'air ambiant sont réalisées à l'aide d'un « Leckel » selon la norme **NF EN-14902** (cf. Figure 2, page suivante). Ce moyen de mesure est un préleveur automatique de particules en suspension avec un débit d'aspiration<sup>8</sup> de 2,3 m<sup>3</sup>/h en continu. Ce débit est constant tout au long du prélèvement grâce à un régulateur de débit. Le « Leckel » est conditionné dans une armoire de protection contrôlée en température et raccordé à une alimentation électrique.

<sup>8</sup> Débit équivalent à la norme NF EN 12341.



Figure 2 : Moyen de mesure « Leckel SEQ47/50 » implanté lors de l'étude

Les particules en suspension mesurées sont des particules dont le diamètre est inférieur à dix micromètres<sup>9</sup> (PM10). Celles-ci sont déposées sur un filtre en quartz (diamètre de 47 mm) durant une période de 7 jours. Pour tous les métaux étudiés, ce filtre est ensuite analysé en laboratoire via une minéralisation et un dosage par ICP/MS<sup>10</sup>.

## II.2. Plan d'échantillonnage

**Les sites de mesure implantés pour la surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing ont été déterminés en fonction des régimes de vent dominants, de la localisation des espaces urbains résidentiels ou fréquentés par le public et de l'étude des retombées de panache industriel réalisée à partir d'informations obtenues sur les émissions de métaux.**

La rose de vents (cf. Figure 3, page suivante) à Nemours (77), où une station Météo France est implantée à environ 4 kilomètres au nord-ouest des sites industriels de Bagneaux-sur-Loing, permet d'identifier les vents dominants dans ce secteur de l'Île-de-France.

Les régimes de vent majoritaires sont de secteur sud-ouest (plus d'un tiers du temps). Ce motif de vent dominant est caractéristique de ce que l'on retrouve généralement en Île-de-France.

Il est à noter que les mesures effectuées sur cette station météorologique sont représentatives des observations du domaine d'étude.

Ainsi, un moyen de mesure doit être au minimum implanté au nord-est des installations étudiées, au sein de la zone de retombée de panache industrielle par vent dominant (sud-ouest).

---

<sup>9</sup> « Méthode normalisée de mesure du plomb, du cadmium, de l'arsenic et du nickel dans la fraction PM10 de matière particulaire en suspension » - NF EN 14902.

<sup>10</sup> Analyse par spectrométrie de masse couplée à un plasma inductif (NF EN 14902) pour le plomb, le cadmium, l'arsenic et le nickel.

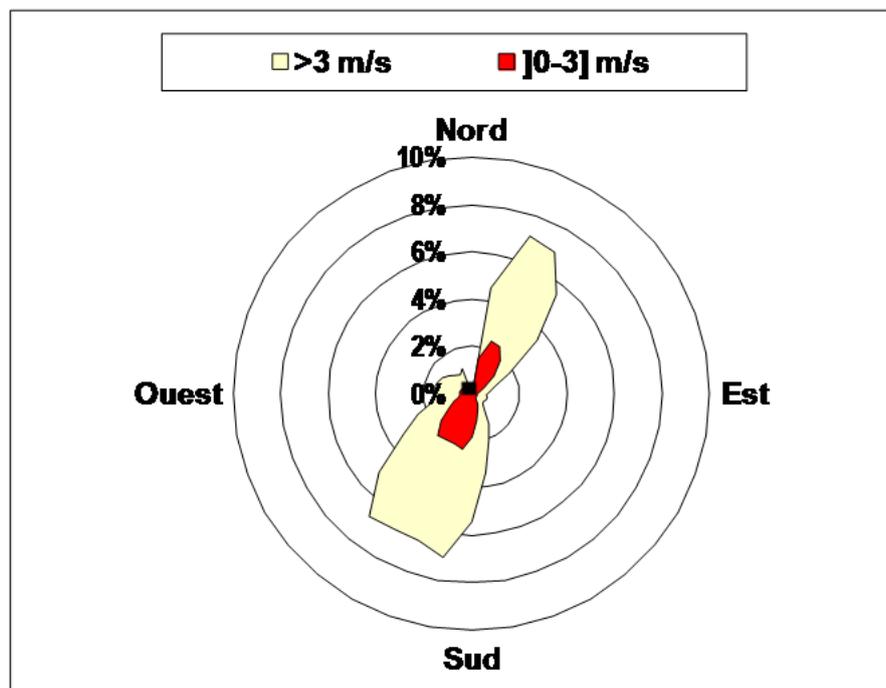


Figure 3 : Fréquence (en %) des vents observés à Nemours (77) en fonction de leur secteur et leur vitesse de 2003 à 2013 (source Météo France)

Afin d'assurer une surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing, cinq sites de mesure ont été mis en œuvre durant les douze semaines de la campagne selon le plan d'échantillonnage illustré à la Figure 4 (page suivante). Ce plan d'échantillonnage prend en compte également les contraintes techniques nécessaires à la mise en œuvre des moyens de mesure (électricité, site sécurisé, accessibilité...).

**Les cinq sites de mesure, sont en situation de fond (hors influence du trafic routier) à l'exception de l'impact potentiel des deux sites industriels. Les sites de mesures, sont répartis sur la commune de Bagneaux-sur-Loing afin d'assurer une bonne représentativité du domaine d'étude.** Compte-tenu de la topographie du territoire communal, les sites sont implantés au nord, nord-ouest et au sud-est des sites industriels, soit sous le vent ou au vent des émissions canalisées des principaux émetteurs industriels.

Il est à noter que les sites sont situés majoritairement là où se trouve la population de la commune dans une vallée en « V », en situation plutôt encaissée et donc défavorable à la dispersion de la pollution atmosphérique.

Afin de comparer les niveaux des métaux observés à proximité des sites industriels, les données recueillies sur le site de mesure AIRPARIF à Paris 18<sup>ème</sup> arrondissement (lycée Ferdinand Flocon), représentent les concentrations de référence du niveau de fond de l'agglomération parisienne.

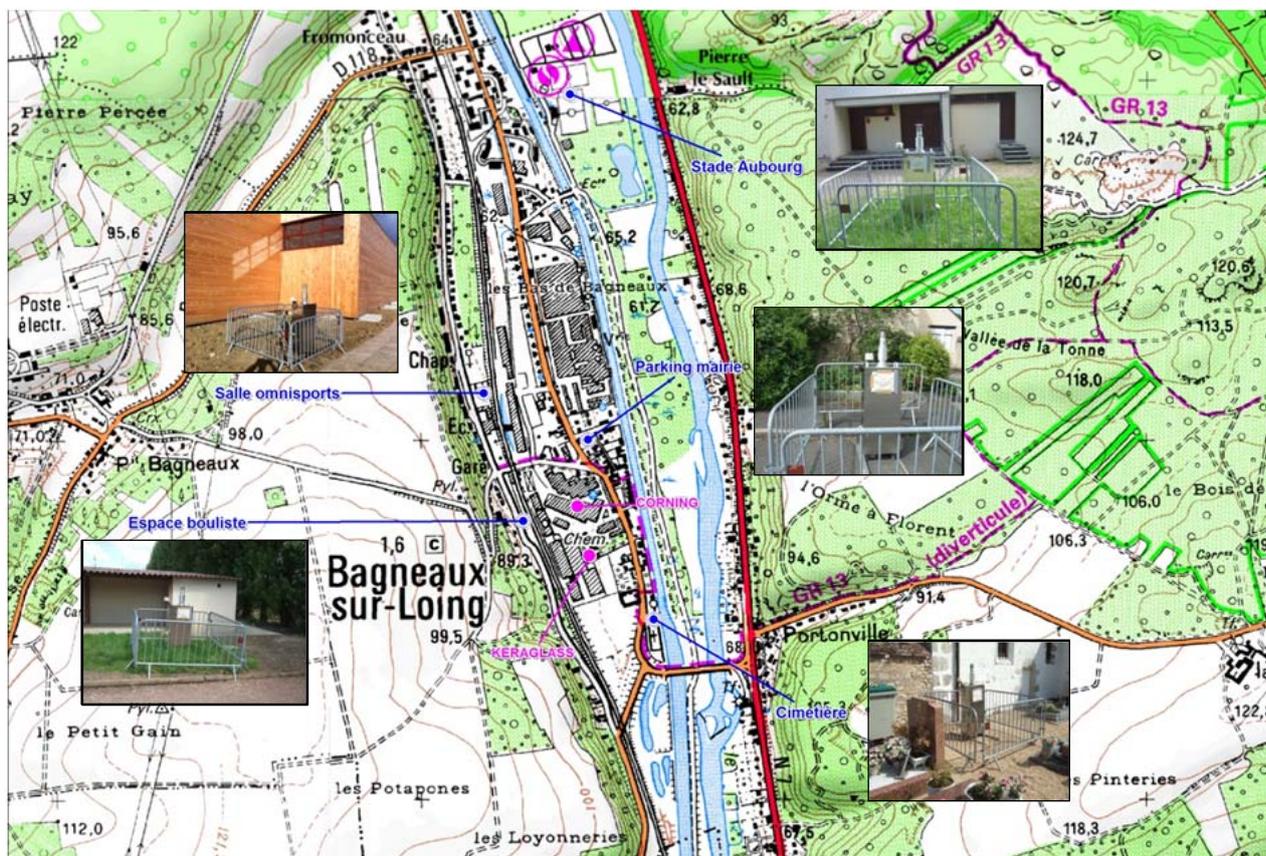


Figure 4 : Localisation et illustration des emplacements de mesure lors de la campagne de surveillance des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing

### II.3. Période de mesure

Selon l'annexe II de la directive européenne n° 2004/107/CE du 15 décembre 2004, afin de déterminer un dépassement des seuils d'évaluation minimaux et maximaux, il est possible de réaliser des campagnes de mesure de courte durée au cours de l'année, en des lieux susceptibles de correspondre aux plus hauts niveaux de pollution.

La mesure des métaux dans l'air ambiant à Bagneaux-sur-Loing s'est déroulée durant douze semaines entre le 24 février et le 19 mai 2014, période durant laquelle l'activité du four 11 de Keraglass a été continue et optimale. La production de l'usine verrrière avec de l'acide arsénique s'est ainsi déroulée du 18 janvier à fin mai 2014. Pour le site industriel de Corning, deux tiers des fours ont été utilisés en continu soit environ 66% de la capacité maximale de production autorisée.

Pour cette étude, après analyse en laboratoire des filtres en quartz, une concentration moyenne pour chaque métal réglementé (arsenic, cadmium, nickel, plomb) et non réglementé (étain) est obtenue sur chaque période d'exposition hebdomadaire.

La directive est ainsi respectée, la moyenne de la campagne mesurée est bien maximisée à partir des douze semaines de mesure, celle-ci étant réalisée durant la campagne de production de l'usine Keraglass lors de la période de fonctionnement continu du four 11, entre janvier et mai 2014. L'hiver est également une période défavorable où les teneurs en métaux sont les plus élevées (plus mauvaises conditions dispersives qu'en été).

### III. Commentaires météorologiques

Les commentaires météorologiques s'appuient sur les observations (vitesse et direction de vent) de la station Météo France la plus représentative du domaine d'étude, à savoir la station de Nemours (77) située à environ 4 kilomètres au nord-ouest de Bagneaux-sur-Loing.

La Figure 5 illustre pour l'ensemble de la campagne de mesure, la fréquence des régimes et les vitesses de vent. Les secteurs en rouge indiquent les vents les plus faibles (vitesses de vent comprises entre 0,1 m/s et 3 m/s) et en jaune les régimes de vent les plus dispersifs (vitesses supérieures à 3 m/s).

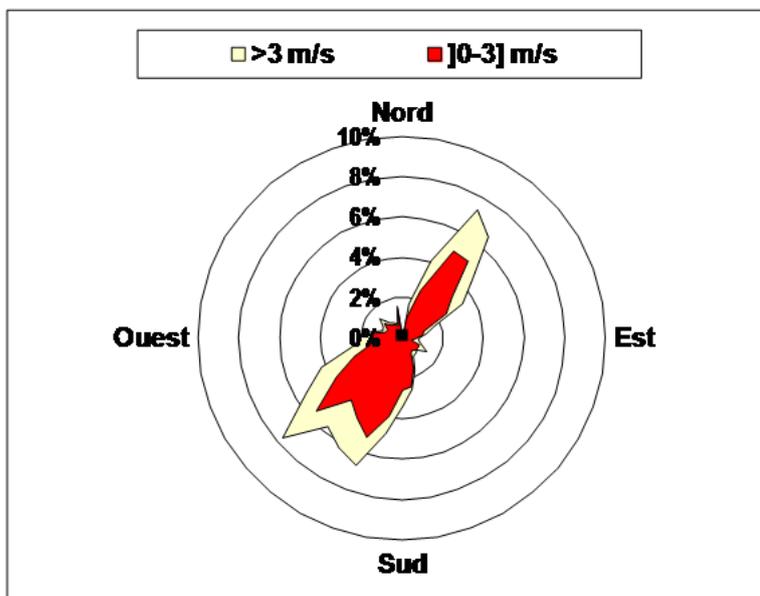
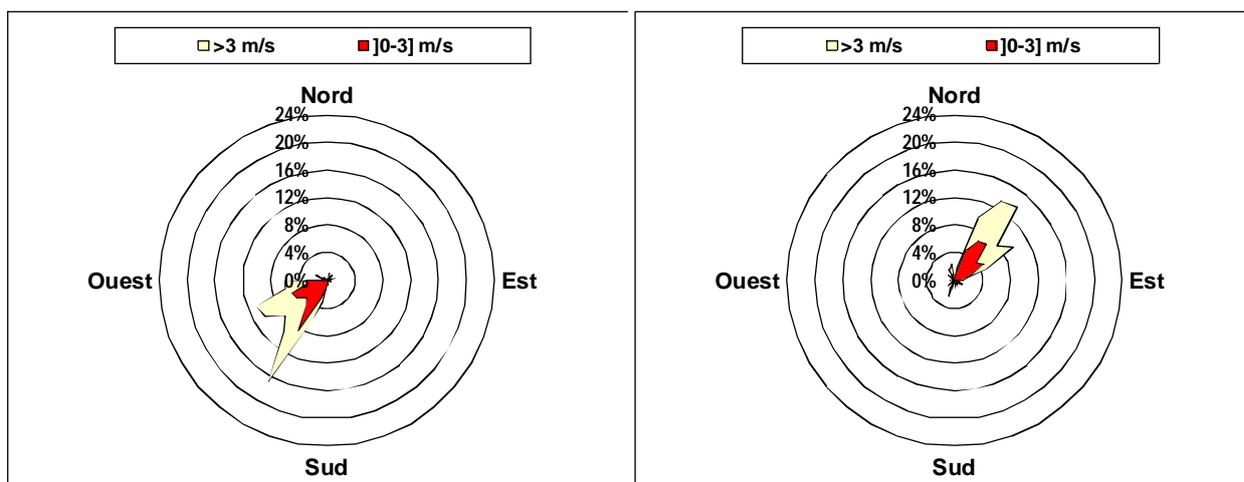


Figure 5 : Fréquence (en %) des vents observés à Nemours (77) en fonction de leur secteur et leur vitesse lors de la campagne de mesure (source Météo France).

Au cours des douze semaines de mesure, le régime de vent dominant observé est de sud-ouest, représentant plus de 35 % du temps, et secondairement de nord-est durant près de 25 % du temps de la campagne. Ceci reflète ce que l'on observe en moyenne sur l'ensemble d'une année dans ce secteur géographique du Gâtinais. Les vitesses de vent ont été globalement plutôt défavorables à la dispersion de la pollution (inférieures à 3 m/s) durant l'étude.

Au cours des différentes séries hebdomadaires de mesure, les conditions de vent ont été contrastées, principalement pour les directions de vent, avec des semaines où les régimes de vent observés étaient établis soit au sud ou sud-ouest (cf. Figure 6-a) ou au contraire au nord ou nord-est (cf. Figure 6-b), plaçant respectivement les sites de mesure implantés à Bagneaux-sur-Loing sous l'influence des principaux émetteurs industriels de la commune ou au contraire hors influence (au vent de ceux-ci).



(a) Série 4 : du 17 au 23 mars 2014

(b) Série 8 : du 14 au 20 avril 2014

Figure 6 : Fréquence (en %) des vents observée à Nemours en fonction de leur secteur et leur vitesse lors de deux séries de mesure (source Météo France).

## IV. Résultats de mesure

### IV.1. Qualification des niveaux moyens observés

Les niveaux moyens hebdomadaires enregistrés durant les douze semaines de mesure permettent, d'une part, de hiérarchiser les concentrations relevées de métaux sur les cinq sites et, d'autre part, de comparer ces teneurs par rapport aux seuils d'évaluation des différentes normes de qualité de l'air existantes, afin de déterminer l'obligation ou non d'une surveillance tout au long de l'année.

*L'article 4 de la directive européenne 2004/107/CE du 15 décembre 2004 précise en effet que des mesures sont obligatoires dans les zones et agglomérations dans lesquelles les niveaux sont compris entre les seuils d'évaluation minimal (SEMI) et maximal (SEMA).*

Cette campagne d'une durée de douze semaines (23 % d'une année) présente également une période de mesure supérieure à la durée minimale permettant de garantir la représentativité des données<sup>11</sup>.

Les graphiques de la Figure 7 à la Figure 10 illustrent les concentrations moyennes relevées pour chaque métal aux points de mesure implantés autour des sites industriels de Corning et Keraglass à Bagneaux-sur-Loing et en situation de fond du cœur dense de l'agglomération (site parisien de référence).

Les données sur les séries où la mesure a pu être réalisée sont présentées en annexe 2.

La moyenne de la campagne de mesure des différents sites de l'étude est présentée sur les graphiques suivants pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb. De même, les seuils d'évaluation qui déterminent le moyen de mesure nécessaire pour évaluer la qualité de l'air ambiant sont également présentés en orange pour le seuil d'évaluation maximal (SEMA) et en vert pour le seuil d'évaluation minimal (SEMI).

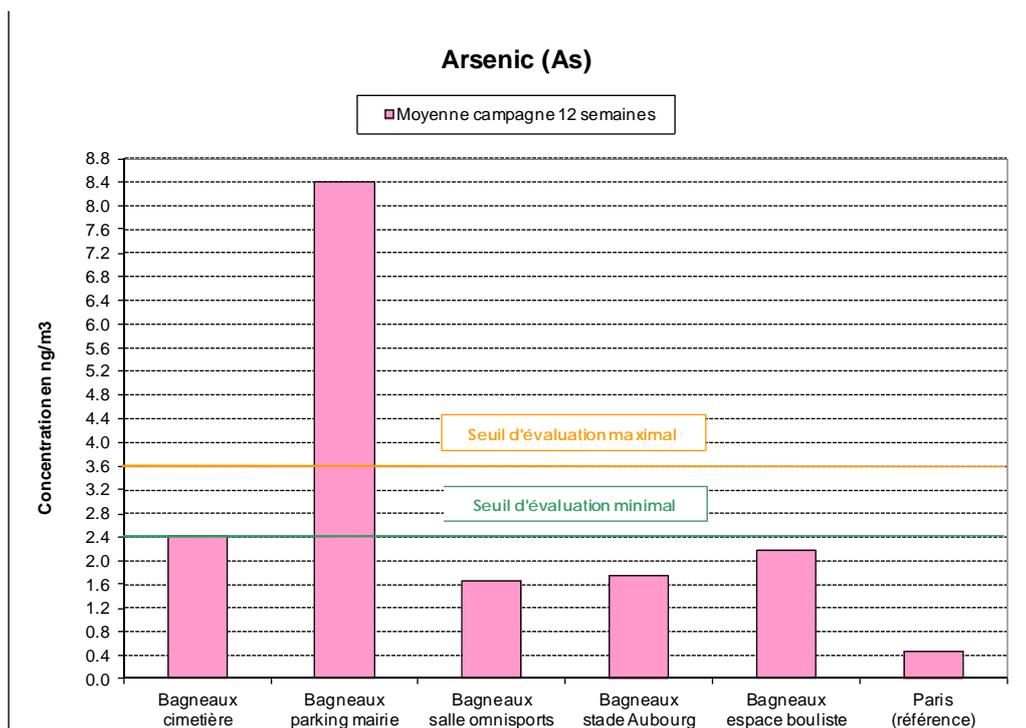


Figure 7 : Teneurs d'arsenic relevées lors de la campagne de mesure sur les sites temporaires autour de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing et le site de référence.

Les concentrations moyennes d'arsenic (cf. Figure 7) enregistrées sur les douze semaines de mesure à Bagneaux-sur-Loing sont variables d'un site à l'autre avec un niveau moyen compris entre 1,7 ng/m<sup>3</sup> et 8,4 ng/m<sup>3</sup>. Au cœur de l'agglomération parisienne, la teneur moyenne à Paris durant la campagne de mesure est très inférieure à celles relevées sur les sites de l'étude avec 0,5 ng/m<sup>3</sup>.

<sup>11</sup> L'objectif de qualité des données fourni à titre d'orientation pour garantir la qualité est de 14 % pour les mesures indicatives sur une année (Annexe IV – I de la Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004).

Le niveau moyen d'arsenic du site du parking de la mairie à Bagneaux-sur-Loing, avec 8,4 ng/m<sup>3</sup> en moyenne, est très supérieur à ceux des autres sites étudiés et du site de référence parisien.

Ce site relève largement le niveau le plus important et sa concentration est 4 à 17 fois supérieure à celles des autres sites de l'étude et du site de référence parisien. Cette moyenne est due à plusieurs valeurs élevées observées lors des séries hebdomadaires de mesure (cf. chapitre IV.2).

Les teneurs moyennes obtenues autour des sites industriels de Corning et Keraglass restent globalement inférieures aux SEMI et SEMA correspondant respectivement à 40 % et 60 % de la valeur cible fixée à 6 ng/m<sup>3</sup>. **Pour quatre des cinq sites de l'étude, les niveaux moyens d'arsenic à Bagneaux-sur-Loing sont inférieurs ou équivalent (site du cimetière) au seuil d'évaluation minimal établi à 2,4 ng/m<sup>3</sup> pour ce polluant.**

**Ce constat est différent pour le site du parking de la mairie** où cette teneur moyenne à 8,4 ng/m<sup>3</sup> est au contraire largement supérieure au seuil d'évaluation minimale (SEMI), mais également au seuil d'évaluation maximale (SEMA) fixé à 3,6 ng/m<sup>3</sup>.

En conséquence, **l'implantation permanente d'un capteur fixe de mesure pour surveiller les teneurs en arsenic sera nécessaire au regard des niveaux rencontrés vis à vis des seuils d'évaluation sur le site du parking de la mairie à Bagneaux-sur-Loing.**

**La couverture temporelle devra respecter les critères de la directive 2004/107/CE, soit à minima 50% réparti de manière aléatoire sur une année civile et ce afin de ne pas mesurer uniquement lors d'une activité industrielle en continue ainsi que lors d'une période où les teneurs sont potentiellement les plus fortes comme en hiver.**

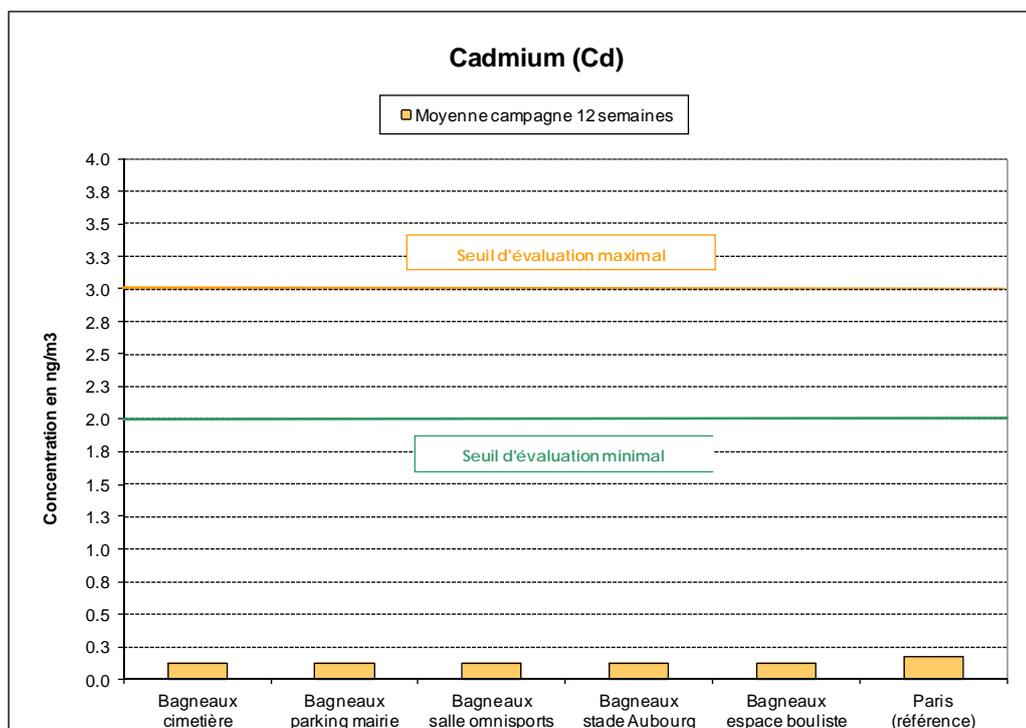


Figure 8 : Teneurs de cadmium relevées lors de la campagne de mesure sur les sites temporaires autour de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing et le site de référence.

Les niveaux moyens de **cadmium** (cf. Figure 8) relevés au cours de la campagne de mesure sont équivalents d'un site à l'autre avec un niveau moyen de 0,1 ng/m<sup>3</sup>. A Paris, la concentration moyenne mesurée au cours de l'étude à 0,2 ng/m<sup>3</sup> est comparable à celles des sites de l'étude.

Ces teneurs moyennes mesurées autour des sites industriels de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing restent largement inférieures aux SEMI et SEMA correspondant respectivement à 40 % et 60 % de la valeur cible fixée à 5 ng/m<sup>3</sup>.

**Pour le cadmium, les niveaux moyens des sites étudiés à Bagneaux-sur-Loing au cours de la campagne sont plus de 20 fois inférieure au seuil d'évaluation minimal établi à 2 ng/m<sup>3</sup> pour ce polluant. Réglementairement, aucune surveillance n'est donc nécessaire pour le cadmium.**

Concernant le **nickel** (cf. Figure 9), les concentrations moyennes à Bagneaux-sur-Loing sont comprises entre 1,3 ng/m<sup>3</sup> (site du cimetière) et 1,9 ng/m<sup>3</sup> (site de l'espace bouliste) ce qui se traduit par des teneurs comparables à celles relevées au cœur de la capitale.

Ces teneurs moyennes mesurées autour des sites industriels de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing restent largement inférieures aux SEMI et SEMA correspondant respectivement à 50 % et 70 % de la valeur cible fixée à 20 ng/m<sup>3</sup>. **Pour le nickel, les concentrations moyennes pour les emplacements étudiés à Bagneaux-sur-Loing au cours de la campagne de mesure sont plus de 5 fois inférieures au seuil d'évaluation minimal (SEMI) établi à 10 ng/m<sup>3</sup>. Aucune surveillance n'est donc imposée pour le nickel.**

Ces niveaux moyens de cadmium et de nickel mesurés sur le domaine d'étude correspondent au niveau urbain de fond observé au sein de l'agglomération parisienne. En effet, aucun des sites industriels de la zone étudiée n'émet de cadmium et de nickel dans l'air ambiant.

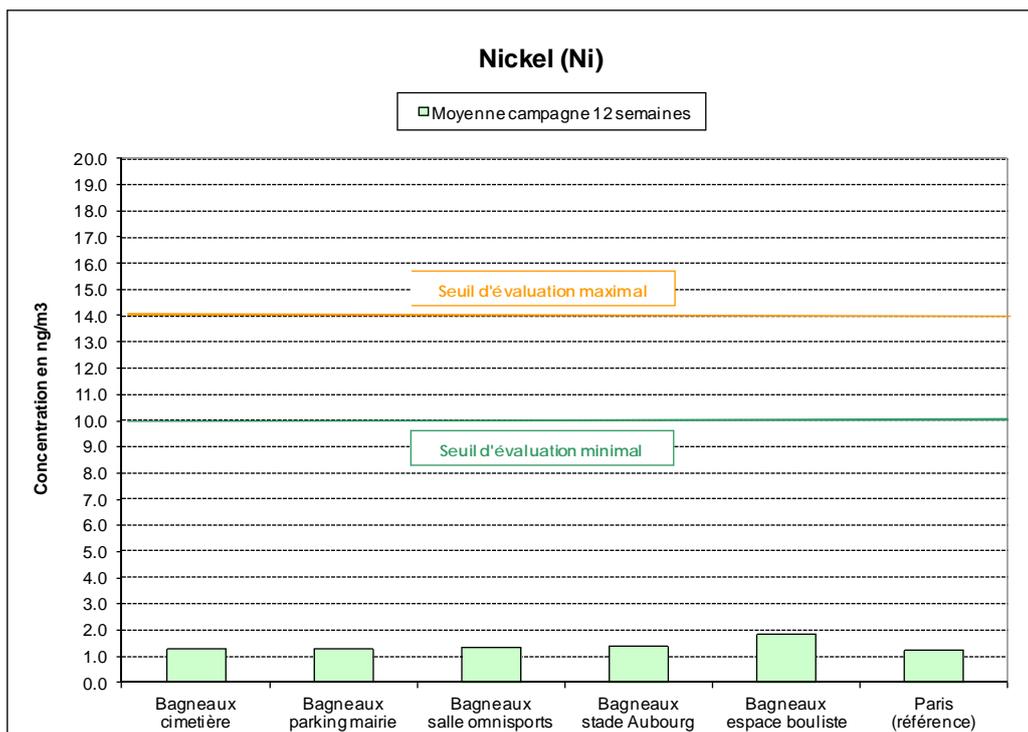


Figure 9 : Teneurs de nickel relevées lors de la campagne de mesure sur les sites temporaires autour de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing et le site de référence.

Concernant le **plomb**, comme pour les autres métaux réglementés, les seuils d'évaluations fixés par la directive européenne déterminent les moyens nécessaires pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

Ces seuils sont également présentés en orange pour le **seuil d'évaluation supérieur (SES)**, fixé à 0,35 µg/m<sup>3</sup> (soit 70 % de la valeur limite fixée à 0,5 µg/m<sup>3</sup>) et en vert pour le **seuil d'évaluation inférieur (SEI)**, fixé à 0,25 µg/m<sup>3</sup> (soit 50 % de la valeur limite).

Les concentrations moyennes de plomb (cf. Figure 10, page suivante) enregistrées au cours de la période de mesure sont homogènes et très faibles d'un site à l'autre avec un niveau moyen compris entre 0,01 µg/m<sup>3</sup> et 0,03 µg/m<sup>3</sup> (parking mairie). Au cœur de l'agglomération parisienne, la teneur moyenne du site de référence est comparable avec 0,01 µg/m<sup>3</sup>.

**Pour le plomb, les teneurs moyennes mesurées pour les sites de l'étude sont plus de 8 fois inférieures au seuil d'évaluation inférieur (SEI) établi à 0,25 µg/m<sup>3</sup> pour ce polluant. Réglementairement, aucune surveillance n'est donc nécessaire pour le plomb.**

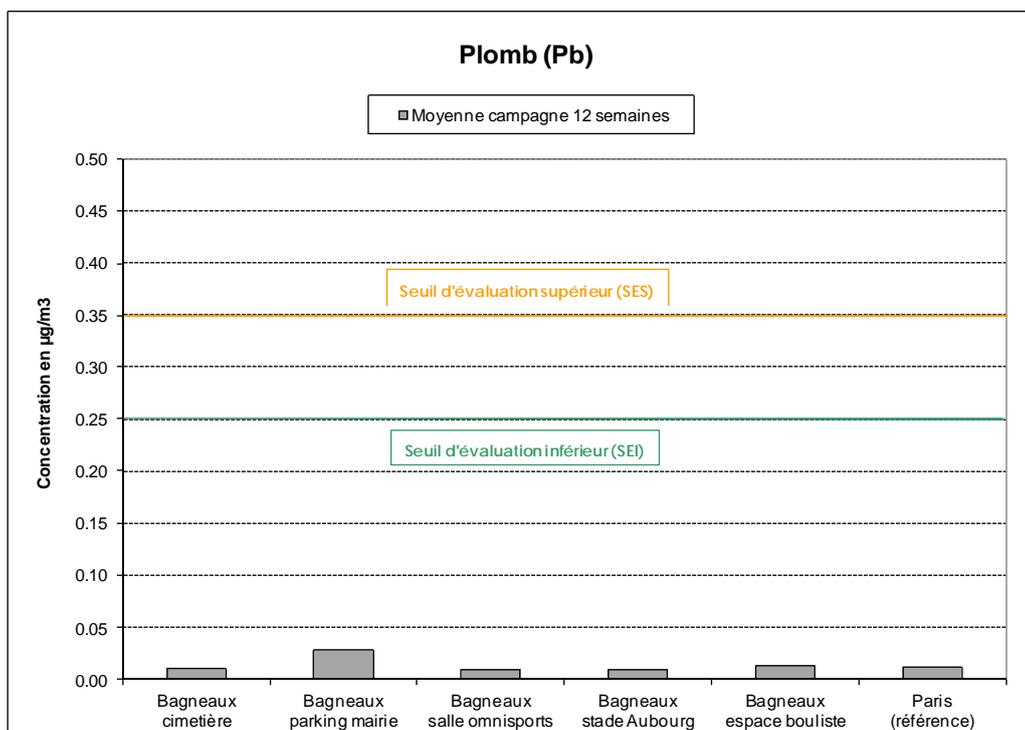


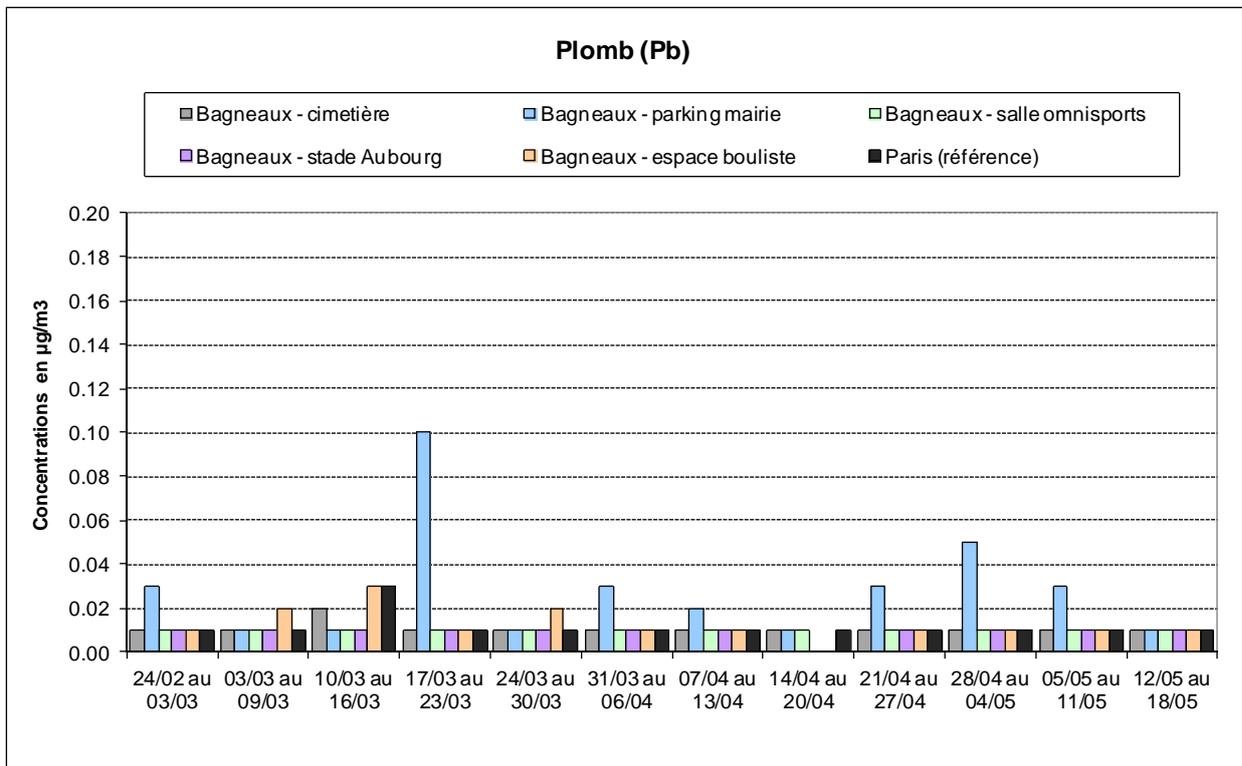
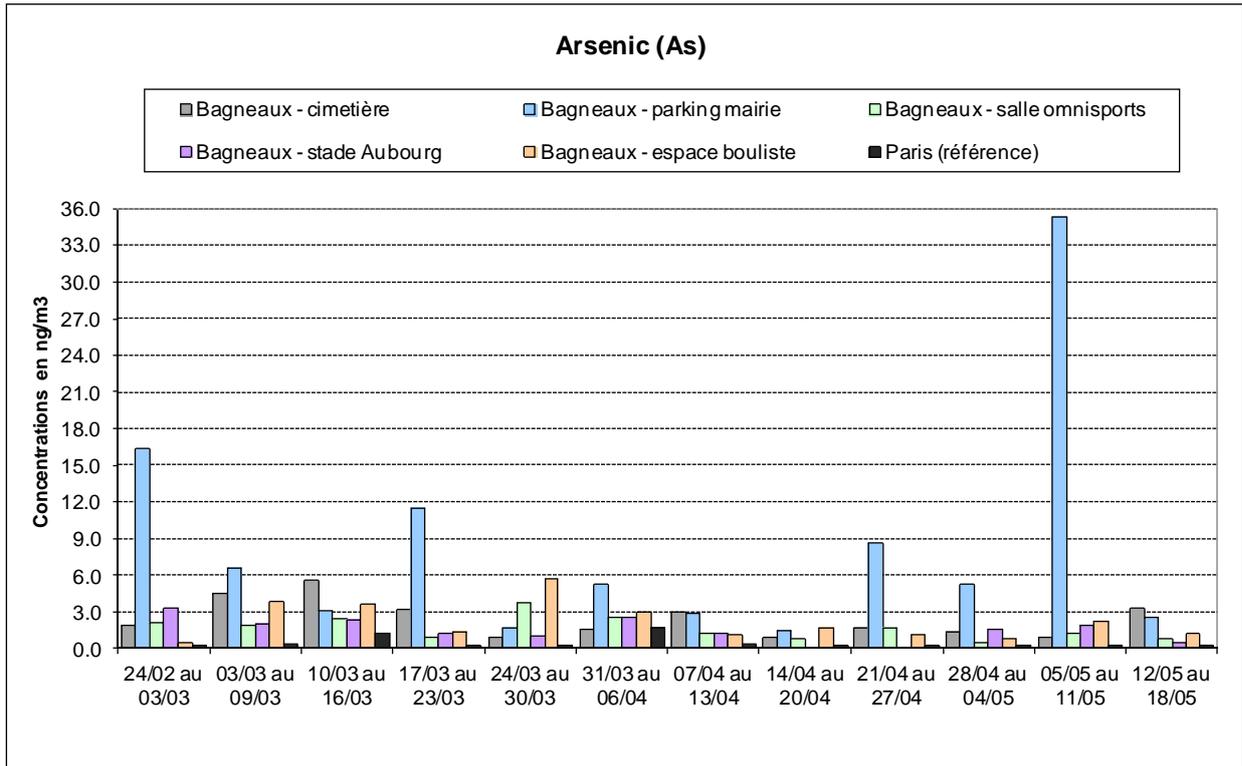
Figure 10 : Teneurs de plomb relevées lors de la campagne de mesure sur les sites temporaires autour de Keraglass et Corning à Bagneaux-sur-Loing et le site de référence.

## IV.2. Impact selon le secteur de vent

Si les niveaux moyens enregistrés durant la campagne de mesure ont montré une relative homogénéité des teneurs d'un site à l'autre sauf pour l'arsenic, l'étude plus fine à l'échelle hebdomadaire des niveaux de métaux dans l'air permet de mettre en relief des fluctuations en fonction des régimes de vent plaçant ou non les points de mesure sous l'influence des émissions des sites industriels (Keraglass et Corning) à Bagneaux-sur-Loing. Ainsi, on peut identifier des teneurs différentes de métaux sur les emplacements de mesure suivant les régimes de vent.

La Figure 11, page suivante, présente pour les quatre métaux normés, les résultats de mesure au pas de temps hebdomadaire lors des douze séries réalisées entre le 24 février et le 19 mai 2014.

*Les fréquences (en %) des vents observés à Nemours (source Météo France) en fonction de leur secteur et de leur vitesse sont présentées pour les douze séries hebdomadaires de la campagne de mesure en annexe 1.*



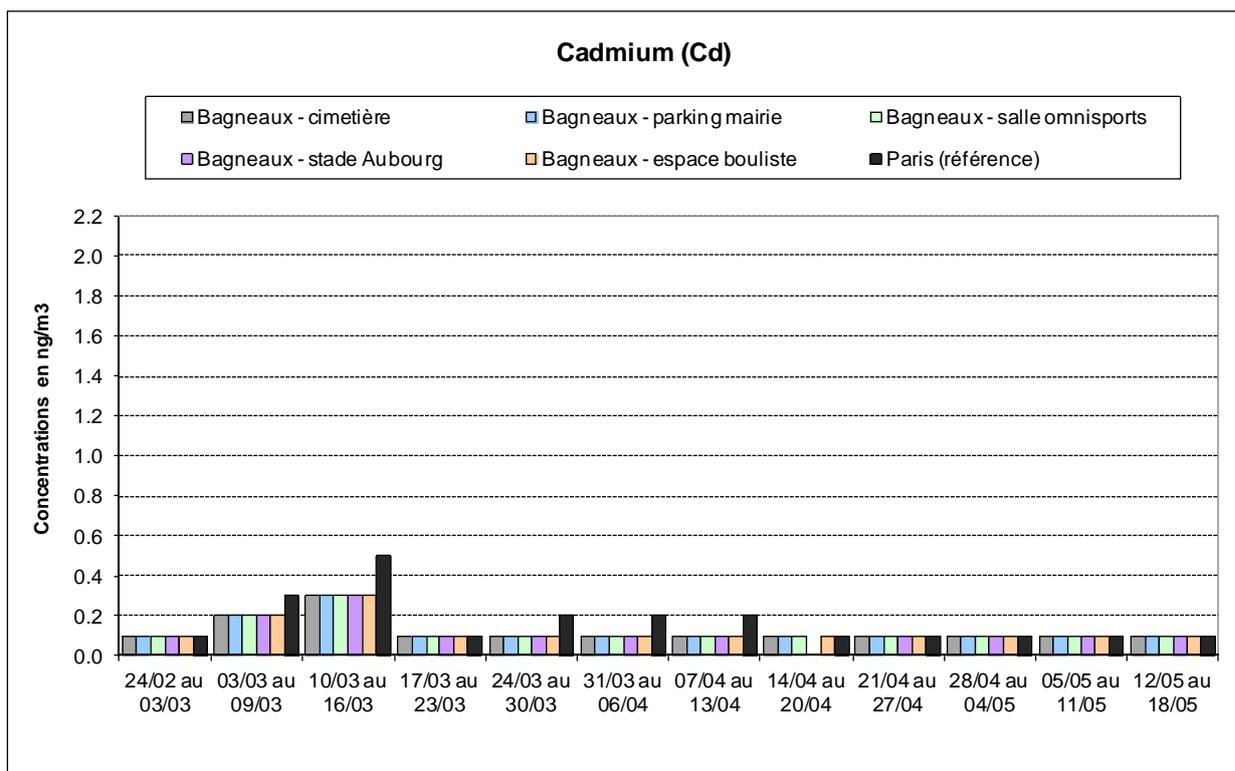
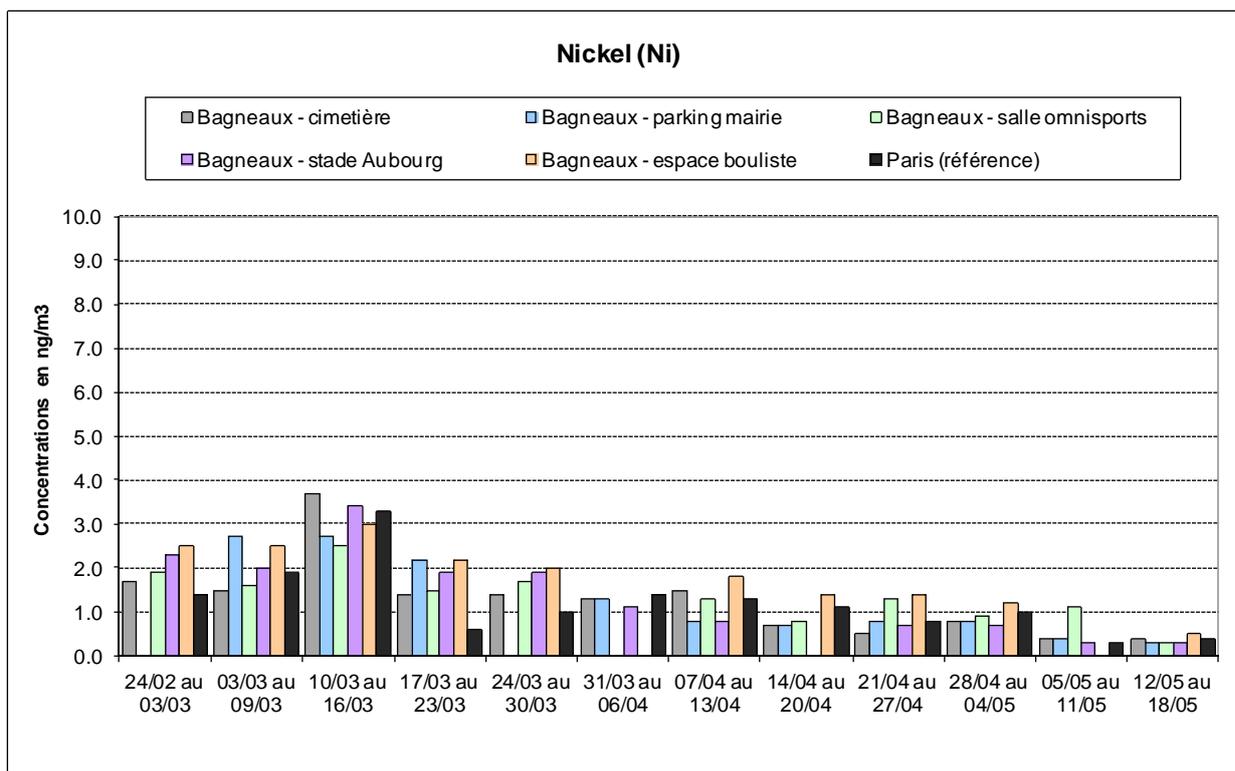


Figure 11 : Résultats des teneurs hebdomadaires des métaux réglementés sur chaque site de mesure.

Les variations de concentrations entre sites de mesure d'une semaine à l'autre peuvent être significatives, en particulier pour le site du parking de la mairie à Bagnaux-sur-Loing. Les conditions météorologiques moins favorables à la dispersion de la pollution pour certaines séries et les régimes de vent plaçant ou non les points de mesure sous l'influence des émissions des émetteurs industriels (Keraglass, Corning), au cours de certaines semaines, peuvent entraîner des niveaux relativement soutenus.

**Pour l'arsenic et le plomb, au cours de la période du 21 avril au 11 mai 2014, par régime de vent dominant de secteur sud à sud-ouest,** le site du parking mairie à Bagneaux-sur-Loing situé au nord des sources fixes (Keraglass et Corning) est potentiellement sous l'influence de leurs rejets atmosphériques. Ce point de mesure relève, lors de cette période, **la teneur hebdomadaire la plus forte de l'étude pour l'arsenic avec 35,3 ng/m<sup>3</sup> corrélée à des teneurs hebdomadaires de plomb également plus soutenues.** Cette valeur d'arsenic est ponctuellement plus de 175 fois supérieure au site de référence parisien, au cours de cette série de mesure.

De la même manière, **du 17 au 23 mars 2014, lorsque ce site de mesure est potentiellement sous l'influence des émetteurs industriels, par vent dominant de secteur sud-ouest, la forte augmentation du niveau moyen d'arsenic** du site du parking de la mairie (11,5 ng/m<sup>3</sup>) est également corrélée avec celle du plomb. Cette teneur hebdomadaire d'arsenic élevée par rapport aux autres sites de mesure **se trouve corrélée avec la teneur hebdomadaire la plus forte de l'étude pour le plomb, avec 0,10 µg/m<sup>3</sup>.** Cette valeur est ponctuellement 10 fois supérieure au site de référence parisien, au cours de cette série de mesure.

On observe la même tendance pour la période du 24 février au 3 mars 2014, par vent dominant de secteur sud.

Au cours de ces différentes périodes, les concentrations mesurées sur le site du parking de la mairie sont **ponctuellement très supérieures à celles du site de référence parisien et des sites instrumentés au sein du domaine d'étude localisés au vent (hors influence) des émissions industrielles,** ce qui dénote **une influence industrielle sur les niveaux mesurés sur le territoire communal de Bagneaux-sur-Loing.** Les teneurs d'étain (métal non réglementé), traceur d'une activité verrière industrielle, ont également connu des concentrations sur ce site de Bagneaux (parking mairie) plus importantes que celles mesurées globalement sur le domaine d'étude.

**Pour le nickel et le cadmium, les niveaux moyens les plus élevés sont observés au cours de la période du 3 au 16 mars 2014.** Lors de cette période, neuf jours ont vu en situation de fond un dépassement du seuil de 50 µg/m<sup>3</sup> lié aux particules PM10 (seuil d'information et de recommandation depuis l'arrêté interpréfectoral n°2011-00832 du 27 octobre 2011 et valeur limite journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an).

Pour ces journées, par vent dominant de secteur nord-est, les conditions météorologiques étaient défavorables au sein de l'agglomération parisienne avec un import particulaire. Ainsi, les niveaux de fond de cadmium et nickel sur l'ensemble du domaine d'étude ont été plus importants.

**Au cours des différentes séries de la campagne de mesure, les teneurs hebdomadaires de nickel et de cadmium sont néanmoins comparables entre les points de mesure et le site de référence parisien, aucune source fixe d'émissions n'étant présente sur le domaine d'étude.**

L'analyse de **l'étain (métal non normé) dans l'air ambiant** a été effectuée tout au long de l'étude, soit sur les douze séries hebdomadaires de mesure (cf. Figure 12, page suivante). Ce métal peut être considéré comme un traceur de l'activité de la verrerie Keraglass, au 1<sup>er</sup> rang des émetteurs franciliens pour l'arsenic.

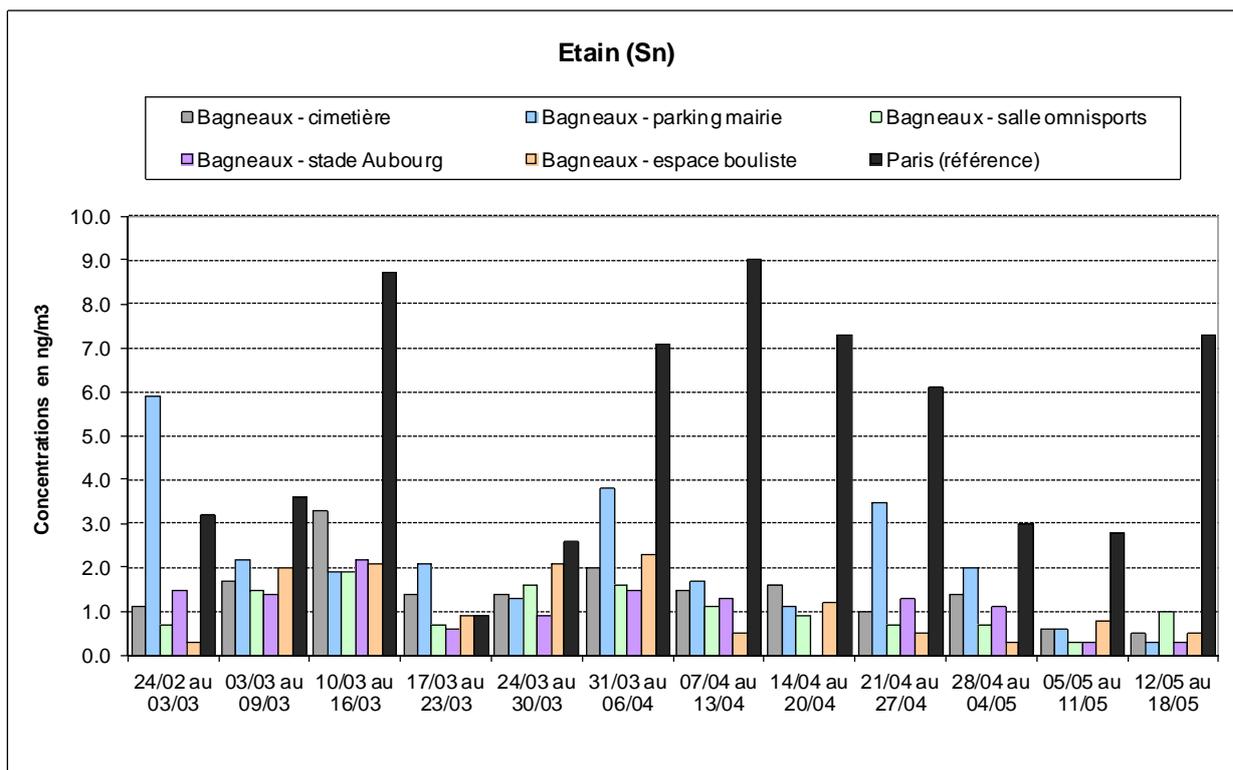


Figure 12 : Teneurs d'étain mesurées lors des douze séries de mesure de l'étude.

Pour l'étain, les teneurs hebdomadaires sont relativement homogènes sur le domaine d'étude mais peuvent être ponctuellement plus fortes que celles observées en référence à Paris.

C'est le cas du site du parking de la mairie à Bagneaux-sur-Loing où la concentration hebdomadaire d'étain observée durant la semaine du 24 février au 3 mars 2014 est de 5,9 ng/m<sup>3</sup>, soit une teneur près de 2 fois supérieure à celle relevée sur le site de référence parisien. Ce niveau, le plus important mesuré sur la zone d'étude, est **corrélé avec une forte augmentation du niveau d'arsenic (16,3 ng/m<sup>3</sup>)**. Au cours de cette période, par régime de vent dominant de secteur sud, le site du parking mairie situé au nord de la verrerie Keraglass et de l'usine Corning, est potentiellement sous l'influence de leurs rejets atmosphériques.

Les concentrations moyennes d'étain observées sur les sites de l'étude à Bagneaux-sur-Loing restent néanmoins faibles avec des teneurs globalement inférieures au niveau observé sur le site de référence, situé au cœur de l'agglomération de Paris.

*L'ensemble des données est également disponible à l'annexe 2.*

## Conclusion

**Au cours des 12 semaines de mesure**, les fluctuations observées sur l'ensemble des sites de l'étude ont été dues, soit à des conditions météorologiques plus ou moins défavorables à la dispersion de la pollution atmosphérique, soit à l'influence des émissions des installations industrielles (Keraglass et Corning SAS) lors de certains régimes de vent.

D'une manière générale, **les niveaux moyens de métaux relevés à Bagneaux-sur-Loing sont globalement faibles sauf pour l'arsenic**. Des concentrations plus importantes en nickel et cadmium sont aussi relevées sur les sites de l'étude lors de conditions météorologiques moins favorables à la dispersion de la pollution (épisode de pollution particulière), par vent dominant de secteur nord-est, comme c'est le cas sur l'ensemble de la région Ile-de-France.

A Bagneaux-sur-Loing, les teneurs en arsenic et en plomb les plus importantes ont été observées sur le site du parking de la mairie situé au nord de l'usine Corning et de la verrerie Keraglass. Ces niveaux moyens sont toujours largement supérieurs à ceux observés au cœur de l'agglomération parisienne.

**Le site du parking de la mairie situé potentiellement sous l'influence des rejets atmosphériques industriels montre en effet lors de plusieurs séries de mesure des teneurs hebdomadaires d'arsenic importantes corrélées à des niveaux moyens de plomb plus soutenus. Ces forts niveaux sont observés par régime de vent dominant de secteur sud à sud-ouest plaçant ce point de mesure sous l'influence de la verrerie Keraglass et de l'usine Corning.**

A Bagneaux-sur-Loing, au même titre que ce qui est mesuré au sein de l'agglomération parisienne, les teneurs moyennes des métaux réglementés (arsenic, cadmium, nickel, plomb) du domaine d'étude sont en dessous des seuils d'évaluation sauf pour le site du parking de la mairie. En effet, pour ce site de mesure, les niveaux moyens en arsenic dépassent largement le seuil d'évaluation minimal (SEMI) ainsi que le seuil d'évaluation maximal (SEMA).

En conséquence, afin de positionner les concentrations mesurées par rapport à la valeur cible, **l'implantation d'un site de mesure fixe pour surveiller les teneurs en arsenic est nécessaire et devra respecter les critères de la directive 2004/107/CE, soit une couverture temporelle à minima de 50% du temps de manière aléatoire sur une année civile.**

**Cette campagne de mesure réalisée sur la commune de Bagneaux-sur-Loing a permis également de mettre en évidence, sur l'ensemble du domaine d'étude, des teneurs en arsenic supérieures au niveau de l'agglomération de Paris. Néanmoins, cette étude a été réalisée au cours d'une activité industrielle utilisant l'acide arsénique en continue.**

**Seule, la mise en œuvre d'une mesure permanente permettra une comparaison à la valeur cible de la teneur annuelle d'arsenic mesurée à Bagneaux-sur-Loing, représentative de l'utilisation discontinue d'acide arsénique au cours d'une année.**

Cette dernière étude réalisée en 2014 à Bagneaux-sur-Loing (Seine et Marne) permet d'achever le programme pluriannuel de surveillance des métaux commencé en 2008.

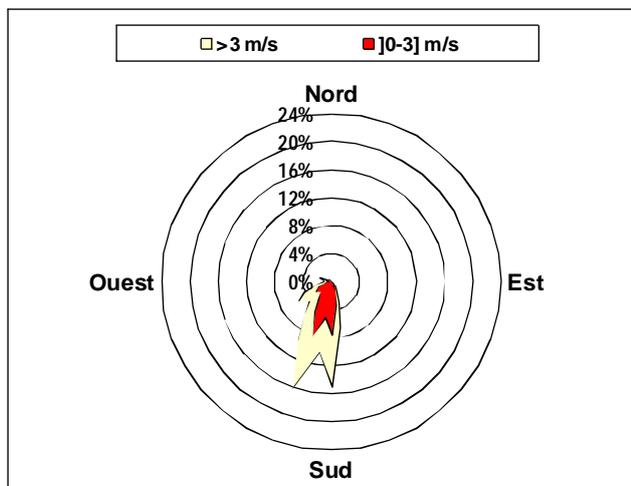
A l'issue de cette campagne, une synthèse sera réalisée au cours de l'année 2015. Cette synthèse alimentera le prochain Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air (PRSQLA) et entraînera une révision du réseau de mesure destiné à suivre les métaux en Ile-de-France.

## ANNEXES

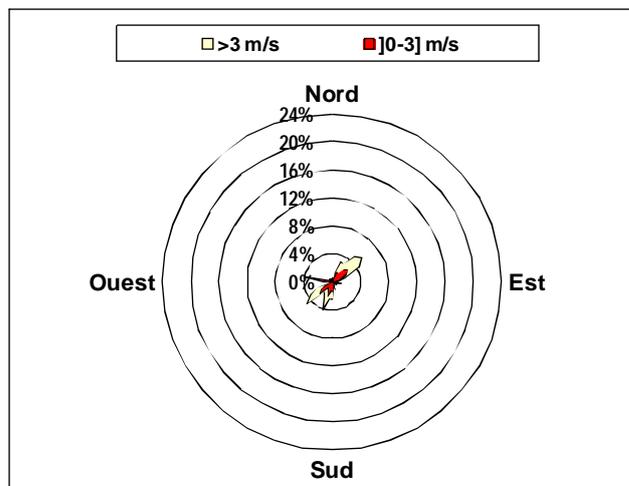
|  |    |
|--|----|
| ANNEXE 1 : Roses de vent durant chaque série de mesure relevées à Nemours (77) ..... | 23 |
| ANNEXE 2 : Résultats des mesures par site lors des 12 semaines de campagne .....     | 25 |

## ANNEXE 1 :

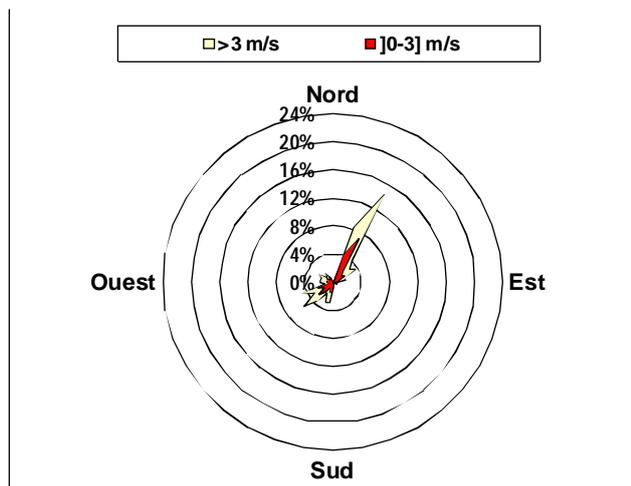
Roses de vent durant chaque série de mesure relevées à Nemours (77)  
(d'après Météo France)



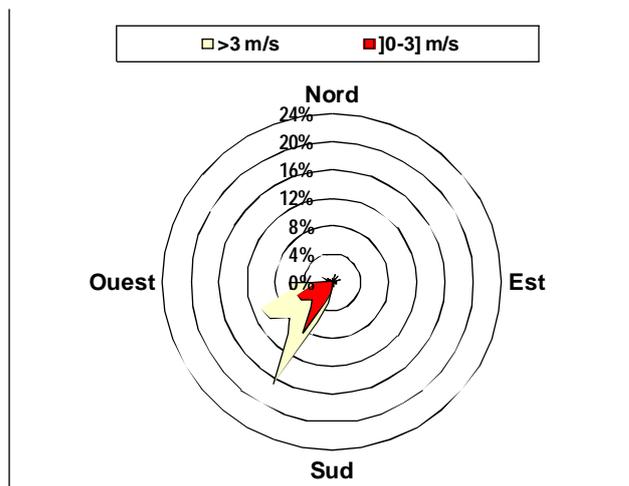
(a) Semaine 1 : 24/02 au 02/03



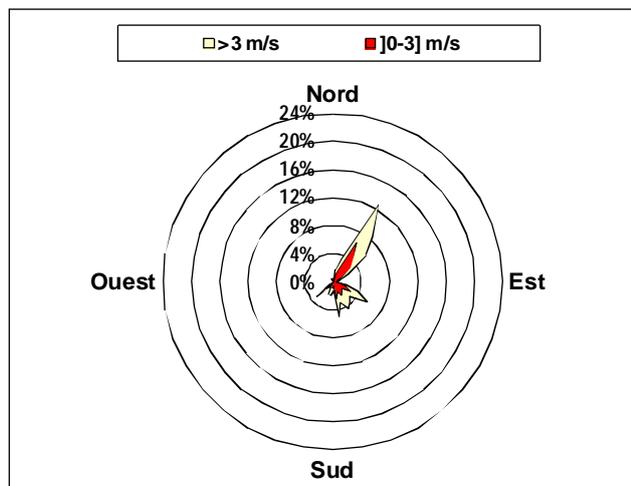
(b) Semaine 2 : 03/03 au 09/03



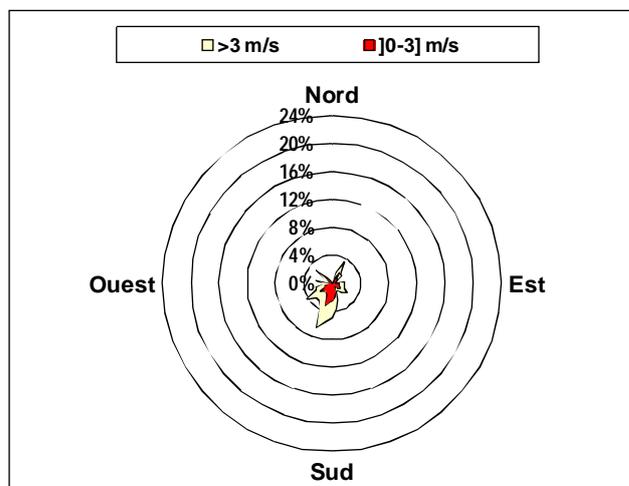
(c) Semaine 3 : 10/03 au 16/03



(d) Semaine 4 : 17/03 au 23/03



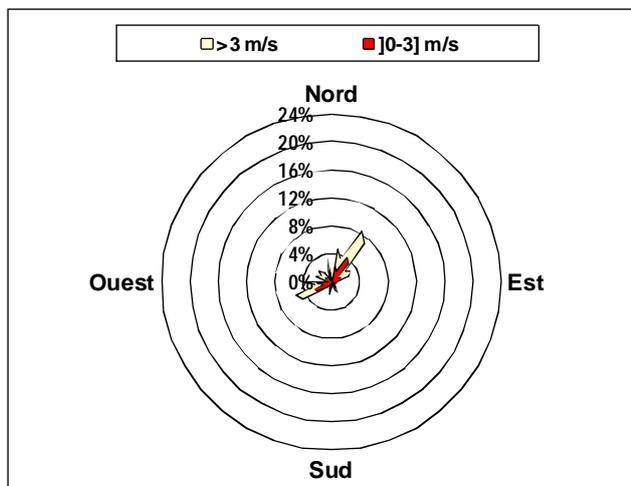
(e) Semaine 5 : 24/03 au 30/03



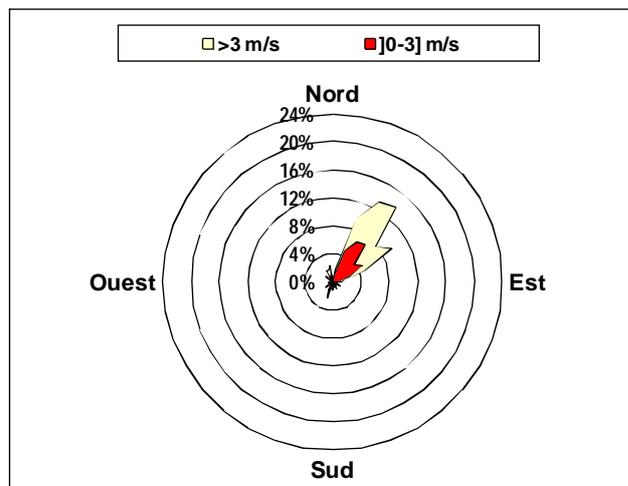
(f) Semaine 6 : 31/03 au 06/04

## ANNEXE 2 (suite) :

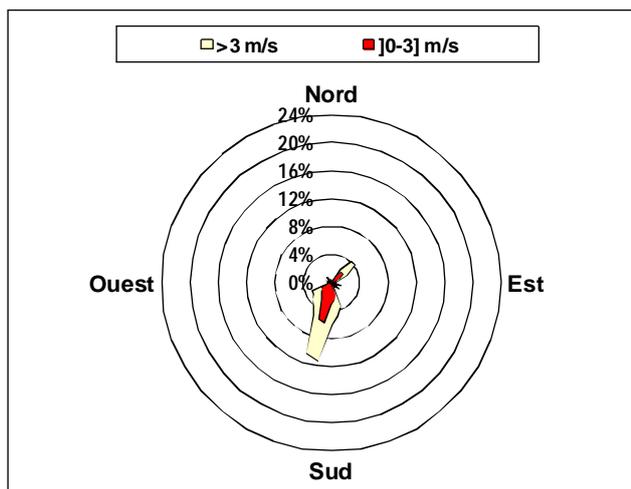
Roses de vent durant chaque série de mesure relevées à Nemours (77)  
(d'après Météo France)



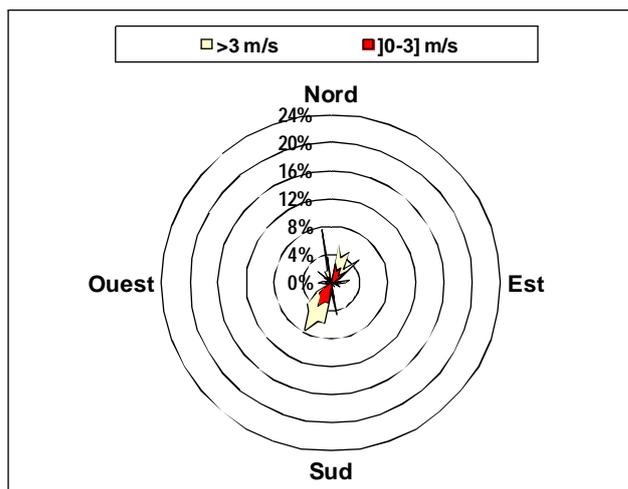
(g) Semaine 7 : 07/04 au 13/04



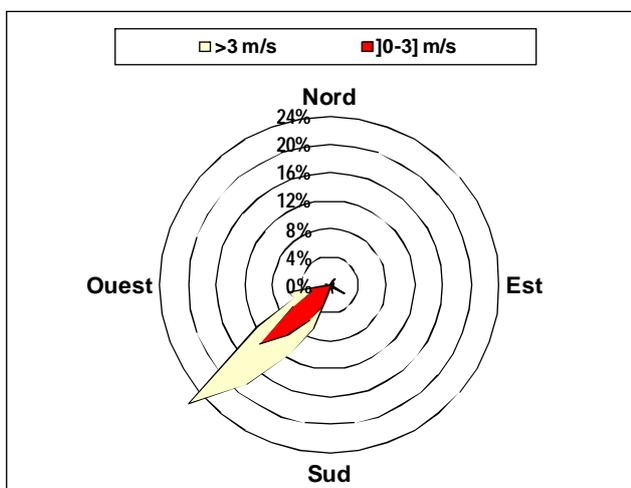
(h) Semaine 8 : 14/04 au 20/04



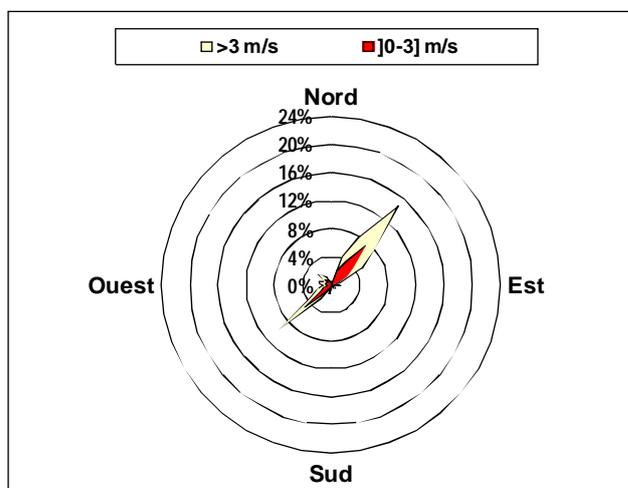
(i) Semaine 9 : 21/04 au 27/04



(j) Semaine 10 : 28/04 au 04/05



(k) Semaine 11 : 05/05 au 11/05



(l) Semaine 12 : 12/05 au 18/05

## ANNEXE 2 :

Résultats des mesures par site lors des 12 semaines de campagne.

| Date       |            | Sites                | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|----------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                      | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.7        | 0.1        | 1.9        | 0.01        | 1.1        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.5        | 0.2        | 4.5        | 0.01        | 1.7        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Bagneaux - cimetière | 3.7        | 0.3        | 5.6        | 0.02        | 3.3        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.4        | 0.1        | 3.2        | 0.01        | 1.4        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.4        | 0.1        | 0.9        | 0.01        | 1.4        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.3        | 0.1        | 1.6        | 0.01        | 2.0        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Bagneaux - cimetière | 1.5        | 0.1        | 3.0        | 0.01        | 1.5        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Bagneaux - cimetière | 0.7        | 0.1        | 0.9        | 0.01        | 1.6        |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Bagneaux - cimetière | 0.5        | 0.1        | 1.7        | 0.01        | 1.0        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Bagneaux - cimetière | 0.8        | 0.1        | 1.4        | 0.01        | 1.4        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Bagneaux - cimetière | 0.4        | 0.1        | 0.9        | 0.01        | 0.6        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Bagneaux - cimetière | 0.4        | 0.1        | 3.3        | 0.01        | 0.5        |
|            |            | <b>Moyenne</b>       | <b>1.3</b> | <b>0.1</b> | <b>2.4</b> | <b>0.01</b> | <b>1.5</b> |

nd : non disponible

| Date       |            | Sites                     | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|---------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                           | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Bagneaux - parking mairie | nd         | 0.1        | 16.3       | 0.03        | 5.9        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Bagneaux - parking mairie | 2.7        | 0.2        | 6.6        | 0.01        | 2.2        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Bagneaux - parking mairie | 2.7        | 0.3        | 3.1        | 0.01        | 1.9        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Bagneaux - parking mairie | 2.2        | 0.1        | 11.5       | 0.10        | 2.1        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Bagneaux - parking mairie | nd         | 0.1        | 1.7        | 0.01        | 1.3        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Bagneaux - parking mairie | 1.3        | 0.1        | 5.3        | 0.03        | 3.8        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.8        | 0.1        | 2.9        | 0.02        | 1.7        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.7        | 0.1        | 1.5        | 0.01        | 1.1        |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.8        | 0.1        | 8.6        | 0.03        | 3.5        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.8        | 0.1        | 5.3        | 0.05        | 2.0        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.4        | 0.1        | 35.3       | 0.03        | 0.6        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Bagneaux - parking mairie | 0.3        | 0.1        | 2.6        | 0.01        | 0.3        |
|            |            | <b>Moyenne</b>            | <b>1.3</b> | <b>0.1</b> | <b>8.4</b> | <b>0.03</b> | <b>2.2</b> |

## ANNEXE (suite) :

### Résultats des mesures par site lors des 12 semaines de campagne.

nd : non disponible

| Date       |            | Sites                       | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|-----------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                             | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.9        | 0.1        | 2.1        | 0.01        | 0.7        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.6        | 0.2        | 1.9        | 0.01        | 1.5        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 2.5        | 0.3        | 2.4        | 0.01        | 1.9        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.5        | 0.1        | 0.9        | 0.01        | 0.7        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.7        | 0.1        | 3.7        | 0.01        | 1.6        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Bagneaux - salle omnisports | nd         | 0.1        | 2.6        | 0.01        | 1.6        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.3        | 0.1        | 1.3        | 0.01        | 1.1        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 0.8        | 0.1        | 0.8        | 0.01        | 0.9        |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.3        | 0.1        | 1.7        | 0.01        | 0.7        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 0.9        | 0.1        | 0.5        | 0.01        | 0.7        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 1.1        | 0.1        | 1.3        | 0.01        | 0.3        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Bagneaux - salle omnisports | 0.3        | 0.1        | 0.8        | 0.01        | 1.0        |
|            |            | <b>Moyenne</b>              | <b>1.4</b> | <b>0.1</b> | <b>1.7</b> | <b>0.01</b> | <b>1.1</b> |

nd : non disponible

| Date       |            | Sites                    | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|--------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                          | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 2.3        | 0.1        | 3.3        | 0.01        | 1.5        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 2.0        | 0.2        | 2.0        | 0.01        | 1.4        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 3.4        | 0.3        | 2.3        | 0.01        | 2.2        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 1.9        | 0.1        | 1.2        | 0.01        | 0.6        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 1.9        | 0.1        | 1.0        | 0.01        | 0.9        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 1.1        | 0.1        | 2.5        | 0.01        | 1.5        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 0.8        | 0.1        | 1.2        | 0.01        | 1.3        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | nd         | nd         | nd         | nd          | nd         |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 0.7        | 0.1        | nd         | 0.01        | 1.3        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 0.7        | 0.1        | 1.6        | 0.01        | 1.1        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 0.3        | 0.1        | 1.9        | 0.01        | 0.3        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Bagneaux - stade Aubourg | 0.3        | 0.1        | 0.5        | 0.01        | 0.3        |
|            |            | <b>Moyenne</b>           | <b>1.4</b> | <b>0.1</b> | <b>1.8</b> | <b>0.01</b> | <b>1.1</b> |

## ANNEXE (suite) :

### Résultats des mesures par site lors des 12 semaines de campagne.

nd : non disponible

| Date       |            | Sites                      | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|----------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                            | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 2.5        | 0.1        | 0.5        | 0.01        | 0.3        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 2.5        | 0.2        | 3.8        | 0.02        | 2.0        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 3.0        | 0.3        | 3.6        | 0.03        | 2.1        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 2.2        | 0.1        | 1.4        | 0.01        | 0.9        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 2.0        | 0.1        | 5.7        | 0.02        | 2.1        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Bagneaux - espace bouliste | nd         | 0.1        | 3.0        | 0.01        | 2.3        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 1.8        | 0.1        | 1.1        | 0.01        | 0.5        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 1.4        | 0.1        | 1.7        | nd          | 1.2        |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 1.4        | 0.1        | 1.1        | 0.01        | 0.5        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 1.2        | 0.1        | 0.8        | 0.01        | 0.3        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Bagneaux - espace bouliste | nd         | 0.1        | 2.2        | 0.01        | 0.8        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Bagneaux - espace bouliste | 0.5        | 0.1        | 1.2        | 0.01        | 0.5        |
|            |            | <b>Moyenne</b>             | <b>1.9</b> | <b>0.1</b> | <b>2.2</b> | <b>0.01</b> | <b>1.1</b> |

| Date       |            | Sites             | Nickel     | Cadmium    | Arsenic    | Plomb       | Etain      |
|------------|------------|-------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|
|            |            |                   | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (ng/m3)    | (µg/m3)     | (ng/m3)    |
| 24/02/2014 | 02/03/2014 | Paris (référence) | 1.4        | 0.1        | 0.2        | 0.01        | 3.2        |
| 03/03/2014 | 09/03/2014 | Paris (référence) | 1.9        | 0.3        | 0.4        | 0.01        | 3.6        |
| 10/03/2014 | 16/03/2014 | Paris (référence) | 3.3        | 0.5        | 1.3        | 0.03        | 8.7        |
| 17/03/2014 | 23/03/2014 | Paris (référence) | 0.6        | 0.1        | 0.2        | 0.01        | 0.9        |
| 24/03/2014 | 30/03/2014 | Paris (référence) | 1.0        | 0.2        | 0.3        | 0.01        | 2.6        |
| 31/03/2014 | 06/04/2014 | Paris (référence) | 1.4        | 0.2        | 1.7        | 0.01        | 7.1        |
| 07/04/2014 | 13/04/2014 | Paris (référence) | 1.3        | 0.2        | 0.4        | 0.01        | 9.0        |
| 14/04/2014 | 20/04/2014 | Paris (référence) | 1.1        | 0.1        | 0.2        | 0.01        | 7.3        |
| 21/04/2014 | 27/04/2014 | Paris (référence) | 0.8        | 0.1        | 0.3        | 0.01        | 6.1        |
| 28/04/2014 | 04/05/2014 | Paris (référence) | 1.0        | 0.1        | 0.2        | 0.01        | 3.0        |
| 05/05/2014 | 11/05/2014 | Paris (référence) | 0.3        | 0.1        | 0.2        | 0.01        | 2.8        |
| 12/05/2014 | 18/05/2014 | Paris (référence) | 0.4        | 0.1        | 0.3        | 0.01        | 7.3        |
|            |            | <b>Moyenne</b>    | <b>1.2</b> | <b>0.2</b> | <b>0.5</b> | <b>0.01</b> | <b>5.1</b> |