



# évaluation de la qualité de l'air

**dans l'environnement de**  
**l'Unité** de Valorisation Energétique Arc en Ciel  
(novembre à décembre 2010)

mars 2011



# sommaire

synthèse .....	1
introduction .....	6
le dispositif de surveillance .....	7
cinq sites de mesure .....	8
deux types d'indicateurs de la pollution atmosphérique .....	10
les périodes de mesure .....	11
récapitulatif .....	12
les résultats .....	13
situation météorologique .....	14
mesure des retombées atmosphériques .....	17
mesure des concentrations atmosphériques .....	24
conclusions et perspectives .....	37
annexes .....	38
annexe 1 : Air Pays de la Loire .....	39
annexe 2 : techniques d'évaluation .....	40
annexe 3 : types des sites de mesure .....	45
annexe 4 : polluants .....	46
annexe 5 : évolution des concentrations atmosphériques en métaux lourds, au cours de la campagne de 2010 .....	48
annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2010 .....	51
bibliographie .....	52
glossaire .....	54
abréviations .....	54
définitions .....	55
précisions sur les calculs statistiques .....	55

## contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz- Rédaction : Valérie Viranaiken, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Validation : François Ducroz- Luc Lavrilleux.

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

## remerciements

Nous remercions Messieurs Nicolas (mairie de Couëron) et Lethiec (mairie de Saint-Jean-de-Boiseau) pour avoir accepté l'installation de notre matériel.

# synthèse

## contexte | **une qualité de l'air réglementée**

Chaque année, l'Unité de Valorisation Energétique (UVE) Arc en Ciel traite plus de 250 000 tonnes de déchets de l'agglomération Nantaise [1].

Depuis les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003, une surveillance annuelle de la qualité de l'air autour de l'UVE, est exigée. C'est Air Pays de la Loire qui a été chargé de cette mission et qui réalise, depuis 1997, une surveillance annuelle de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement.

Deux types d'indicateurs sont ciblés par ce processus de surveillance :

- Les polluants atmosphériques, qui comprennent les métaux lourds, l'acide chlorhydrique, le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, le monoxyde de carbone CO ainsi que les particules fines PM10,
- Les retombées atmosphériques, qui contiennent les dioxines et furannes et les métaux lourds.

## objectifs | **suivi réglementaire et évaluation de l'impact d'Arc en Ciel**

Cette surveillance annuelle a pour but :

- de comparer la qualité de l'air aux valeurs réglementaires,
- d'évaluer l'impact des rejets d'Arc en Ciel sur la qualité de l'air environnant.

## moyens | **une campagne d'évaluation aux techniques de mesures normalisées**

### deux indicateurs de pollution

Le dispositif d'étude mis en œuvre par Air Pays de la Loire comprend la mesure :

- des dépôts atmosphériques, par la collecte et l'analyse des eaux de pluie ;
- les concentrations atmosphériques.

### une campagne de mesure de 7 semaines

Le processus de mesure s'est déroulé du 3 novembre au 22 décembre 2010. Le dispositif de mesure des retombées atmosphériques a duré 5 semaines, (du 3 novembre au 8 décembre 2010), au lieu des 7 initialement prévues, en raison des conditions météorologiques.

### les polluants mesurés

Les polluants suivants émis par l'incinération des déchets ont été mesurés soit dans l'air soit dans les eaux de pluie à l'aide de différentes techniques de collecte et d'analyse normalisées selon la commande passée par l'établissement Arc en Ciel :

- **9 métaux** : As, Ni, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Hg, Mn, analysés dans l'air et dans les eaux de pluie (normes FDT 90-119, NF EN ISO 5961, NF EN 1233, NF EN 1483, NF EN ISO 11-885) ;
- **l'acide chlorhydrique** via la mesure des chlorures analysés dans l'air (INRS 009 – NF ISO 10 304-2) et dans la précipitation (NF EN ISO 10304-2) ;
- **le dioxyde d'azote** mesuré dans l'air (NFX 43-018) ;
- **les dioxines et furannes**, dont les 17 congénères toxiques, analysés dans les eaux de pluie (Durif 2001 ; US EPA 1613) ;
- **le monoxyde de carbone** (NFX 43-044), **le dioxyde de soufre** (NFX 43-019) et **les particules fines**, mesurés dans l'air.

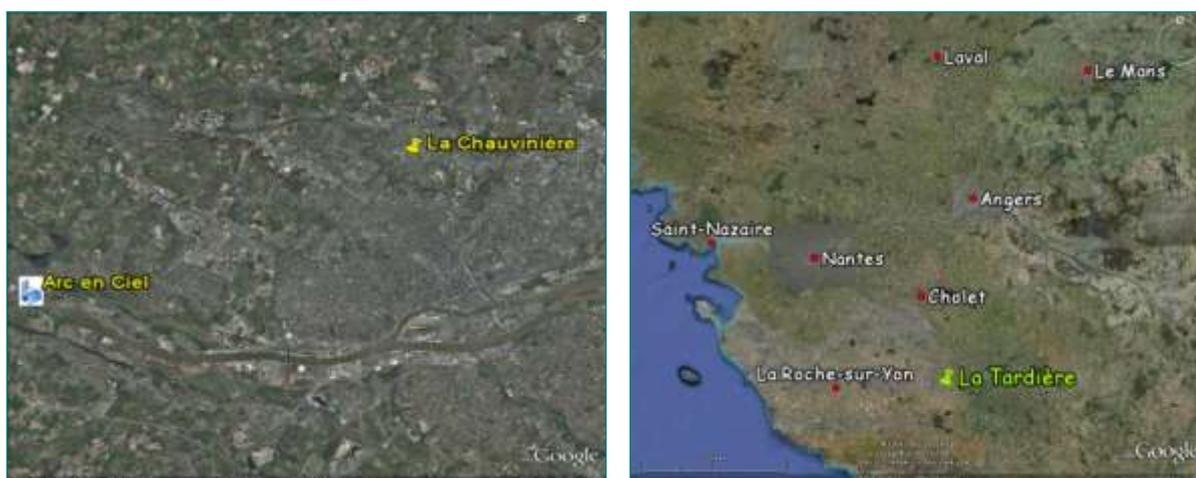
## trois sites de mesure dans l'environnement d'Arc en Ciel



Localisation des 3 sites de mesure *dans l'environnement d'Arc en Ciel*

## deux sites de mesure non influencés par les rejets de l'UVE

Deux sites de mesure non influencés par les rejets d'Arc en Ciel, le site urbain de la Chauvinière à Nantes et le site rural de la Tardière en Vendée ont également été utilisés. Sur ces deux sites, des collecteurs de précipitations ont été installés pour la collecte et l'analyse des dioxines et furannes dans les eaux de pluie. Les mesures enregistrées sur ces deux sites non influencés permettent la comparaison des dépôts de dioxines et furannes avec ceux relevés dans l'environnement de l'usine.

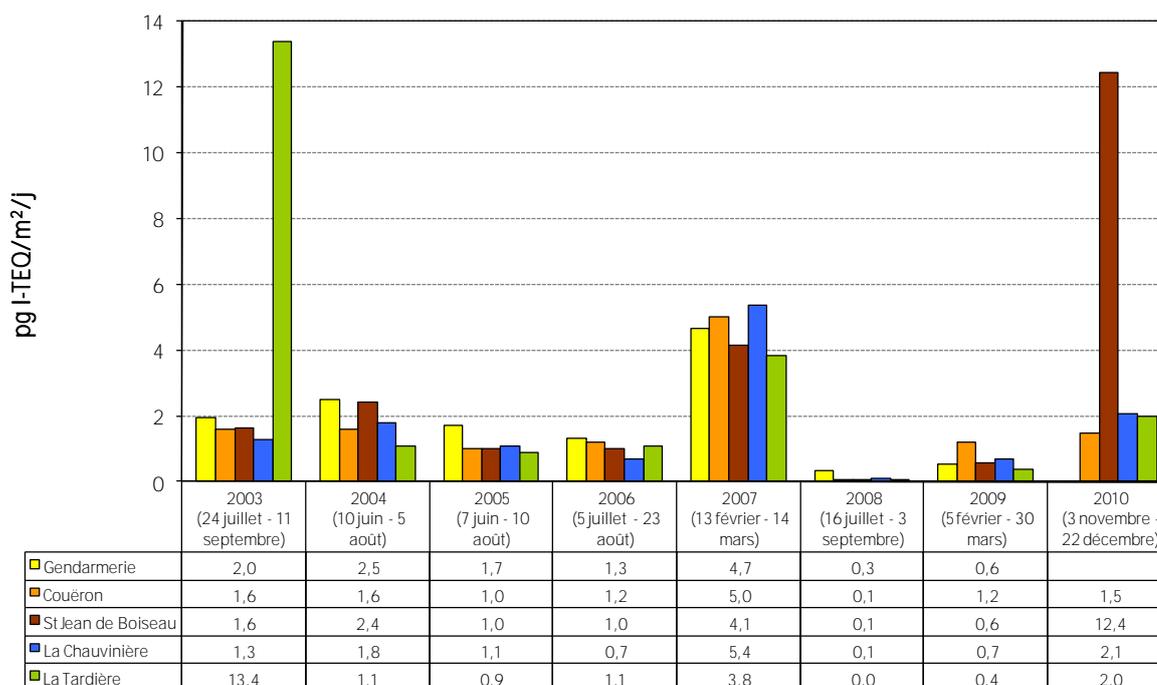


Localisation de site de la Chauvinière (dans l'agglomération nantaise) et de la Tardière en Vendée

## résultats I

### les dépôts de dioxines et furannes

Le graphique ci-dessous présente l'évolution des niveaux des dépôts de dioxines et furannes, dont 17 congénères toxiques, collectés sur 4 des 5 sites de mesure présentés précédemment, au cours des 8 dernières années (le site de la Gendarmerie, utilisé depuis 2003, n'a pu être utilisé en 2010 et a été remplacé par celui de l'école de la Métairie).



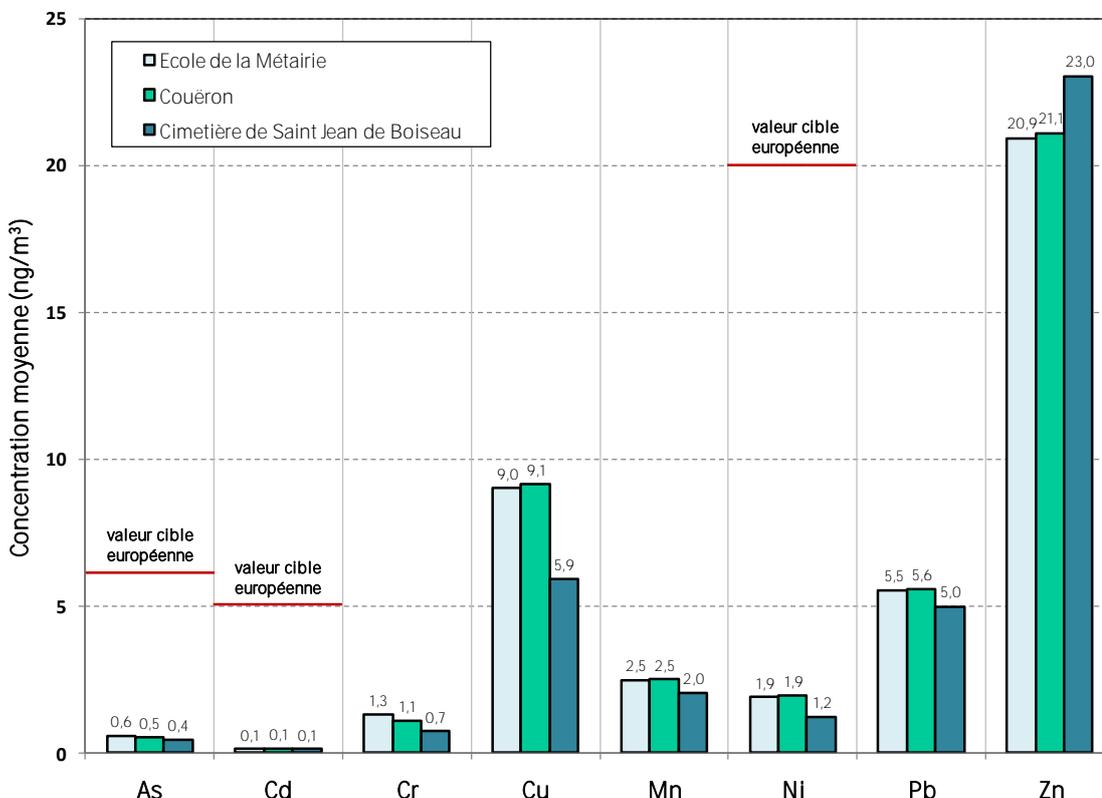
Evolution des niveaux (équivalent toxique) en dioxines et furannes relevés *dans l'environnement d'Arc en Ciel* depuis 2003

Le site de Couéron montre un niveau de dioxines et furannes du même ordre de grandeur que celui enregistré en 2009. Cette teneur d'**1,5 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j** est d'ailleurs équivalente à celle mesurée sur le site de l'école de la Métairie (1,6 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j) qui a été exposé 3 fois plus longtemps que Couéron aux vents en provenance d'Arc en Ciel.

Le site de St-Jean-de-Boiseau révèle lui des concentrations supérieures. Ces niveaux ne semblent pas dus aux rejets de l'UVE. En effet, l'étude des teneurs en dioxines et furannes à l'émission a montré en novembre des niveaux très faibles (0.005 ng/m<sup>3</sup> ITEQ) équivalents à ceux rencontrés habituellement. Ces concentrations à l'émission respectent la valeur réglementaire de 0.1 ng/m<sup>3</sup> ITEQ. Par ailleurs, l'analyse des profils de répartition des dioxines et furannes est comparable sur les 5 sites de mesure. Ainsi, les concentrations atmosphériques de dioxines et furannes plus élevées à St-Jean-de-Boiseau pourraient avoir été causées par des combustions parasites.

## les métaux lourds dans l'air

Les concentrations moyennes des métaux lourds relevées sur les sites de mesure de l'Ecole de la Métairie, de Couëron et du Cimetière de St-Jean-de-Boiseau, sont exposées sur le graphique suivant :



Concentrations moyennes en métaux lourds dans l'air, mesurées en 2010 dans l'environnement d'Arc en Ciel

Remarque : Les concentrations de mercure Hg relevées lors de la campagne de mesure étant inférieures à la limite de quantification, elles ne sont pas représentées sur le graphique précédent.

D'après ces résultats, les teneurs de chacun des différents métaux ciblés, sont homogènes sur les 3 sites de mesure. Les métaux relevés dans l'air se répartissent en trois classes de concentration :

- le zinc Zn est l'élément majoritaire, avec une proportion supérieure à 50 % et des concentrations comprises entre 20 et 23 ng/m<sup>3</sup>,
- quatre éléments mineurs, le cuivre Cu, le manganèse Mn, le plomb Pb et le nickel Ni, dont les niveaux évoluent de 2 à 9 ng/m<sup>3</sup>.
- l'arsenic, le cadmium Cd et le chrome Cr, sont eux détectés à l'état de traces avec des concentrations inférieures à 1,5 ng/m<sup>3</sup>.

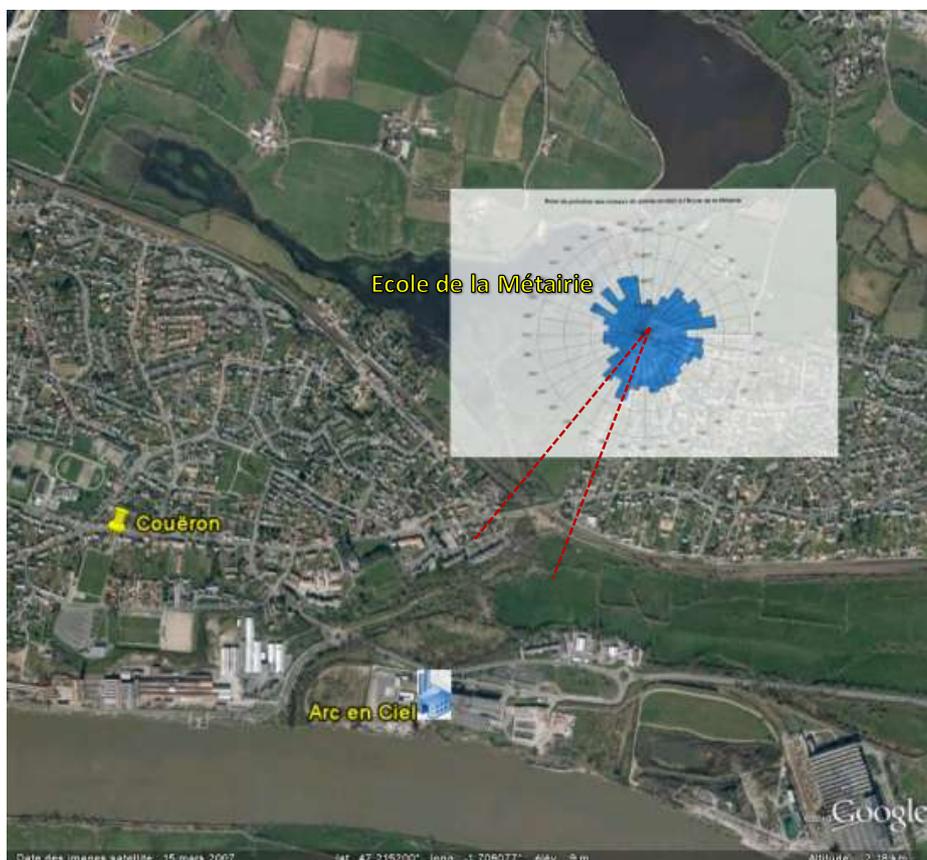
Cette répartition, constante au cours des 7 semaines de mesure, est similaire à celle relevée lors de la précédente campagne d'évaluation de qualité de l'air dans l'environnement d'Arc en Ciel en 2009.

### comparaison aux normes

En extrapolant à une année les moyennes des résultats obtenus, il est très vraisemblable que les valeurs cibles existantes pour l'arsenic, le cadmium et le plomb, soient respectées dans l'environnement d'Arc en Ciel. En effet, les teneurs moyennes enregistrées au cours de la campagne représentent au maximum 10% de ces valeurs limites annuelles.

## étude de l'impact d'Arc en Ciel sur la qualité de l'air environnant

L'étude de l'impact de l'UVE a été effectuée pour le dioxyde d'azote, à partir de la réalisation de la rose de pollution des niveaux de pointe de ce composé. Cette représentation indique l'intensité de la pollution mesurée en fonction de la direction des vents et permet d'identifier les secteurs de vent pour lesquels la concentration est maximale.



Origine de la pollution (niveaux de pointe) au dioxyde d'azote à l'école de la Métairie

D'après les résultats, aucune augmentation particulière des niveaux de  $\text{NO}_2$ , de  $\text{SO}_2$ , de particules fines  $\text{PM}_{10}$  et de  $\text{CO}$ , n'est observée dans le secteur de vent en provenance d'Arc en Ciel. Ceci suggère donc que sur la période de mesure, les rejets de l'UVE n'ont pas d'impact détectable sur les niveaux atmosphériques dans l'environnement de l'établissement. On note une augmentation des concentrations par vent de secteur nord-ouest qui est à mettre en collaboration avec les émissions de la centrale thermique EDF de Cordemais. Quant aux élévations des niveaux de polluant en secteurs est et sud-est, elles résultent de l'influence de l'agglomération nantaise.

## conclusions et perspectives I

D'après les résultats de la campagne de mesure menée du 3 novembre au 22 décembre 2010 :

- l'influence de l'UVE sur les niveaux de dioxines et furannes dans l'air environnant n'est pas significative, les niveaux plus élevés sur le site de Saint-Jean-de-Boiseau sont probablement dus à des combustions parasites.
- les concentrations en métaux lourds relevées aussi bien dans les retombées atmosphériques que dans l'air ambiant, restent faibles et sont inférieures aux valeurs réglementaires,
- aucune relation de corrélation n'a pu être mise en évidence entre les niveaux d'acide chlorhydrique dans l'air et les rejets de l'UVE,
- les concentrations des polluants atmosphériques mesurés en continu sont inférieures aux seuils d'information et de recommandation,
- aucune augmentation des niveaux de  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{CO}$  ou  $\text{PM}_{10}$  n'est observée dans le secteur de vent en provenance d'Arc en Ciel.

# introduction

Située sur la commune de Couëron, l'Unité de Valorisation Energétique (UVE) Arc en Ciel traite chaque année, plus de 250 000 tonnes de déchets de l'agglomération nantaise. Sur son site de Couëron, sont implantés un centre de traitement et de valorisation des déchets, un centre de tri et de conditionnement des déchets ménagers recyclables ainsi qu'un centre de tri des déchets industriels banals [2].

D'après les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003, une surveillance annuelle de la qualité de l'air autour de l'UVE, est exigée.

Depuis 1997, Arc en Ciel a confié cette mission à Air Pays de la Loire qui a mis en place un dispositif de surveillance des polluants atmosphériques suivants : métaux lourds, acide chlorhydrique, et dioxyde d'azote. En 2003, à cette surveillance, s'est rajoutée la mesure des dépôts totaux en dioxines et furannes dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine. Par ailleurs, depuis 2009, un laboratoire mobile est chargé de mesurer en continu les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les particules fines (PM<sub>10</sub>) et est positionné de manière à isoler l'influence de l'UVE d'autres sources de polluants.

Ce rapport recense les résultats de la campagne de mesure qui s'est déroulée du 3 novembre au 22 décembre 2010.

Il présente successivement :

- Le dispositif de mesure mis en œuvre ;
- Les résultats de mesure et leur interprétation en termes de suivi réglementaire et de contribution des activités d'Arc en Ciel sur les concentrations enregistrées.

# le dispositif de surveillance

**A**rc en Ciel, en commandant cette campagne d'évaluation, a donné son accord sur la nature du dispositif et des méthodes de mesure employées.

Un dispositif complet a été mis en œuvre pour la surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'Unité de Valorisation Énergétique. Il permet d'appréhender deux indicateurs de la pollution atmosphérique :

- les concentrations atmosphériques, via des mesures directement dans l'air ;
- les retombées atmosphériques (dépôts), via la collecte et l'analyse des eaux de pluie.

Plusieurs polluants (9 métaux, acide chlorhydrique, oxydes d'azote, dioxines et furannes) ont été mesurés soit dans l'air soit dans les eaux de pluie à l'aide de différentes techniques de collecte et d'analyse normalisées.

Le dispositif est composé de 5 sites de mesure :

- 3 situés dans l'environnement immédiat d'Arc en Ciel ;
- 2 non influencés, pour comparaison.

## cinq sites de mesure

trois sites de prélèvement localisés dans les zones de retombées maximales



Photo 1 : localisation des 3 sites de mesure situés dans l'environnement d'Arc en Ciel

N° Site	Nom	Adresse	Distance à l'UVE
1	Ecole de la Métairie	Rue de Trevellec, Couëron	1 100 m au nord nord-est
2	Couëron	Ancienne prison de Couëron, près du stade des Ardilllets	940 m à l'ouest nord-ouest
3	St-Jean-de-Boiseau	Cimetière de St-Jean-de- Boiseau	1 800 m au sud-ouest

Tableau 1 : caractéristique des 3 sites de mesure



Photo 2 : Camion laboratoire sur le site de la Métairie



Photo 3 : Cimetière de St-Jean-de-Boiseau

### deux sites non influencés par Arc en Ciel

Deux sites de mesure non influencés par les rejets de l'UVE (site urbain de la Chauvinière à Nantes et site rural de la Tardière en Vendée) ont été dotés de collecteurs de précipitation permettant la collecte et l'analyse des dioxines et furannes dans les eaux de pluie. Les mesures enregistrées sur ces deux sites permettent de fournir une référence pour les valeurs de dépôts de dioxines et furannes en environnement urbain et rural, durant la période d'étude.

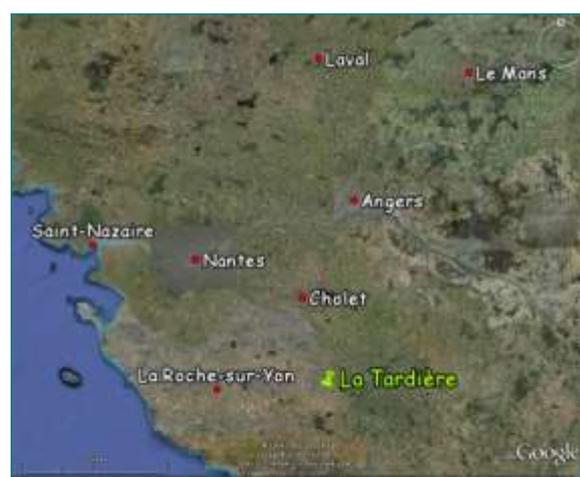
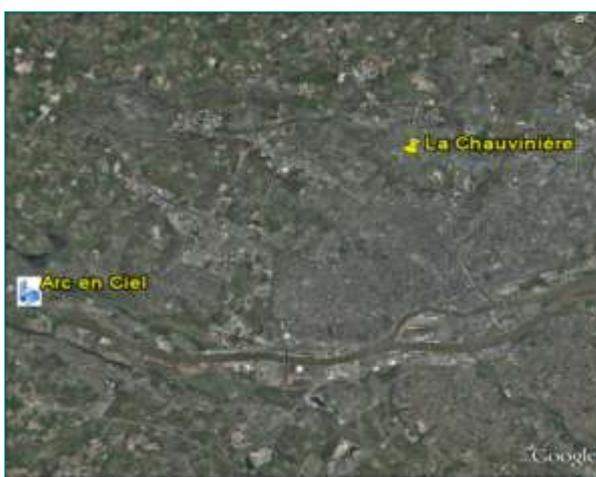


Figure 1 : localisation des sites de la Chauvinière et de la Tardière

## deux types d'indicateurs de la pollution atmosphérique

### les concentrations atmosphériques

Sur trois sites (Métairie, Couëron et St-Jean-de-Boiseau), les concentrations dans l'air des polluants suivants ont été mesurées :

- **9 métaux lourds visés** par l'arrêté ministériel du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains, arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), manganèse (Mn), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb). En complément, le zinc (Zn) a également été analysé pour son potentiel supposé à tracer les émissions des Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères ;
- Les chlorures (Cl) en phase aérosols (sels de mer) et l'acide chlorhydrique (HCl) ;
- Les oxydes d'azote Nox, le dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, les particules fines PM10 ainsi que le monoxyde de carbone CO ont été mesurés sur le site de l'École de la Métairie.

Une description complète des techniques de collecte et d'analyse ainsi que des normes utilisées est reportée en annexe 2.

### les retombées atmosphériques

Conformément aux arrêtés préfectoraux du 9 décembre 1998 et du 14 avril 2003, une collecte des dépôts totaux est effectuée sur les trois sites (Métairie, Couëron et St-Jean-de-Boiseau) pour une analyse en laboratoire des métaux, des chlorures et sodium et des dioxines et furannes.

Des collectes de dépôts pour l'analyse des dioxines et furannes ont également été réalisées sur les sites non influencés de la Chauvinière et de la Tardière.

Une description complète des techniques de collecte et d'analyse ainsi que des normes utilisées, est reportée en annexe 2.

## les périodes de mesure

Cette campagne d'évaluation s'est déroulée du 3 novembre au 22 décembre 2010. Le Tableau 2 présente les 7 périodes de prélèvement des métaux lourds et de l'acide chlorhydrique dans l'air. Les périodes de mesure de retombées atmosphériques sont elles, résumées dans le Tableau 3.

Les mesures par analyseurs automatiques (Nox, SO<sub>2</sub>, CO, PM10) ont elles, été réalisées du 4 novembre au 23 décembre 2010.

Période	Date début	Date fin
S1	03/11/10	10/11/10
S2	10/11/10	17/11/10
S3	17/11/10	24/11/10
S4	24/11/10	01/12/10
S5	01/12/10	08/12/10
S6	08/12/10	15/12/10
S7	15/12/10	22/12/10

Tableau 2 : périodes de mesure des métaux lourds et de l'acide chlorhydrique, dans l'air, sur les 3 sites de l'Ecole de la Métairie, Couëron et St-Jean-de-Boiseau

Site	Date début	Date fin
Sur les 3 sites de l'environnement de l'UVE	03/11/10	08/12/10
Site de la Chauvinière	03/11/10	08/12/10
Site de la Tardière	02/11/10	30/11/10

Tableau 3 : périodes d'exposition des collecteurs de pluie

A cause des fortes intempéries survenues durant les premières semaines de la campagne et afin d'éviter tout risque de débordement, les collecteurs de pluie des sites de l'Ecole de la Métairie, de Couëron, de St-Jean-de-Boiseau et de la Chauvinière ont du être retirés le 18 novembre et remplacés par de nouveaux réservoirs le 19 novembre.

Par ailleurs, pour des raisons techniques, le collecteur de pluie de la Tardière n'a pu être exposé que 4 semaines. Suite à cet évènement et dans le but d'obtenir des comparaisons interprétables entre les sites, la décision d'arrêter prématurément les prélèvements de pluie sur les 4 autres sites de mesure a été prise. C'est pourquoi la collecte des eaux de pluie sur les sites de l'Ecole de la Métairie, de Couëron, de St-Jean-de-Boiseau et de la Chauvinière, n'a duré que 5 semaines contre les 7 initialement prévues.

Durant toute cette campagne de mesure, la ligne 1 de l'UVE a été arrêtée du 7 au 15 novembre et la ligne 2, du 14 au 16 décembre. Sur le reste de la période, le fonctionnement de l'UVE a été normal.

## récapitulatif

Le Tableau 4 recense pour l'ensemble des sites de mesure, le type de polluants analysé ainsi que les durées d'échantillonnage.

nom du site	typologie	concentrations atmosphériques			retombées atmosphériques		
		métaux*	HCl et chlorures particulaires	oxydes d'azote, SO <sub>2</sub> , CO, PM10	dioxines et furannes	métaux*	ions chlorures et sodium
Ecole de la Métairie	Industriel	X	X	X (en continu)	X	X	X
Couéron	industriel	X	X		X	X	X
St-Jean-de-Boiseau	industriel	X	X		X	X	X
La Chauvinière	urbain (non influencé)				X		
La Tardière	rural (non influencé)				X		

■ 7 séquences hebdomadaires du 03/11/10 au 22/12/10

■ 5 semaines d'exposition du 03/11/10 au 08/12/10

■ 4 semaines d'exposition, du 02/11/10 au 30/11/10

Tableau 4 : typologie des sites, polluants étudiés et durée des prélèvements

\* As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn

# les résultats

Après avoir présenté les conditions météorologiques rencontrées sur la période de mesure, l'interprétation des résultats s'articulera autour des 2 points suivants :

- l'interprétation des résultats des retombées atmosphériques ;
- l'interprétation des résultats des concentrations des différents polluants mesurées dans l'air.

## situation météorologique

La vitesse et la direction des vents sont des paramètres importants à prendre en compte pour comprendre la dispersion des polluants dans l'environnement d'une source. Grâce aux données de la station de Nantes-Atlantique (propriété de Météo France), il est possible de retracer les conditions météorologiques durant la campagne. Le Tableau 5 présente, pour chacune des semaines de prélèvement, la direction des vents ainsi que le nombre d'heures hebdomadaires au cours desquelles, les sites ont été sous les vents de l'usine Arc en Ciel. A noter que des secteurs de faible écart angulaire (+/- 10 °) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache.

		Site			Profil des roses des vents hebdomadaires
		Ecole de la Métairie	Couëron	St-Jean-de-Boiseau	
période	dates	200°-220°	105 °-125°	30°-50°	
S1	03/11 au 10/11	17	0	0	
S2	10/11 au 17/11	15	0	0	
S3	17/11 au 24/11	7	3	11	

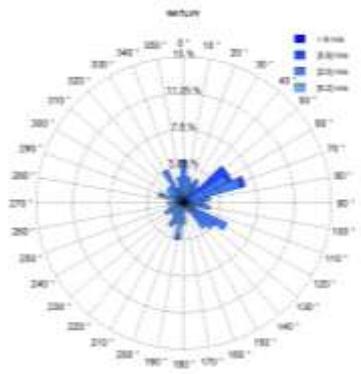
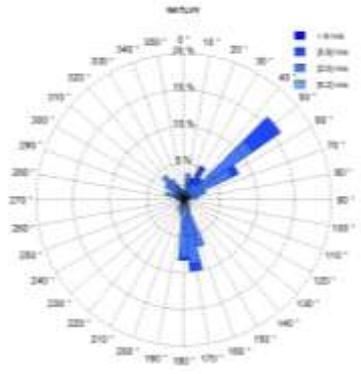
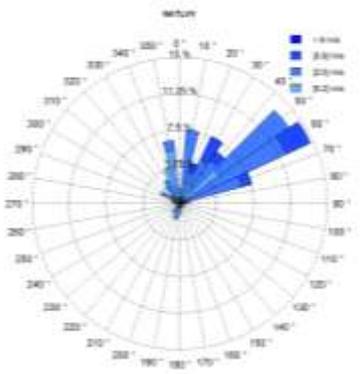
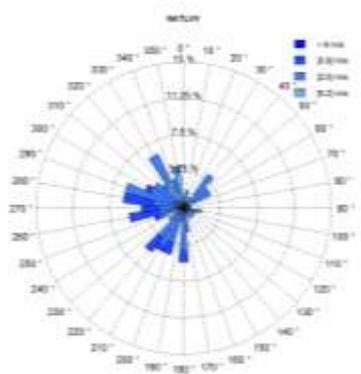
S4	24/11 au 01/12	1	8	6	
S5	01/12 au 08/12	2	1	14	
S6	08/12 au 15/12	0	0	9	
S7	15/12 au 22/12	12	0	0	
Total		54	12	40	

Tableau 5 : caractéristiques météorologiques et *nombre d'heures d'influence d'Arc en Ciel* durant la campagne de mesure

La répartition des vents au cours de la totalité de la campagne de mesure est présentée sur la rose des vents de la figure suivante. Elle montre une prédominance des vents de nord-est et des vents de secteur sud-ouest. Cette distribution explique que les sites de l'École de la Métairie et de St-Jean-de-Boiseau soient les plus exposés aux vents en provenance de l'usine Arc en Ciel (exposés respectivement durant 54 et 40 heures à l'influence de l'UVE).

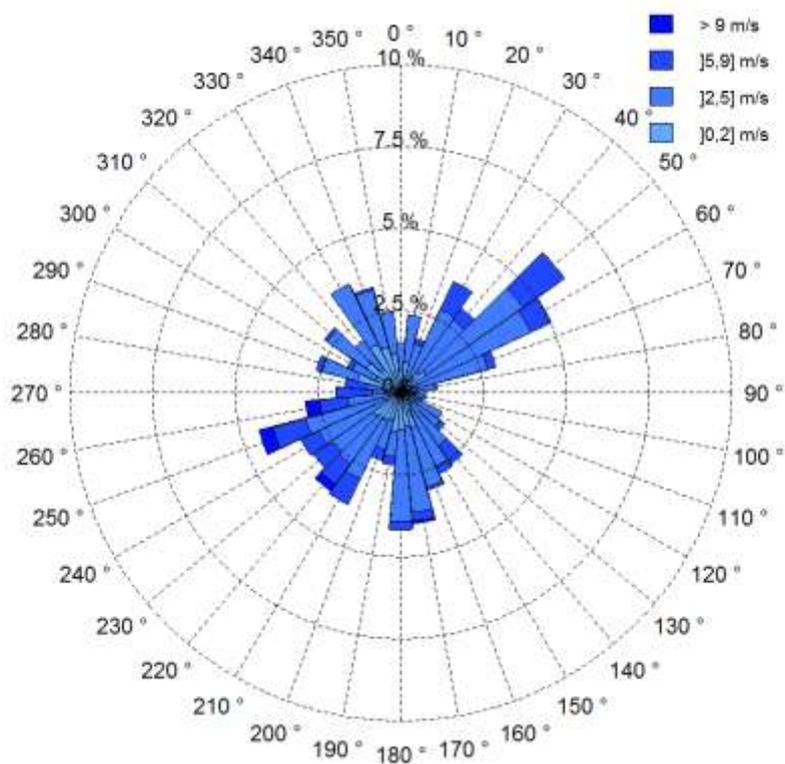


Figure 2 : Rose des vents calculée sur toute la campagne de mesure

## mesure des retombées atmosphériques

### mesure des dépôts de dioxines et furannes

Les dioxines et furannes font partie de la famille des polluants organiques persistants (POPs). Les dioxines sont au nombre de 75 et les furannes au nombre de 135 : on parle de congénères qui se différencient selon le nombre et la position des atomes de chlore. Sur ces 210 congénères, 17 sont actuellement considérés comme toxiques et sont surveillés en priorité.

C'est l'industrie manufacturière qui constitue la source principale des émissions de dioxines et furannes (76%). Entre 1990 et 2006, les émissions nationales de dioxines et furannes ont diminué de 93%. Cette réduction importante résulte principalement de la mise aux normes des incinérateurs de déchets, de la fermeture des établissements non conformes mais aussi d'avancés dans les secteurs de la sidérurgie ou de la métallurgie [3].

Les centres de traitement de déchets avec récupération d'énergie, quant à eux, sont à l'origine de 34,9% des émissions du secteur de la transformation de l'énergie en 2008 [3].

De 1995 à 2006, les émissions de dioxines par les incinérateurs d'ordures ménagères ont été divisées par un facteur supérieur à 100, passant de 1090 grammes en 1995 à 8,5 grammes en 2006. Cette diminution s'explique par l'application de la directive européenne 2000/76/CE, aux centres de traitement des déchets, qui définit de nouvelles valeurs limites d'émission [4].

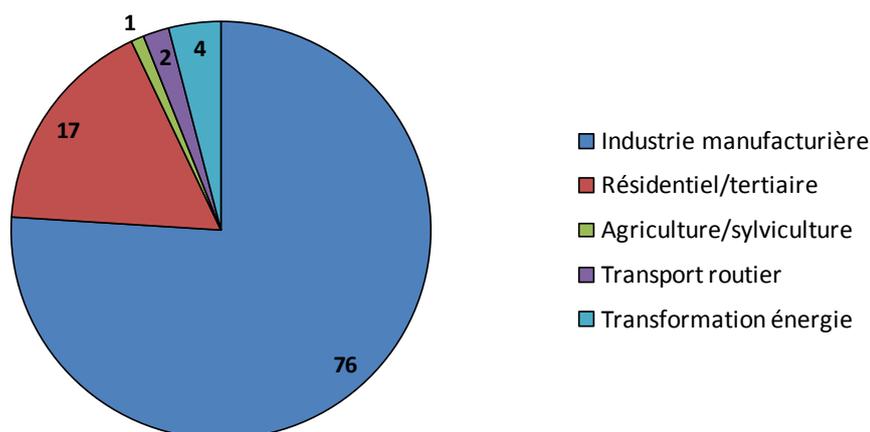


Figure 3 : sources d'émission anthropique de dioxines et furannes (%) en 2008 [3]

### rappel du dispositif de campagne

Trois sites de mesure sont positionnés dans l'environnement d'Arc en Ciel : l'Ecole de la Métairie, le site de Couëron et St-Jean-de-Boiseau. Afin d'estimer l'impact de l'UVE par comparaison, deux autres sites de mesure non influencés par l'établissement ont été également sélectionnés : la Chauvinière à Nantes et la station rurale d'Air pays de la Loire, localisée à la Tardière (sud-est de la Vendée). Chacun de ces cinq sites a été pourvu de collecteurs de précipitations atmosphériques, comme détaillé dans l'annexe 2.

## résultats par site

Dans le tableau suivant sont résumées les concentrations de dioxines et furannes, en pg/kg ainsi que l'équivalent toxique total de chacun des prélèvements effectués sur les 5 sites sélectionnés pour la campagne.

Concentration molécules (pg/kg)	Ecole Métairie	Couëron	St Jean de Boiseau	La Chauvinière	La Tardière
2,3,7,8-TCDD	<i>0,04</i>	<i>0,04</i>	0,04	<i>0,04</i>	<i>0,07</i>
1,2,3,7,8-PeCDD	<i>0,08</i>	<i>0,08</i>	0,22	<i>0,08</i>	<i>0,13</i>
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,07	0,08	0,38	0,08	0,13
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,20	0,08	1,92	0,08	0,13
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,20	0,08	0,79	0,08	0,13
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	1,72	0,34	11,90	1,09	0,03
OCDD	2,69	5,72	23,32	2,10	0,95
2,3,7,8-TCDF	0,09	0,04	0,71	0,14	0,12
1,2,3,7,8-PeCDF	0,08	0,08	0,37	0,08	0,13
2,3,4,7,8-PeCDF	0,08	0,14	1,46	0,27	0,21
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,12	0,08	1,27	0,20	0,13
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,12	0,08	1,17	0,13	0,13
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,11	0,07	1,73	0,23	0,43
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,08	0,08	0,52	0,08	0,13
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,17	0,14	3,26	0,05	1,06
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,17	0,17	0,53	0,17	0,26
OCDF	0,76	0,37	1,81	0,68	1,39
<b>Total I-TEQ (pg/kg)</b>	<b>0,29</b>	<b>0,26</b>	<b>2,01</b>	<b>0,38</b>	<b>0,45</b>

Tableau 6 : concentrations (pg/kg) en dioxines et furannes mesurés sur les 5 sites

D'après ces résultats, le congénère retrouvé en plus grande quantité sur les 3 sites localisés dans l'environnement d'Arc en Ciel, est l'octachloro-dibenzo-dioxine OCDD, qui est le moins toxique. Les analyses montrent également que les 2 dioxines la 2,3,7,8 TCDD et la 1,2,3,7,8 PeCDD, considérées comme ayant le plus fort potentiel toxique, ne sont pas détectées sur les sites de la Métairie, de Couëron, ni sur les sites de la Chauvinière et de la Tardière. *(Des concentrations de ces composés apparaissent cependant (en italique dans le tableau) car on considère que la concentration des congénères mesurés est égale au seuil de quantification quand leur concentration est inférieure à ce seuil).*

Les teneurs totales en équivalent toxique (total I-TEQ) relevées à la Métairie et à Couëron, sont homogènes et inférieures à 1 pg/kg. Ces niveaux sont d'ailleurs comparables, aux niveaux enregistrés sur les 2 sites non impactés par l'UVE.

On note l'exception du site de St-Jean-de-Boiseau, où des concentrations plus élevées en dioxines et furannes ont été relevées. En effet le Cimetière de St-Jean-de-Boiseau affiche des teneurs totales en équivalent toxique (Total I-TEQ) près de 7 fois plus élevées que les concentrations enregistrées à la Métairie et à Couëron. Ce site a été placé 31 h (durant la période de collecte) sous l'influence des rejets d'Arc en Ciel. Afin de savoir si l'établissement Arc en Ciel est à l'origine de cette teneur, les mesures d'autocontrôle des concentrations de dioxines et furannes à l'émission de l'usine ont été étudiées. Ces mesures de contrôle des rejets, à la charge de l'exploitant, sont en effet exigées par la directive européenne 2000/76/CE. Lors du contrôle de novembre 2010, la concentration de dioxines et furannes à l'émission était de 0,005 ng/m<sup>3</sup> I-TEG soit près de 20 fois inférieure à la valeur limite d'émission fixée à 0,1 ng/m<sup>3</sup>. Cette concentration de dioxines et furannes à l'émission est comparable aux niveaux habituellement enregistrés dans les rejets atmosphériques d'Arc en Ciel les mois et années précédents durant lesquels aucune influence de l'établissement n'avait été détectée.

Ceci suggère que les niveaux plus élevés à St-Jean-de-Boiseau ne sont pas dus aux rejets de l'UVE mais plutôt à des combustions parasites.

Cette hypothèse est confortée par l'étude de la Figure 4 qui expose la contribution relative de chaque congénère à la toxicité totale des prélèvements effectués.

On note en effet que les profils de répartition des dioxines et furannes sont globalement comparables d'un site à l'autre.

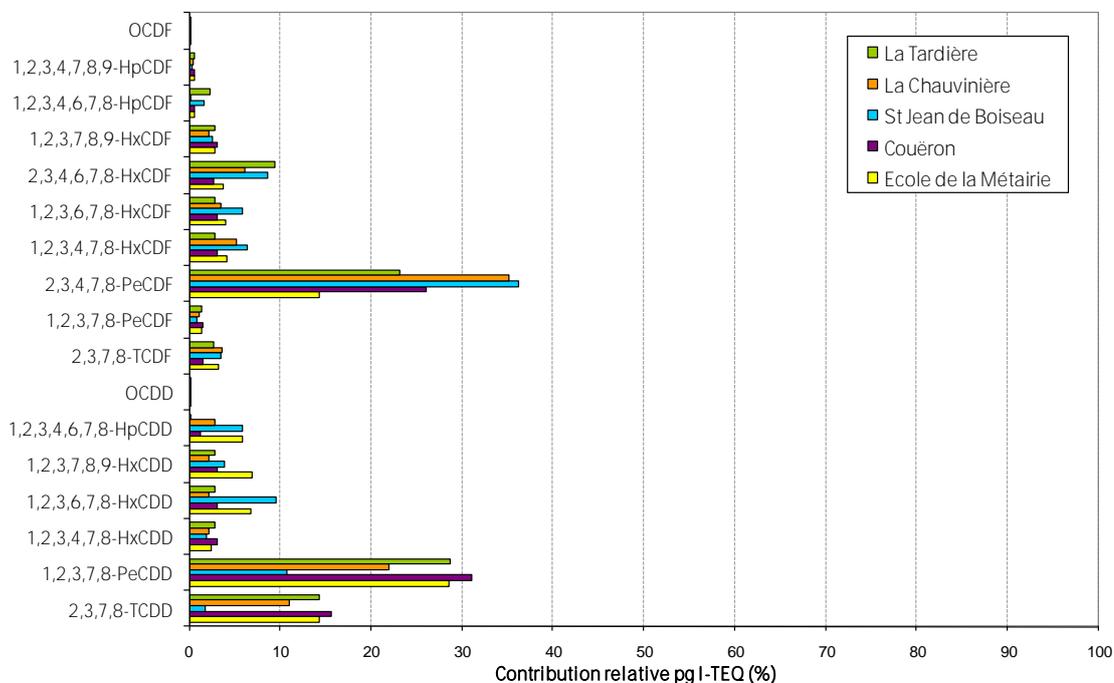


Figure 4 : profil de la répartition des toxicités relatives des congénères recensés sur chacun des 5 sites

Le Tableau 7 suivant présente les équivalents toxiques en picogramme ramenés à l'unité de surface (m<sup>2</sup>) et par jour, pour chaque site. L'expression des résultats dans cette unité permet la comparaison avec les références répertoriées dans le domaine de la surveillance des dioxines et furannes dans l'air. Par ailleurs dans notre cas, cette unité facilite la comparaison inter-site puisque la durée d'exposition du collecteur de la Tardière est différente de celle appliquée sur les 4 autres sites.

Zone		Dépôt total de dioxines et furannes (pg I-TEQ/m <sup>2</sup> /j)
Environnement Arc en Ciel - 2010	Ecole de la Métairie	1,6
	Couëron	1,5
	St-Jean-de-Boiseau	12,4
Site urbain (hors influence)	La Chauvinière	2,1
Site rural (hors influence)	La Tardière	2,0
Environnement du CTVD Valoréna – 2010 [5]		1,3 – 1,9
Zone urbaine		1,4
Zone rurale		1,6
Proche d'une source [6]		Jusqu'à 1000
Zone urbaine		10 – 85
Zone rurale		5 -20
Proche d'une source [7]		0,9 – 20
Zone urbaine		0,4 – 4,2
Zone rurale		0,07 – 1,1

Tableau 7 : dépôts de dioxines et furannes de la campagne *d'Arc en Ciel* 2010 et comparaison aux résultats recensés dans la bibliographie

Ces données montrent que les niveaux en dioxines et furannes relevés sur les sites de l'Ecole de la Métairie et de Couëron sont comparables à ceux enregistrés à La Chauvinière et à la Tardière. Ces résultats sont concordants avec les observations réalisées précédemment. Les concentrations mesurées à St-Jean-de-Boiseau sont environ 6 fois plus élevées que sur les autres sites. Comme expliqué dans le paragraphe précédent, l'étude des contrôles des rejets atmosphériques d'Arc en ciel n'a montré aucune hausse inhabituelle des dioxines et furannes, laissant supposer que l'établissement n'est pas à l'origine des quantités relevées lors de notre campagne de mesure.

Il est également intéressant de comparer nos résultats à des valeurs usuelles enregistrées par d'autres AASQA et présentées dans le Tableau 7 :

- dans un premier temps, notons que les valeurs répertoriées par l'INERIS en 2001 [6] ne sont plus en accord avec les données enregistrées en 2010. En effet, depuis le classement proposé par l'INERIS, la mise aux normes des Centre de Traitement de Valorisation des déchets a permis une forte réduction des niveaux de dioxines dans les retombées.
- dans un second temps, d'après ce tableau, les niveaux des dépôts en dioxines et furannes mesurés à la Métairie et à St-Jean-de-Boiseau restent dans la fourchette basse des concentrations habituellement relevées par d'autres AASQA sur des sites localisés dans l'environnement d'usines d'incinération et où l'effet de ces établissements s'est révélé non significatif [5], [7]. A titre indicatif, des niveaux de dépôts de dioxines de 164 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j avaient été mesurés en 2004 à proximité d'un incinérateur de Rochefort dont la mise en conformité n'avait pas encore eu lieu [8]. De tels niveaux ne sont plus mesurés actuellement en France. Par ailleurs, d'après le classement du Tableau 7, les niveaux des dépôts mesurés lors de cette campagne d'évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement d'Arc en Ciel sont comparables aux niveaux habituellement mesurés dans les zones urbaines (hors influence d'incinérateur).

## historique

La Figure 5 présente l'évolution des niveaux de dioxines et furannes (en pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j) enregistrés depuis 2003 sur les sites de Couëron, St-Jean-de-Boiseau, La Chauvinière et la Tardière. Signalons que pour des raisons techniques, il n'a pas été possible en 2010 d'installer le matériel de mesure sur le site de la Gendarmerie, placé dans l'environnement d'Arc en Ciel et habituellement utilisé par Air Pays de la Loire.

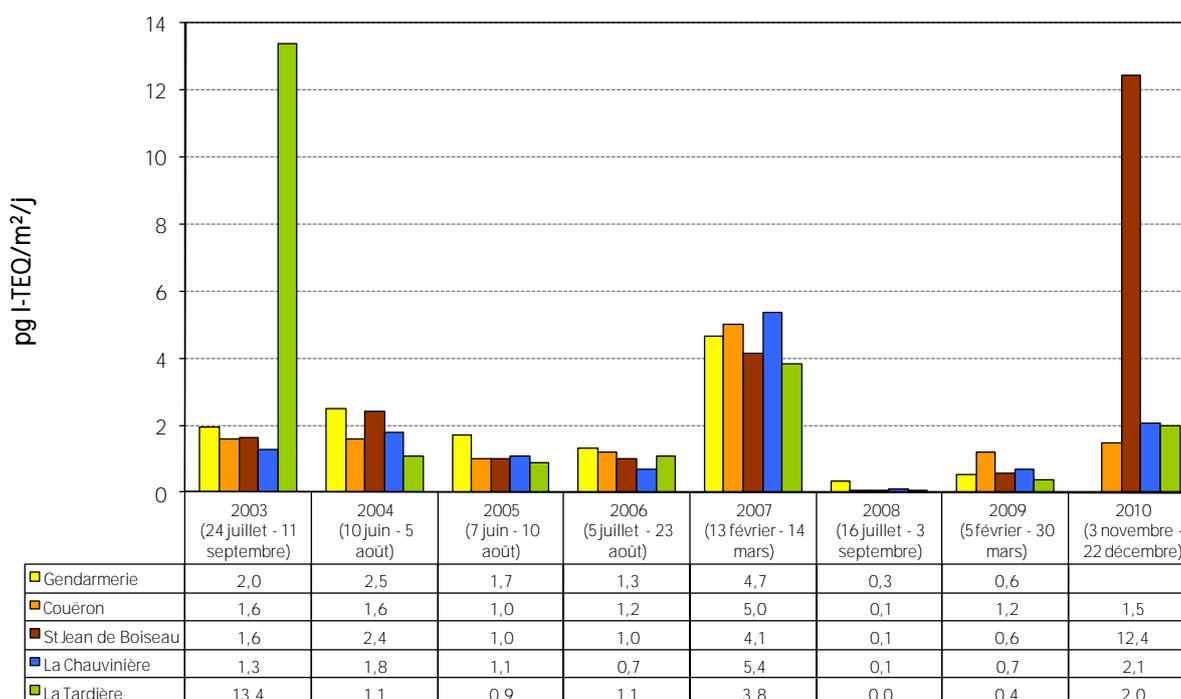


Figure 5 : historique des niveaux de dioxines et furannes mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur les sites non influencés depuis 2003 [9] à [15]

Selon Durif [6], une différence supérieure à 10 pg I-TEQ/m<sup>2</sup>/j doit être considérée comme significative.

Les niveaux enregistrés en 2010 à Couëron, La Chauvinière et La Tardière sont du même ordre de grandeur que ceux relevés lors des années précédentes durant lesquelles aucun impact significatif des émissions d'Arc en Ciel n'avait été décelé.

Sur le site de St-Jean-de-Boiseau, il est intéressant de noter que les niveaux de dioxines et furannes sont comparables à ceux enregistrés à la Tardière en 2003 attribués à une source parasite (combustions parasites). De cette observation et en tenant compte des mesures d'autocontrôle de dioxines et furannes réalisées par Arc en Ciel, l'hypothèse d'une source d'émission parasite ayant influencé les mesures à St-Jean-de-Boiseau, peut être envisagée.

**En résumé, les faibles niveaux de dépôts de dioxines et furannes relevés ainsi que l'homogénéité des concentrations sur 2 des 3 sites de mesure localisés dans l'environnement d'Arc en Ciel, suggèrent que l'influence de l'UVE n'est pas visible sur les différents congénères étudiés à proximité de l'établissement. La concordance des résultats avec l'historique de suivi de l'environnement de l'établissement tend à confirmer cette conclusion.**

Par ailleurs, ces résultats suggèrent que les teneurs plus élevées à St-Jean-de-Boiseau sont plutôt dues à une source parasite et ce d'autant plus que les niveaux relevés à La Tardière en 2003 sont du même ordre de grandeur.

## mesures des retombées totales et solubles en métaux lourds, ions chlorure et sodium

La combustion du charbon, du pétrole, l'incinération des ordures ménagères sont des exemples de sources génératrices de métaux lourds dans l'environnement. Le plomb, le mercure, le cadmium, l'arsenic, le chrome, le cuivre, le nickel et le zinc sont les principaux métaux lourds émis d'origine anthropique. Ces métaux lourds peuvent être inhalés directement par l'homme ou se déposer dans les sols, les eaux. C'est pourquoi l'étude de ces composés sous toutes leurs formes présentes dans l'environnement est importante.

Les résultats d'analyse des prélèvements réalisés à la Métairie, à Couëron et à St-Jean-de-Boiseau, exprimés en  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$ , sont reportés dans le Tableau 8.

ANALYSES	Métairie (sur brut)	Métairie (sur soluble)	Couëron (sur brut)	Couëron (sur soluble)	St J. Boiseau (sur brut)	St J. Boiseau (sur soluble)
Arsenic	-	-	-	-	2,45	1,40
Cadmium	-	-	-	-	0,70	0,35
Chlorures	-	11,19	-	12,92	-	14,70
Chrome	1,21	0,60	-	0,35	1,75	1,05
Cuivre	5,44	4,23	5,94	3,84	14,70	10,15
Manganèse	3,63	2,72	4,19	2,44	35,00	18,55
MES*	10,58	-	17,46	-	542,57	-
Mercure	-	-	-	-	-	-
Nickel	3,02	1,21	4,89	1,40	3,50	1,40
Plomb	2,12	1,51	2,10	1,05	2,80	0,35
Sodium	-	6,35	-	7,33	-	8,75
Zinc	148,17	145,14	628,60	593,68	161,02	105,01

\*: particules en suspension

Tableau 8 : retombées totales et solubles en métaux lourds, en ions chlorures et en sodium dans l'environnement d'Arc en Ciel

D'après ces résultats, le zinc, le cuivre et le magnésium sont les métaux majoritaires sur les 3 sites de mesure.

On note un flux de zinc supérieur à  $600 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$  à Couëron. L'analyse de corrélation entre ces niveaux et les durées d'exposition des 3 sites aux vents en provenance d'Arc en Ciel montre que le site de Couëron est le moins exposé aux rejets de l'établissement. L'UVE n'est donc pas à l'origine de ce flux en zinc. Le zinc ayant une origine terrigène importante, des fluctuations naturelles peuvent être responsables de l'augmentation de la concentration de ce métal dans les retombées atmosphériques.

Par ailleurs des traces d'arsenic et de cadmium sont relevées à St-Jean-de-Boiseau. Une concentration de particules en suspension de l'ordre de  $540 \mu\text{g}/\text{m}^3/\text{j}$ , est également mesurée sur ce site. Ce niveau est presque 40 fois plus élevé que ceux enregistrés sur les 2 autres sites. La teneur en dioxines et furannes relevée sur ce même site (cf. paragraphe précédent) et cette concentration inhabituelle de particules en suspension pourraient être liées à la présence d'une source parasite, hypothèse suggérée précédemment.

A l'heure actuelle, il n'existe pas en France de valeurs réglementaires pour les métaux lourds présents dans les retombées atmosphériques. A l'inverse, en Allemagne (Loi du 24 juillet 2002) et en Suisse, des valeurs de référence pour les dépôts de métaux (en moyenne annuelle) sont répertoriées. Le Tableau 9 présente à titre indicatif ces valeurs ainsi que des gammes de résultats de retombées totales en métaux lourds répertoriées dans des études menées en France et dans d'autres pays. Il est important de noter que les valeurs limites allemandes et suisses sont des moyennes annuelles tandis que les mesures de cette étude sont des moyennes calculées sur 5 semaines. C'est pourquoi une comparaison stricte de ces valeurs réglementaires avec celles enregistrées lors de la campagne d'étude ne peut être réalisée.

Flux de dépôt de métaux ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ )	Zone rurale	Zone urbaine	Arc en Ciel 2010	Valeurs réglementaires allemandes et suisses
Arsenic	0,6 et 0,7	0,05 – 1,3	0 – 2,4	4
Cadmium	0,2 – 0,9	0,3 – 3,0	0 – 0,7	2
Chrome	1,7 – 6,7	1,8 – 17,6	1 – 2	-
Cuivre	3,5 – 9,5	2,1 – 67,9	5 – 15	-
Manganèse	7,2 - 14,7	8,5 – 24,6	4 - 35	-
Nickel	1,6 – 3,7	1,0 – 22,9	3 – 5	15
Plomb	3,3 – 10,3	0,4 – 106	2 – 3	100
Zinc	17,8 – 219	10 – 285	148 – 628	400

Tableau 9 : flux moyen de dépôt total de métaux recensés dans la littérature [14] à [26] et valeurs de référence (moyennes annuelles) en Allemagne et en Suisse

Mis à part le cas du zinc, les niveaux relevés dans l'environnement d'Arc en Ciel sont comparables aux niveaux habituellement enregistrés en zone urbaine (hors influence d'usines d'incinération) et recensés dans la littérature. Ceci suggère que l'influence de l'établissement sur les dépôts de métaux lourds recueillis dans son environnement est faible.

Enfin, bien qu'une comparaison stricte des données de la campagne de 2010 (collecte sur 5 semaines) aux valeurs réglementaires allemandes et suisses (moyenne annuelle) ne puisse être effectuée, il peut être estimé que les risques de dépassement de ces limites restent faibles : les moyennes des niveaux enregistrés sont en effet près de 3 fois plus faibles que les seuils allemands dans le cas du cadmium et du nickel et plus de 40 fois inférieures pour le plomb. Seul le zinc montre des teneurs supérieures à ces valeurs réglementaires sur le site de Couéron : l'hypothèse de l'origine terrigène de ces retombées est privilégiée.

## mesure des concentrations atmosphériques

### chlorure particulaire et acide chlorhydrique

Les figures 6 et 7 exposent l'évolution des concentrations en chlorure particulaire et acide chlorhydrique relevées sur chacune des 7 périodes d'échantillonnage.

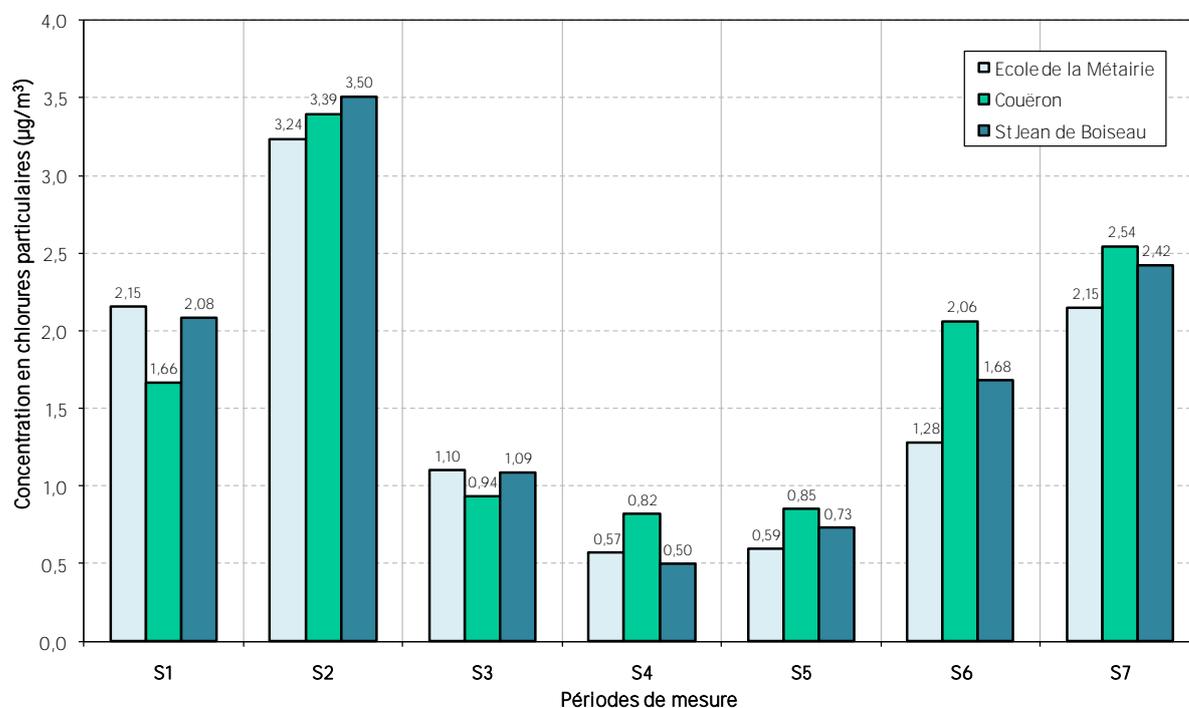


Figure 6 : évolution des concentrations en chlorure particulaire durant les 7 semaines de campagne, sur les 3 sites de mesure

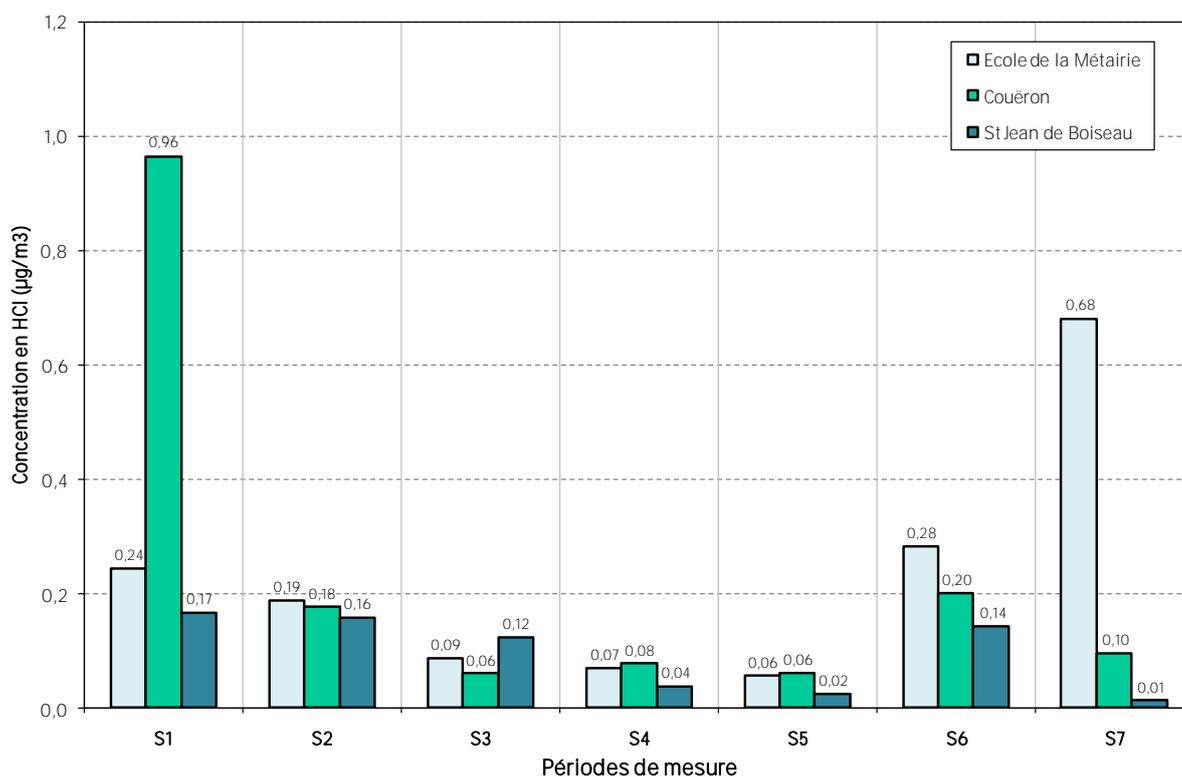


Figure 7 : évolution des concentrations en chlorure gazeux durant les 7 semaines de campagne, sur les 3 sites de mesure

### chlorure particulaire

Les chlorures particuliers proviennent essentiellement des embruns marins en provenance de l'océan. D'après la Figure 6, leurs niveaux sont homogènes sur les 3 sites de mesure, durant toute la campagne de mesure, avec des moyennes comprises entre 0,6 et 3,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ce résultat suggère donc que les sites sont exposés à une pollution de fond.

Les profils temporels se caractérisent par une diminution par 2 des concentrations en chlorure particulaire les 3<sup>ème</sup>, 4<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> semaines. Ceci est dû à la faible proportion de vents de secteur ouest en provenance de l'océan, durant cette période.

### chlorure gazeux (HCl)

De manière générale, les niveaux de chlorure gazeux sont homogènes sur les 3 sites de mesure, de la 2<sup>nde</sup> à la 6<sup>ème</sup> semaine de la campagne, avec des moyennes inférieures à 0,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Durant la 1<sup>ère</sup> semaine, une différence de 0,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est observée entre le site de Couëron et ceux de la Métairie et de St-jean-de-Boiseau. Cette différence ne peut être attribuée aux rejets de l'UVE puisque le site de Couëron n'était pas exposé aux vents de l'établissement durant cette période.

Durant la 7<sup>ème</sup> semaine, c'est le site de la Métairie qui présente une concentration en HCl gazeux plus élevée.

Cependant, malgré des différences minimales entre les sites, les niveaux relevés en 2010 sont du même ordre de grandeur que ceux enregistrés les années précédentes. Ainsi en 2009, les concentrations hebdomadaires ont varié de 0,2 à 1,8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  [15]. Ces concentrations sont concordantes avec les niveaux enregistrés par exemple en 2008, par AIR NORMAND qui a mesuré des teneurs en HCl comprises entre 0,2 et 0,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  dans l'environnement de l'usine d'incinération des ordures ménagères de Guichainville [27].

En Allemagne, la réglementation de la TA Luft a fixé en 1986, une valeur limite de chlorure dans l'air ambiant (en moyenne annuelle) à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les niveaux recensés dans l'environnement d'Arc en Ciel lors de la campagne de 2010, sont presque 100 fois plus faibles que cette limite.

### évaluation de l'impact d'Arc en Ciel sur les teneurs en HCl

La Figure 8 présente les concentrations en HCl relevées sur chacun des 3 sites, en fonction du nombre d'heures durant lesquelles ces sites ont été sous les vents de l'UVE.

D'après ce graphique, aucune relation de causalité n'apparaît entre les concentrations enregistrées et la durée pendant laquelle les sites ont été sous les vents de l'établissement. En d'autres termes, l'impact de l'UVE sur les niveaux atmosphériques de HCl sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité n'est pas significatif, durant la campagne de mesure de 2010.

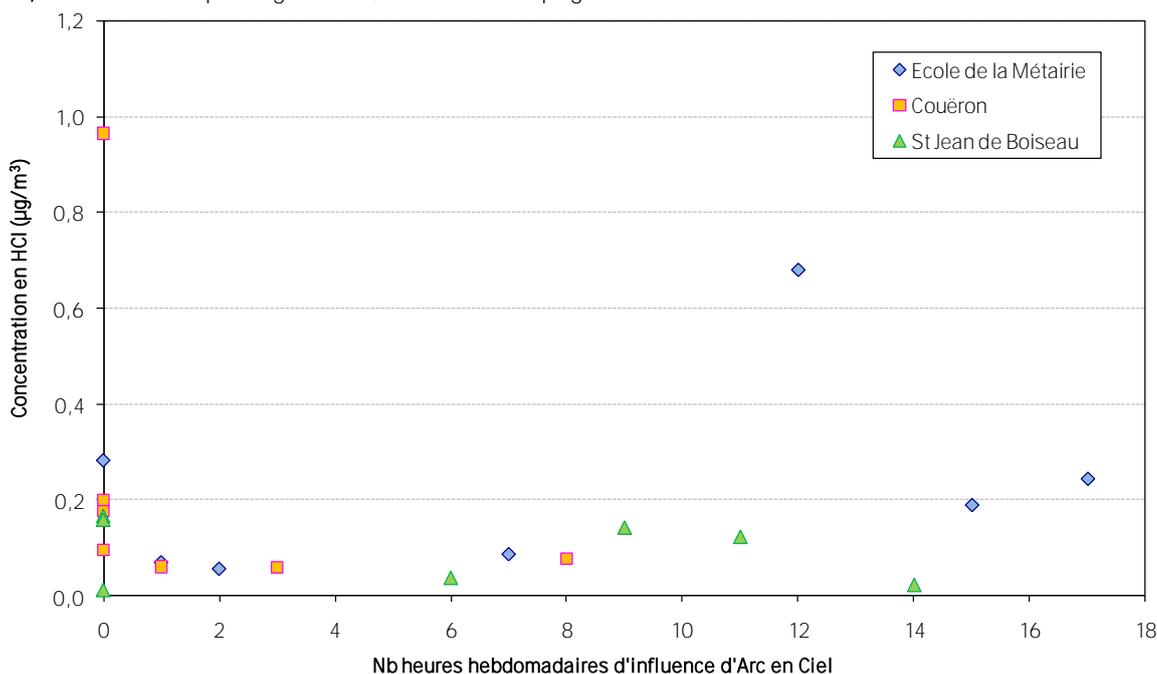


Figure 8 : évaluation de la corrélation entre les concentrations en HCl et l'influence d'Arc en Ciel

## les métaux lourds dans l'air

résultats de la campagne de mesure

La Figure 9 présente les concentrations des différents métaux étudiés, durant les 7 semaines de la campagne, et sur chacun des 3 sites de mesure.

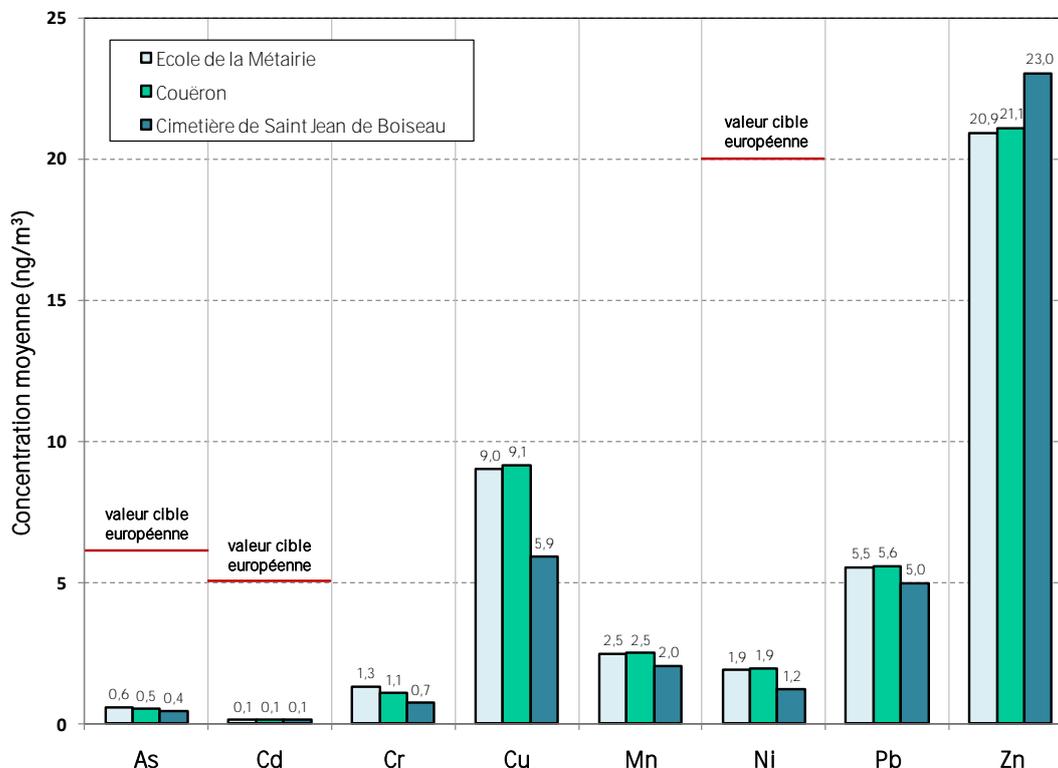


Figure 9 : concentrations moyennes en métaux dans l'air ambiant en 2010 dans l'environnement d'Arc en Ciel

Remarque : Les concentrations de mercure Hg relevées lors de la campagne de mesure, étant inférieures à la limite de quantification, elles ne sont pas représentées sur le graphique précédent.

D'après ces résultats, les concentrations en chacun des différents métaux ciblés, sont homogènes sur les 3 sites de mesure.

Comme pour les mesures des métaux lourds dans les retombées atmosphériques, le zinc est l'élément majoritaire, avec une proportion supérieure à 50 % et des concentrations comprises entre 20 et 23 ng/m<sup>3</sup>.

Le cuivre, le manganèse, le plomb et le nickel constituent la seconde gamme de métaux lourds, dont les niveaux évoluent de 2 à 9 ng/m<sup>3</sup>.

Enfin, l'arsenic, le cadmium et le chrome sont eux détectés à l'état de traces avec des concentrations inférieures à 1,5 ng/m<sup>3</sup>.

Cette répartition est similaire à celle relevée lors de la précédente campagne d'évaluation de qualité de l'air dans l'environnement d'Arc en Ciel en 2009.

Par ailleurs, au cours de la campagne de mesure, les niveaux de chacun des 9 métaux ciblés sont restés relativement stables, comme illustré dans l'annexe 5.

comparaison **à d'autres études d'AASQA menées dans l'environnement de centres de traitement de déchets** en France

Le Tableau 10 recense des exemples de niveaux de métaux lourds relevés au cours d'études d'évaluation d'impact de centres de traitement de déchets en France. D'après ces études menées par d'autres AASQA, les moyennes des données mesurées lors de cette campagne sur les 3 sites, sont cohérentes et sont comprises dans la gamme des concentrations habituellement relevées dans l'environnement de centres de traitement et de valorisation des déchets.

Site	Commentaires	Concentration ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )							
		As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Air Pays de la Loire	Cette étude (3 sites - 7 semaines)	0,5	0,1	1,1	8,4	2,4	1,8	5,6	22,8
Air Pays de la Loire [5]	Dans l'environnement du CTVD Valoréna 2010 (3 sites – 5 semaines)	0,39	0,09	1,05	8,51	4,67	1,55	5,50	18,20
Air Languedoc-Roussillon 2010 [28]	Dans l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel 1 site – moyenne mensuelle	0,3	0,2	0,2	-	-	0,7	-	9,8
Air Languedoc-Roussillon 2010 [29]	Dans l'environnement de l'incinérateur de Calce 1 site – moyenne mensuelle	0,3	0,2	1,3	-	4,2	1,2	2	9,7
Airparif 2010 [30]	Dans l'environnement de l'UIOM de St Ouen 5 sites – 9 semaines	0,6–0,8	0,3-0,4	3,3	21,1	6,6	2,4-2,9	20	39
ORAMIP 2010 [31]	Dans l'environnement de l'incinérateur du Mirail, Toulouse 2 sites – 1 mois	0,5-0,8	0,1-0,2	-	-	-	1,1	5,4-5,6	-
Air C.O.M. 2009 [32]	Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles (Calvados) 1 site - moyenne sur 2 mois (07/09/09 au 10/11/09)	0,3	0,1	1,1	5,2	4,1	2,0	3,9	-

Tableau 10 : exemples de concentrations en métaux mesurées *dans l'environnement* de centres de traitement de déchets

### comparaison aux normes

Parmi les 9 métaux lourds ciblés par la campagne, seuls 4 font l'objet de réglementation comme résumé dans le Tableau 11. L'arsenic, le cadmium et le nickel sont soumis à la directive 2004/107/CE de l'Union Européenne du 15 décembre 2004 qui fixe une valeur cible annuelle pour ces métaux. Le plomb lui est soumis au décret du 15 février 2002 qui fixe un objectif de qualité annuel à 250 ng/m<sup>3</sup> et une valeur limite annuelle de 500 ng/m<sup>3</sup>. A titre d'information, le Tableau 11 indique également les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) pour le manganèse.

Métal	Valeur cible Moyenne annuelle (ng/m <sup>3</sup> )	Réglementation
As	6	Directive 204/107/CE
Cd	5	Directive 204/107/CE
Ni	20	Directive 204/107/CE
Pb	500	Décret 2002-203 du 15/02/02
Mn	150 (valeur guide)	Recommandation OMS

Tableau 11 : valeurs cibles et recommandations pour les métaux

Comme précisé dans le Tableau 11, ces valeurs cibles sont définies pour des moyennes annuelles et leur comparaison stricte avec les concentrations enregistrées au cours des 7 semaines de campagne exige des précautions d'interprétation.

Toutefois, en extrapolant à une année les moyennes des résultats obtenus, il est très vraisemblable que les valeurs cibles citées précédemment pour les 5 métaux concernés soient respectées dans l'environnement d'Arc en Ciel. En effet, les teneurs moyennes enregistrées au cours de la campagne représentent au maximum 10% des valeurs limites annuelles.

### évaluation de l'impact d'Arc en Ciel

Afin d'estimer l'influence de l'établissement sur la qualité de l'air dans son environnement, une étude de corrélation entre les niveaux des différents métaux lourds et le nombre d'heures durant lesquelles les sites ont été exposés aux vents en provenance de l'établissement, a été réalisée. Aucune relation de causalité ne ressort de cette analyse.

**L'impact des rejets d'Arc en Ciel sur les concentrations atmosphériques en métaux lourds dans son environnement, n'a donc pas été mesurable durant la campagne de mesure de 2010.**

historique

Les concentrations moyennes en métaux lourds relevées au cours des 6 dernières campagnes de mesure, sur les sites de Couëron et de St-Jean-de-Boiseau, sont présentées sur la Figure 10. On rappelle qu'en 2010, contrairement aux autres années, le site de la Gendarmerie de Couëron n'a pas pu être utilisé.

Ces histogrammes montrent que les concentrations en As, Cd, Cr et Pb, relevés en 2010 sont du même ordre de grandeur que les teneurs enregistrées en 2009. Dans le cas du Cu, du Mn et du Ni, une diminution des teneurs est observée par rapport à l'année précédente.

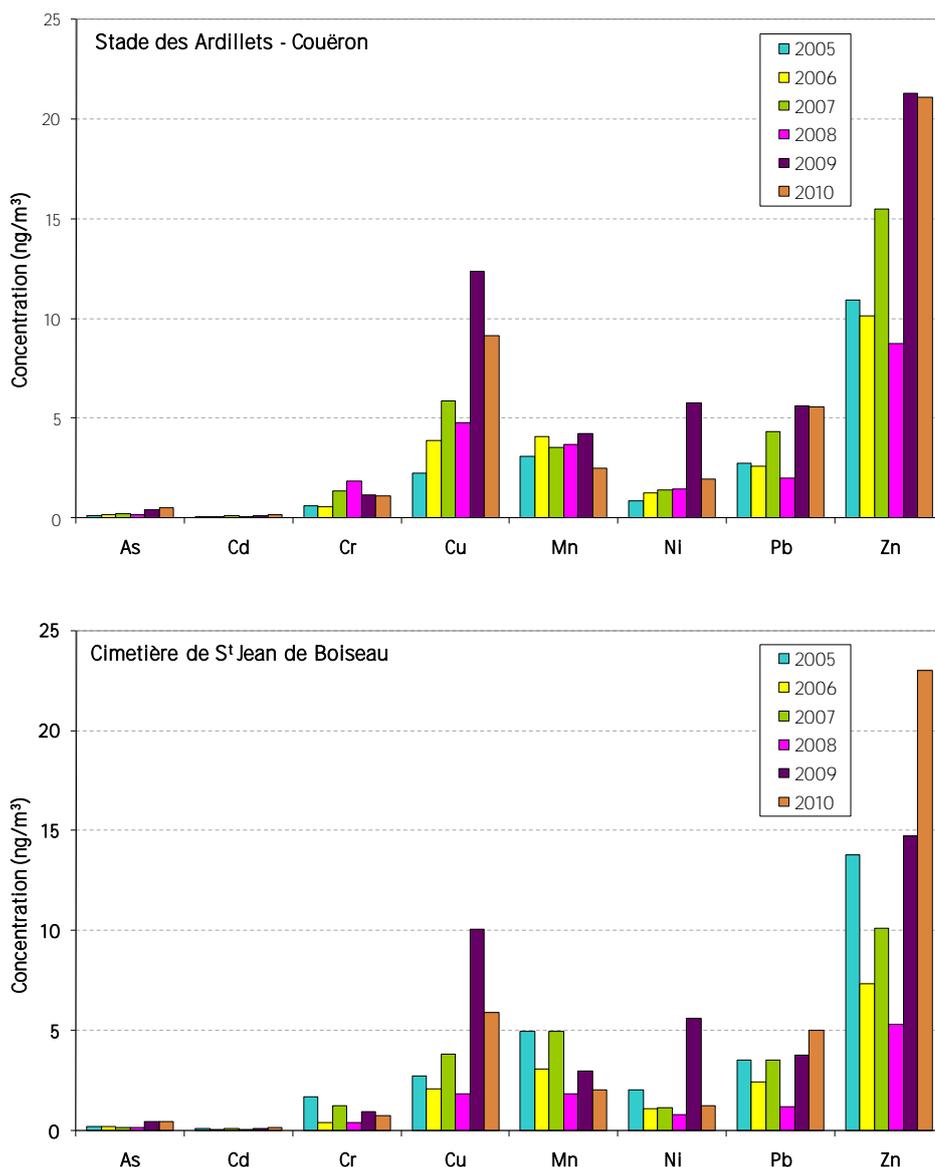


Figure 10 : évolution des concentrations en métaux lourds dans l'air, relevées dans l'environnement d'Arc en Ciel depuis 2005

## les polluants atmosphériques mesurés sur le site de l'Ecole de la Métairie

Ce paragraphe porte sur les analyses en continu des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone et des particules PM10, réalisées entre le 04 novembre et le 23 décembre 2010 sur le site de l'Ecole de la Métairie.

### dioxyde d'azote

L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens et maxima de dioxyde d'azote mesurés durant la campagne 2010 sur le site de l'Ecole de la Métairie. Ces niveaux de NO<sub>2</sub> sont comparés à ceux enregistrés sur le site urbain de la Balinière à Rezé.

D'après ces résultats, le profil des concentrations en NO<sub>2</sub> enregistrées sur le site urbain de la Balinière, qui n'est pas impacté par les émissions d'Arc en Ciel, est similaire à celui relevé à la Métairie. On note également que les niveaux mesurés à Rezé sont dans l'ensemble supérieurs avec une moyenne des niveaux journaliers en NO<sub>2</sub> de 27 µg/m<sup>3</sup> contre 22 µg/m<sup>3</sup> à la Métairie. La comparaison des maxima horaires enregistrés sur les 2 sites montre les mêmes tendances avec des maximums horaires respectifs de 101 et 72 µg/m<sup>3</sup> à la Balinière et à la Métairie. Cette situation s'explique par la localisation du site de la Balinière où les émissions polluantes d'origine automobile sont plus conséquentes.

Par ailleurs, les niveaux maximaux en NO<sub>2</sub> relevés dans l'environnement d'Arc en Ciel sont en moyenne inférieurs d'un facteur 5 au seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m<sup>3</sup> sur une heure.

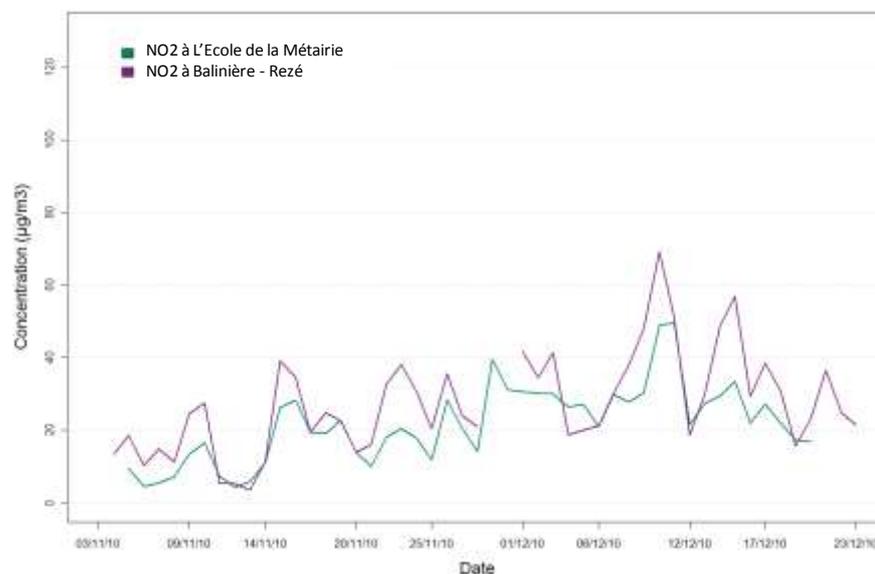


Figure 11 : moyennes journalières en NO<sub>2</sub> à la Métairie et à la Balinière durant la campagne 2010

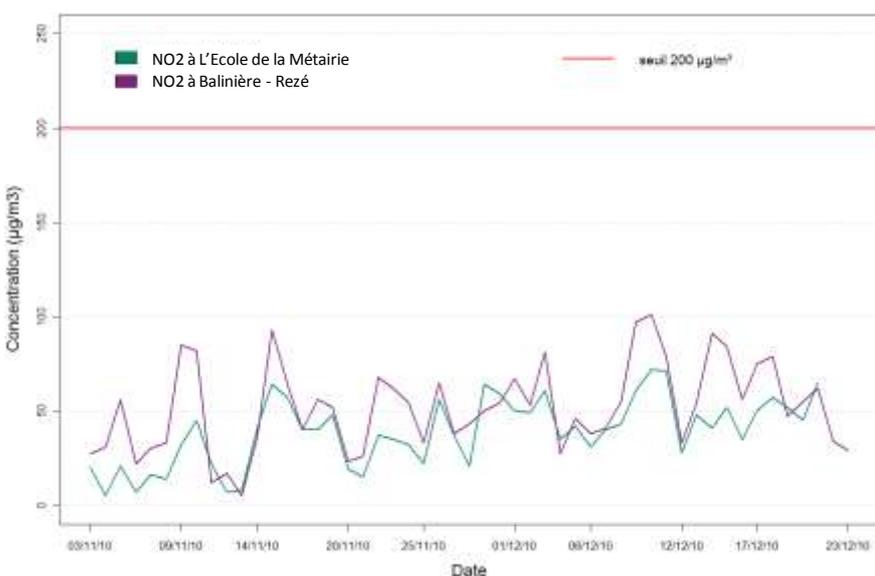


Figure 12 : maxima horaires en NO<sub>2</sub> à la Métairie et à la Balinière durant la campagne 2010

## dioxyde de soufre

A l'instar des analyses de  $\text{NO}_2$  précédentes, ce paragraphe présente les résultats de  $\text{SO}_2$  obtenus sur le site de la Métairie. Ces mesures sont comparées aux teneurs en  $\text{SO}_2$  enregistrées à la Bouteillerie, site urbain dans le centre ville de Nantes. Les moyennes journalières ainsi que les maxima horaires journaliers sont exposés sur les figures suivantes.

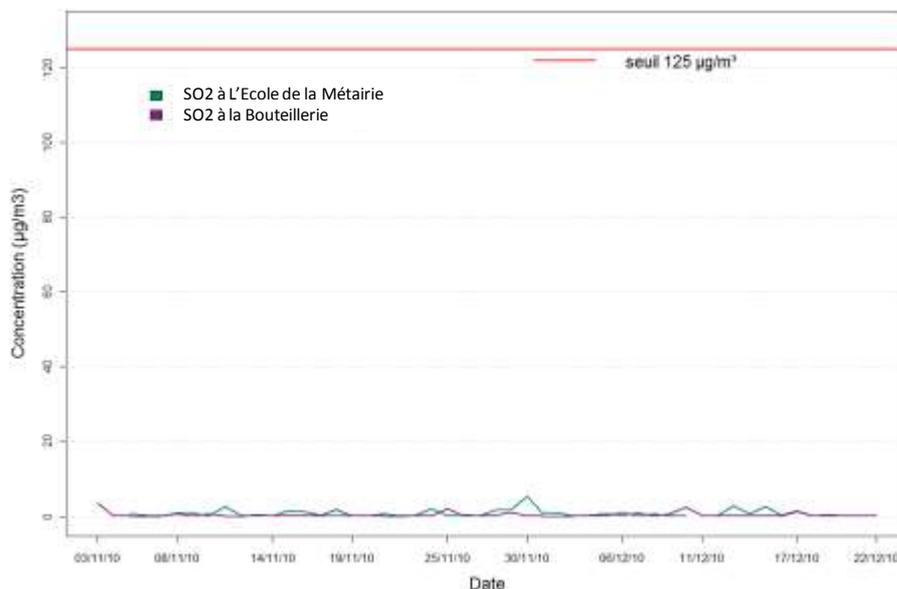


Figure 13 : moyennes journalières en  $\text{SO}_2$  à la Métairie et à la Bouteillerie durant la campagne 2010

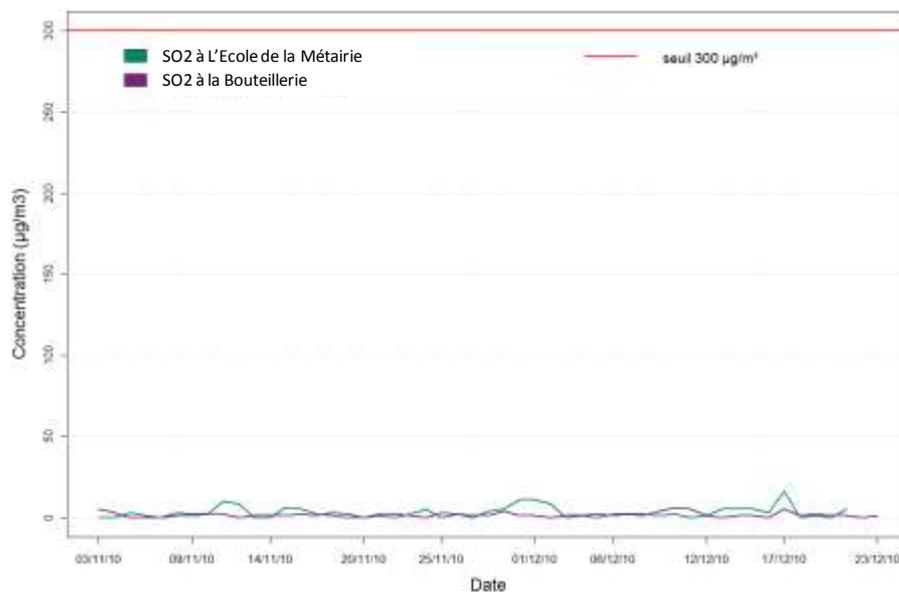


Figure 14 : maxima horaires en  $\text{SO}_2$  à la Métairie et à la Bouteillerie, durant la campagne 2010

Les concentrations journalières enregistrées à la Métairie et à la Bouteillerie sont comparables et très faibles avec des niveaux moyens inférieurs à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le risque que la valeur limite journalière de  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) soit dépassée est de fait insignifiant.

Les concentrations horaires maximales sont respectivement de 16 et  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les sites de l'école de la Métairie et de la Bouteillerie. En moyenne, ces maxima horaires journaliers sont près de 100 fois inférieures au seuil d'information et de recommandation fixé à  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une heure.

particules fines PM10

Ce paragraphe traite de l'analyse des niveaux moyens journaliers en PM10 relevées à la Métairie et sur le site de la Bouteillerie. Les résultats sont présentés sur les deux figures suivantes.

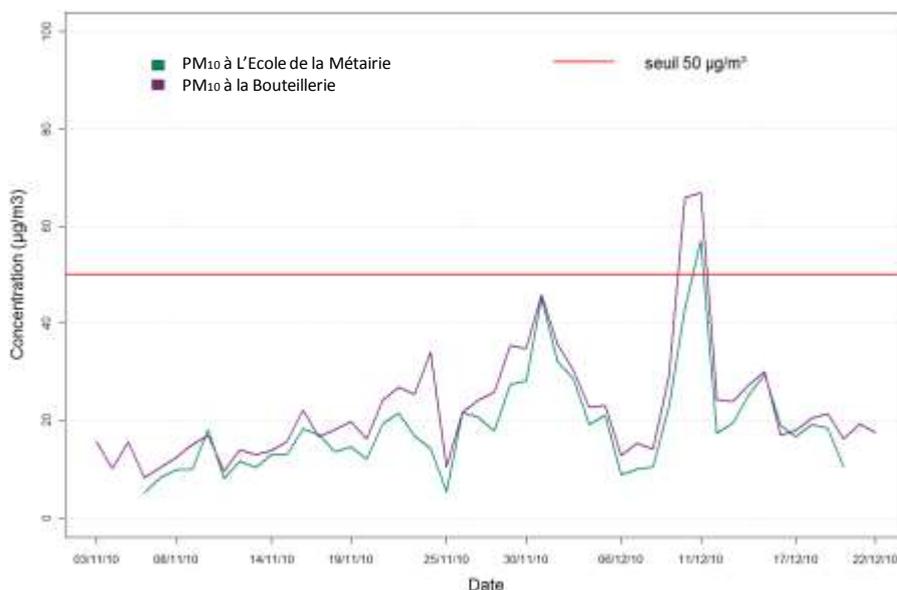


Figure 15 : moyennes journalières en PM10 à la Métairie et à la Bouteillerie durant la campagne 2010

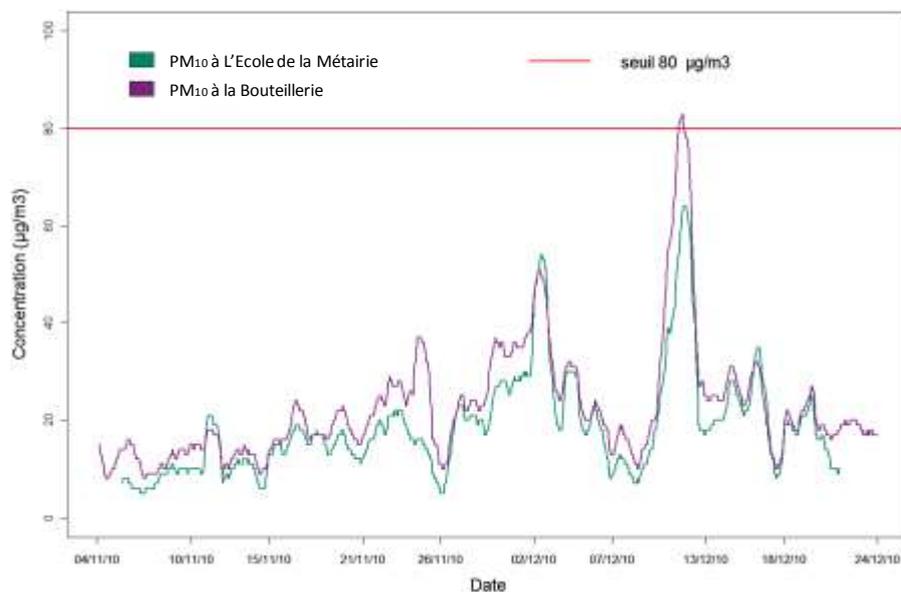


Figure 16 : évolution des moyennes 24-horaires en particules PM10 à la Métairie et à la Bouteillerie durant la campagne 2010

Les concentrations moyennes en particules fines relevées à l'école de la Métairie et au cimetière de la Bouteillerie sont comparables avec une moyenne de l'ordre de 20 µg/m<sup>3</sup>. Leurs profils sont similaires au cours de la campagne de mesure, avec un pic de concentration le 11 décembre 2010 qui dépasse la valeur limite journalière de 50 µg/m<sup>3</sup> (à ne pas dépasser plus de 35 jours par an). Sur le reste de la campagne de mesure, les niveaux journaliers sont restés inférieurs à cette valeur limite.

L'augmentation rapide des niveaux de PM10 du 11 décembre 2010, a, en fait, été observée sur différentes agglomérations de la région avec notamment un déclenchement d'alerte pour Nantes où les niveaux en particules fines ont atteint une valeur de  $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (cf Figure 16). Cette hausse des teneurs en PM10, généralisée sur une large partie de la région comme présentée sur la Figure 17, est due aux conditions météorologiques hivernales qui ne favorisent pas la dispersion des polluants dans l'air.

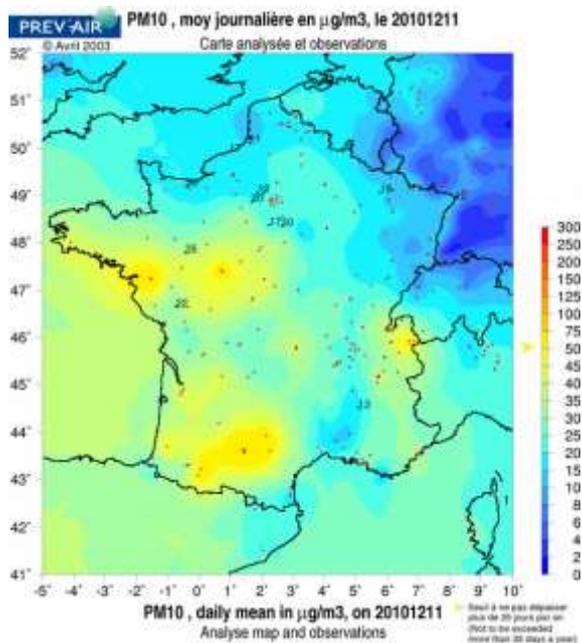


Figure 17 : répartition des moyennes journalières de PM10 sur la France, le 11 décembre 2010

Cet évènement observé entre autre à l'école de la Métairie n'est donc pas imputable aux rejets de l'établissement Arc en Ciel.

Sur le reste de la campagne, les moyennes 24-horaires à la Métairie sont près de 4 fois inférieures au seuil de recommandation et d'information fixé à  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

monoxyde de carbone

Le dernier polluant analysé en continu sur le site de la Métairie est le monoxyde de carbone. L'évolution des moyennes journalières et des moyennes 8-horaires maximales de ce polluant au cours de la campagne de mesure sont présentées sur les 2 figures suivantes.

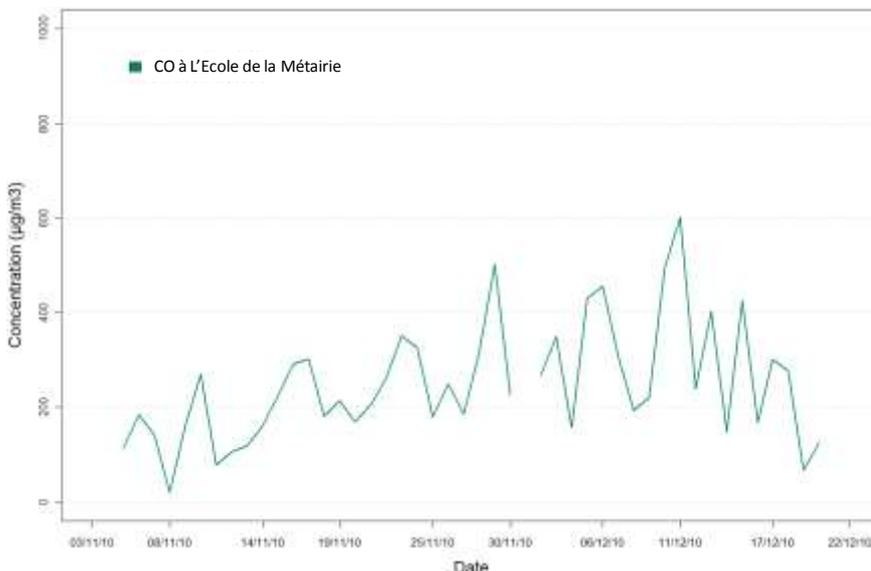


Figure 18 : moyennes journalières en CO à la Métairie durant la campagne 2010

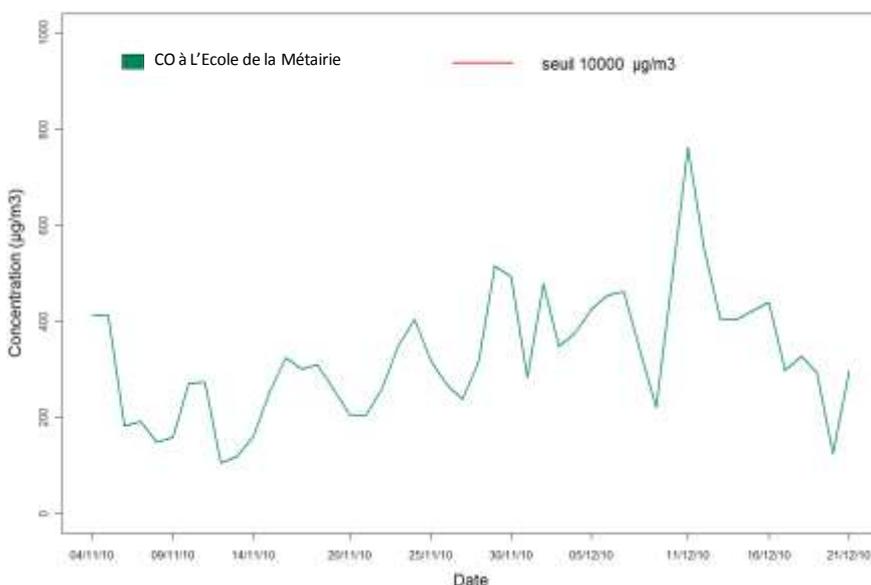


Figure 19 : évolution des moyennes 8-horaires maximales en CO à la Métairie durant la campagne 2010

Les concentrations journalières enregistrées sont en moyenne de l'ordre de 250 µg/m<sup>3</sup>. Les moyennes 8-horaires maximales calculées sur la période de campagne et présentées sur la Figure 19 sont inférieures à la valeur limite fixée à 10000 µg/m<sup>3</sup> : en effet, les niveaux de pointe à 760 µg/m<sup>3</sup> ne représentent que 8% seulement de ce seuil.

### analyse de l'impact d'Arc en Ciel

La figure ci-dessous présente la rose de pollution du dioxyde d'azote mesuré à l'école de la Métairie. Cette représentation indique l'intensité de la pollution mesurée en fonction de la direction des vents et permet ainsi d'identifier les secteurs de vent pour lesquels la concentration est maximale.

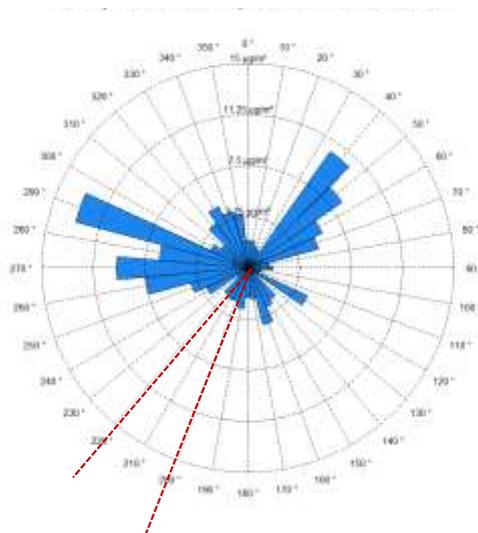


Figure 20 : rose de pollution des niveaux de pointe (percentile 98) en NO<sub>2</sub> à l'École de la Métairie

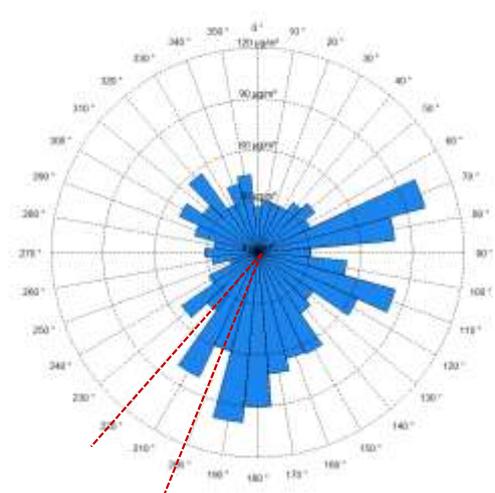
D'après la Figure 20, les niveaux de NO<sub>2</sub> ne sont pas en hausse dans le secteur de vent en provenance d'Arc en Ciel. Ceci suggère donc que l'impact de l'établissement n'est pas significatif sur les concentrations en NO<sub>2</sub> dans son environnement. La similitude de profil avec la rose de pollution des niveaux de pointe en NO<sub>2</sub> du site de la Balinière (annexe 6) appuie ce résultat.

L'étude des roses de pollution en SO<sub>2</sub> et en CO, présentées sur la figure suivante permet de confirmer cette conclusion. On note par ailleurs une augmentation des concentrations par vent de secteur nord-ouest qui serait liée aux émissions de la centrale thermique EDF de Cordemais. Quant aux poussières fines, les augmentations de PM10 par vents de sud relevées à la Métairie mais aussi à la Bouteillerie (annexe 6), ne sont pas dues aux rejets de l'UVE mais sont à mettre en relation avec les différents événements de pollution aux particules fines survenus en décembre 2010. Enfin, les élévations des niveaux de polluants en secteurs est et sud-est résultent eux, de l'influence de l'agglomération nantaise.

SO<sub>2</sub>



PM10



CO

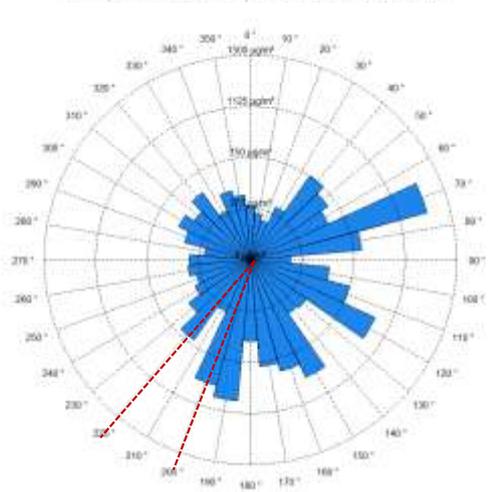


Figure 21 : rose de pollution des niveaux de pointe (percentile 98) en SO<sub>2</sub>, PM10 et CO à l'École de la Métairie, durant la campagne de mesure

## conclusions et perspectives

Depuis 1997, Air Pays de la Loire effectue une surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement d'Arc en Ciel. Cette surveillance, rendue obligatoire par les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003, consiste à réaliser des mesures des polluants atmosphériques dans l'air ambiant et des retombées atmosphériques.

Depuis 2009, ce dispositif a été complété par le suivi en continu des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone et des particules fines PM10.

D'après les résultats de la campagne de mesure menée du 3 novembre au 22 décembre 2010 :

- l'influence de l'UVE sur les niveaux de dioxines et furannes dans l'air environnant n'est pas apparue significative, les niveaux plus élevés sur le site de Saint-Jean-de-Boiseau sont probablement dus à des combustions parasites,
- les concentrations en métaux lourds, relevées aussi bien dans les retombées atmosphériques que dans l'air ambiant, restent faibles et sont inférieures aux valeurs réglementaires,
- aucune relation de corrélation n'a pu être mise en évidence entre les niveaux d'acide chlorhydrique dans l'air et les rejets de l'UVE,
- les concentrations des polluants atmosphériques mesurées en continu sont inférieures aux seuils d'information et de recommandation,
- aucune augmentation significative des niveaux de SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, CO ou PM<sub>10</sub> n'est observée dans le secteur de vent en provenance d'Arc en Ciel.

# annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : techniques d'évaluation
- annexe 3 : types des sites de mesure
- annexe 4 : polluants
- annexe 5 : évolution des concentrations atmosphériques en métaux lourds, au cours de la campagne de 2010
- annexe 6 : roses de pollution à la Balinière et à la Bouteillerie
- annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2010

## annexe 1 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le **Ministère de l'Écologie**, du Développement Durable, des Transports et du Logement pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

### surveiller pour savoir et comprendre



#### l'air de la région sous haute surveillance

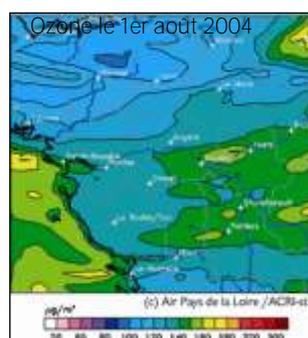
Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

#### mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

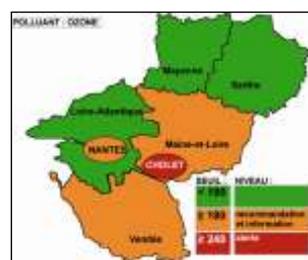
#### la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.



#### simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.



#### prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à sa plateforme IRIS.

### informer pour prévenir



#### pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques et aux médias. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

#### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

#### des publications largement diffusées

Tous les trois mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin trimestriel d'information *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

## annexe 2 : techniques d'évaluation

### mesures des dépôts de dioxines et furannes

#### méthode

Collecte des précipitations atmosphériques (selon la norme NF X43-014) dans des flacons en verre préalablement **nettoyés en laboratoire, abrités de la lumière par du papier d'aluminium et surmontés d'entonnoir en verre** (surface de collecte de 3,14 dm<sup>2</sup>). L'ensemble flacon et entonnoir est protégé dans un tube en inox fixé au sol.



Photo 1 : collecteur installé sur site

#### période

Du 02 novembre au 30 novembre 2010, pour le site de La Tardière et du 3 novembre au 8 décembre 2010 pour les 4 autres sites.

#### mise en œuvre

En début de campagne, installation sur le site d'un système de collecte et retrait en fin de campagne.

#### analyses et normes d'analyse

Détermination des 17 dioxines et furannes toxiques et normes d'analyses (polychlorodibenzo-para-dioxines ou PCDD) et furannes (polychlorodibenzofurannes ou PCDF) dans les retombées totales par le laboratoire  $\mu$ polluants Technologie SA (accrédité COFRAC 1-1151 section «Mesures dans les retombées atmosphériques, détermination de la concentration massique en PCDD et PCDF »).

Les échantillons sont tout d'abord filtrés à travers un tamis de 1 mm d'ouverture de maille. L'extraction de l'échantillon d'eau consiste en une extraction liquide-liquide avec du dichlorométhane. Les particules sont séchées puis marquées avant extraction solide-liquide au toluène. Les extraits obtenus sont combinés, puis purifiés sur colonnes chromatographiques contenant des adsorbants spécifiques.

L'extrait est concentré et des standards internes sont ajoutés. L'extrait est analysé par HRGC/HRMS à haute résolution (R=10 000). La filtration et le tamisage se réfère à la norme NF X43-014.

La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en pg I-TEQ /m<sup>2</sup>/jour.

#### prise en compte d'éventuelles contaminations

Un collecteur témoin nettoyé dans les mêmes conditions que celles utilisées pour les collecteurs de terrain a été analysé selon le même protocole que les échantillons. Si les concentrations obtenues pour les 17 congénères toxiques étaient supérieures à la limite de détection analytique alors elles étaient soustraites aux concentrations mesurées lorsque celles-ci étaient supérieures à la limite de quantification.

## mesures de dépôts de métaux, chlorures et sodium

### méthode

Collecte des précipitations atmosphériques (norme NF X43-014) dans des jauges Owen (surface d'exposition de 6,6 dm<sup>2</sup>).



Photo 2 : vue d'une jauge Owen

### période

Du 2 novembre au 30 novembre 2010, pour le site de La Tardière et du 3 novembre au 8 décembre 2010 pour les 4 autres sites.

### mise en œuvre

Installation d'une jauge Owen sur chaque site en début de campagne et retrait en fin de campagne.

### analyse des eaux de pluie par le laboratoire IANESCO

Détermination de la masse en chlorure et sodium selon les normes NF EN ISO 10304, NF ISO 11885, de la masse en métaux lourds selon les normes NF EN ISO 17294-1, NF EN 1233, NF EN 1483, NF EN 11-885. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en mg/m<sup>2</sup>/jour pour les chlorures, le sodium et en µg/m<sup>2</sup>/jour pour les métaux lourds.

## mesures des concentrations atmosphériques en chlorures particuliers et gazeux (acide chlorhydrique)

### rappel

Jusqu'en 2004, la méthode de collecte consistait en un barbotage d'air ambiant dans une solution distillée (sans filtre en amont).

Ce dispositif ne permettait pas de différencier les chlorures particuliers (sels de mer) et acide chlorhydrique lors du prélèvement. Les concentrations en HCl étaient alors estimées par la prise en compte de l'origine marine des chlorures.

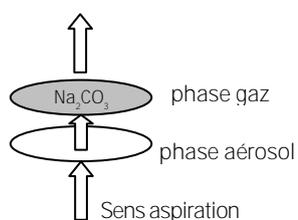
En 2005, un nouveau dispositif a été mis en œuvre qui permet la différenciation des chlorures particuliers et de l'acide chlorhydrique lors du prélèvement.



Photo 3 : vue du préleveur de chlorures particuliers et gazeux

### principe de collecte

Collecte de la phase aérosol sur filtre en fibre de quartz issue du prélèvement de la phase gazeuse (HCl) sur filtre en fibre de quartz imprégné de  $\text{NO}_2\text{CO}_3$  (5 %).



### pas de temps

Prélèvement hebdomadaire.

### analyse des filtres

Par chromatographie ionique (norme NF ISO 10304-2), par le Laboratoire de Rouen. La limite de quantification (plus petite quantité mesurée et quantifiée) par les chlorures est de  $2 \mu\text{g}/\text{filtre}$  soit pour un prélèvement hebdomadaire à  $1/\text{m}^3\text{h}$  de  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### analyse des filtres

Chaque semaine, Air Pays de la Loire a adressé au Laboratoire de Rouen pour analyse 2 filtres témoins (filtres aérosol et filtre gaz).

Les concentrations en chlorures sur les filtres témoins (généralement inférieures à la limite de quantification) sont déduites des concentrations calculées pour les échantillons réels.

## mesures des concentrations atmosphériques de métaux



Photo 4 : vue d'un système de prélèvement par filtre

### méthode

Collecte des particules en suspension de diamètre inférieur à 10  $\mu\text{m}$  (PM10) sur des filtres en fibre de quartz avec un débit de 1  $\text{m}^3/\text{h}$ .

### pas de temps

Prélèvement hebdomadaire.

### mise en œuvre

Au début de chaque période d'une semaine, installation sur le site d'un Partisol spéciation (cf. photo ci-dessus).

### analyse de chaque filtre par le laboratoire IANESCO - normes d'analyses

Détermination de la masse en métaux lourds selon la norme FDT 90-119 pour As, Cr, Cu, Cd, Ni et Pb, selon la norme FN EN ISO 11-885 pour Zn et Mn, selon la norme NF EN 1483 pour Hg.

Les niveaux moyens hebdomadaires en métaux lourds (en  $\text{ng}/\text{m}^3$ ) sont ensuite obtenus à partir du volume d'air prélevé par les pompes.

	LQ filtre ( $\mu\text{g}/\text{filtre}$ )	LQ air ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )
As	0,005	0,03
Cd	0,005	0,03
Cr	0,05	0,3
Cu	0,005	0,03
Mn	0,05	0,3
Hg	0,01	0,06
Ni	0,005	0,03
Pb	0,05	0,3
Zn	0,05	0,3

Les limites de quantification (plus petite quantité mesurée et quantifiée) de chacun des 9 métaux lourds sont données dans le tableau suivant en  $\mu\text{g}/\text{filtre}$  et dans les conditions de prélèvement décrites ci-dessus, en  $\text{ng}/\text{m}^3$  :

Tableau 11 : limites de quantification

### prise en compte des éventuelles contaminations

Chaque semaine, Air Pays de la Loire a également adressé au laboratoire IANESCO, un filtre témoin servant à quantifier les contaminations éventuelles lors des opérations de conditionnement et d'analyse. Les mesures de ces blancs ne montrent pas de contaminations significatives lors de ces opérations.

## mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

méthode - normes

Le dioxyde d'azote est détecté par la technique de chimiluminescence (norme NFX 43-018).



Photo 5 : analyseur automatique d'oxydes d'azote

pas de temps :

Tous les quarts d'heure.

étalonnage :

**Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl.lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".**

## mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde de soufre

méthode - normes

Le dioxyde de soufre est détecté par la technique de fluorescence UV (norme NFX 43-019).

pas de temps :

Tous les quarts d'heure.

étalonnage :

**Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl.lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".**

## mesures des concentrations atmosphériques en monoxyde de carbone

méthode - normes

Le monoxyde de carbone est détecté par la technique d'absorption infrarouge (norme NFX 43-044).

pas de temps :

Tous les quarts d'heure.

étalonnage :

Ces mesures sont étalonnées par des étalons de transfert raccordés au laboratoire d'étalonnage airpl.lab certifié COFRAC 17025 dans le domaine "chimie et matériaux de référence – mélanges de gaz".

## mesures des concentrations atmosphériques en particules PM10

méthode – normes

Les mesures de poussières fines sont effectuées à l'aide du système TEOM-FDMS sont effectuées. Cette technique est équivalente à la méthode gravimétrique de référence de la norme CEN 12341. Elle prend en compte la fraction volatile de l'aérosol et est utilisée depuis le 1er janvier 2007 par les réseaux de surveillance de la qualité de l'air pour le suivi réglementaire des teneurs en poussières fines en milieu urbain. Elle s'est substituée aux mesures par TEOM seul qui ne prenaient pas en compte les aérosols semi volatils.

pas de temps :

Tous les quarts d'heure.

## annexe 3 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



### sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



### sites industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.



### sites ruraux

Les sites ruraux participent à la surveillance de l'exposition des écosystèmes et de la population à la pollution atmosphérique de fond (notamment photochimique).

## annexe 4 : polluants

### les oxydes d'azote (NOx)

Les NOx comprennent essentiellement le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Ils résultent de la combinaison de l'azote et de l'oxygène de l'air à haute température. Environ 95 % de ces oxydes sont la conséquence de l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel). Le trafic routier (59 %) en est la source principale. Ils participent à la formation des retombées acides. Sous l'action de la lumière, ils contribuent à la formation d'ozone au niveau du sol (ozone troposphérique).

Le monoxyde d'azote présent dans l'air inspiré passe à travers les alvéoles pulmonaires, se dissout dans le sang où il limite la fixation de l'oxygène sur l'hémoglobine. Les organes sont alors moins bien oxygénés.

Le dioxyde d'azote pénètre dans les voies respiratoires profondes. Il fragilise la muqueuse pulmonaire face aux agressions infectieuses, notamment chez les enfants. Aux concentrations rencontrées habituellement, le dioxyde d'azote provoque une hyperréactivité bronchique chez les asthmatiques.

### les particules (ou poussières)

Les particules ou poussières constituent en partie la fraction la plus visible de la pollution atmosphérique (fumées). Elles ont pour origine les différentes combustions, le trafic routier et les industries. Elles sont de nature très diverses et peuvent véhiculer d'autres polluants comme des métaux lourds ou des hydrocarbures. De diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>), elles restent plutôt en suspension dans l'air. Supérieures à 10 µm, elles se déposent, plus ou moins vite, au voisinage de leurs sources d'émission. Les particules plus fines, appelées PM<sub>2,5</sub> (diamètre inférieur à 2,5 µm) pénètrent plus profondément dans les poumons. Celles-ci peuvent rester en suspension pendant des jours, voire pendant plusieurs semaines et parcourir de longues distances.

La profondeur de pénétration des particules dans l'arbre pulmonaire est directement liée à leurs dimensions, les plus grosses étant arrêtées puis éliminées au niveau du nez et des voies respiratoires supérieures. Le rôle des particules en suspension a été montré dans certaines atteintes fonctionnelles respiratoires, le déclenchement de crises d'asthme et la hausse du nombre de décès pour cause cardio-vasculaire ou respiratoire, notamment chez les sujets sensibles (enfants, bronchitiques chroniques, asthmatiques...).

Certains hydrocarbures aromatiques polycycliques portés par les particules rejetées par les véhicules sont classés comme probablement cancérigènes chez l'homme.

### les métaux dits "lourds" (plomb...)

Ils englobent l'ensemble des métaux présentant des caractères toxiques pour la santé et l'environnement. Ils proviennent essentiellement de la combustion du charbon, du pétrole ou des ordures ménagères ainsi que de procédés industriels (fonderies, usinage,...). Parmi ces métaux, on peut citer, le plomb, l'arsenic, le cadmium, le nickel. Dans l'air, ils se retrouvent le plus souvent au niveau des particules. Le mercure est présent à l'état gazeux.

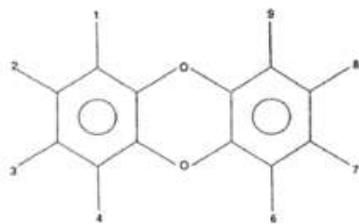
### l'acide chlorhydrique (HCl)

Ce polluant participe à la formation des retombées acides. Il provient surtout de l'incinération des ordures ménagères et, notamment, des plastiques comme le PVC (polychlorovinyle).

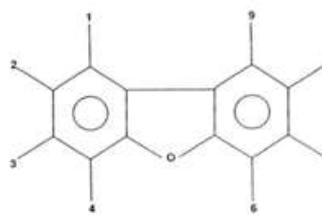
### les dioxines et les furannes

Les sources principales en sont la combustion (incinération des ordures ménagères en particulier) et la sidérurgie. Contrairement aux autres polluants, l'exposition de l'homme passe très peu par l'air : les dioxines et les furannes s'accumulent le long des chaînes alimentaires (poisson, viande, lait,...) et l'ingestion d'aliments est responsable à 90 % de la contamination humaine.

Les dioxines (polychlorodibenzo-para-dioxines ou PCDD) et furannes (polychlorodibenzofurannes ou PCDF) sont un groupe de 210 composés organiques tricycliques chlorés qui ont en commun d'être stables jusqu'à des températures élevées, d'être fortement lipophiles (solubles dans les solvants et les graisses) et peu biodégradables.



Dibenzo-para-dioxine

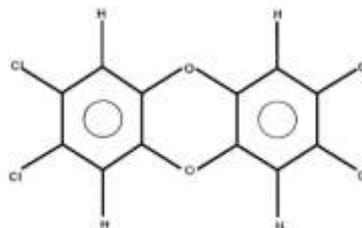


Dibenzofuranne

## Formules des composés de base des PCDD et PCDF

Les positions numérotées peuvent être occupées par des atomes d'hydrogène ou de chlore. Dans les deux cas, le nombre maximum d'atome de chlore est égal à 8. Le nombre d'atomes de chlore est indiqué dans le nom du composé par un préfixe mono (1), di (2).... et octa (8).

Par exemple, la 2,3,7,8 tétra-chlorodibenzo-p-dioxine, en abrégé 2,3,7,8-TCDD (dioxine de Sévés) aura pour formule :



Formules de la 2, 3, 7, 8 – TCDD (« dioxine de Sévés »)

Parmi les 210 dioxines et furannes, seuls 17 sont reconnus comme toxiques. Ces 17 congénères toxiques n'ont pas tous la même toxicité. Pour traduire cette différence de toxicité il a été établi un coefficient de pondération pour chacun des 17 congénères toxiques en prenant en compte comme base un coefficient de 1 pour le congénère le plus toxique, la 2,3,7,8 TCDD. Le système de coefficient de pondération (I-TEF = International Toxic Equivalency Factors) reconnu internationalement est celui développé en 1988 par NATO Committee on challenges to Modern Society » NATO/CCMS) et actualisé en 1997 par l'OMS. Le tableau ci-après regroupe pour les 17 congénères toxiques les facteurs d'équivalent toxique.

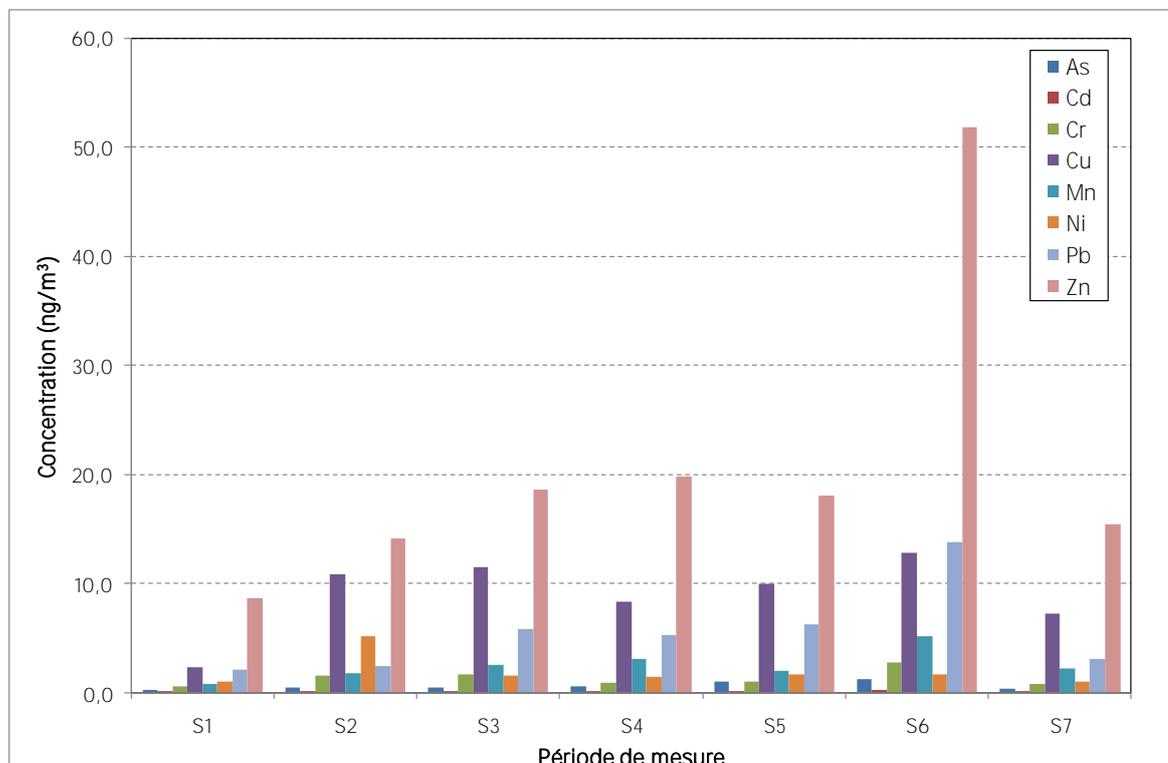
Facteur international d'équivalents toxiques (ITEQ-F) pour les 17 congénères

Molécules	I-TEF OMS(1997)
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01
Octachlorodibenzodioxine	0,0001
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofuranne	0,1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofuranne	0,05
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofuranne	0,5
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofuranne	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofuranne	0,1
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofuranne	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofuranne	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofuranne	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofuranne	0,01
Octachlorodibenzofuranne	0,0001

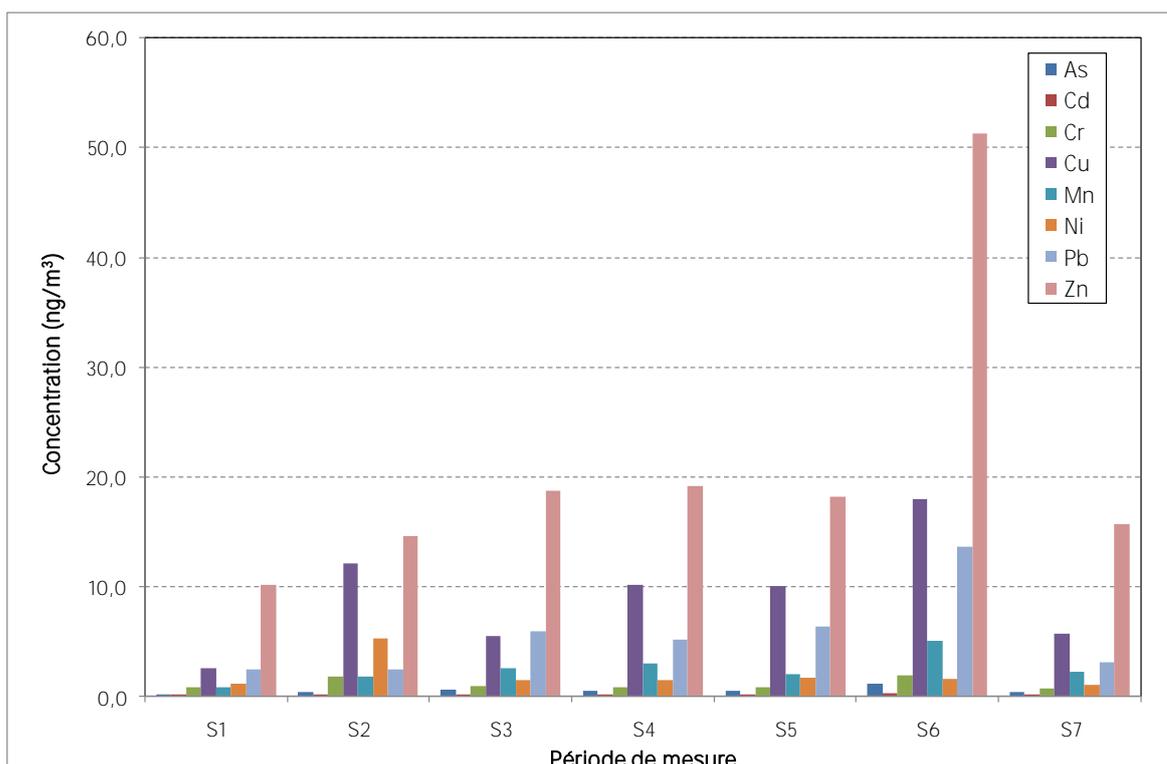
La mesure de la toxicité d'un échantillon passe obligatoirement par la mesure quantitative des 17 congénères toxiques, auxquels est appliqué le facteur d'équivalent toxique ce qui permet d'obtenir pour un échantillon donné sa teneur en « Equivalent toxiques dioxines et furannes ou I-TEQ ».

## annexe 5 : évolution des concentrations atmosphériques en métaux lourds, au cours de la campagne de 2010

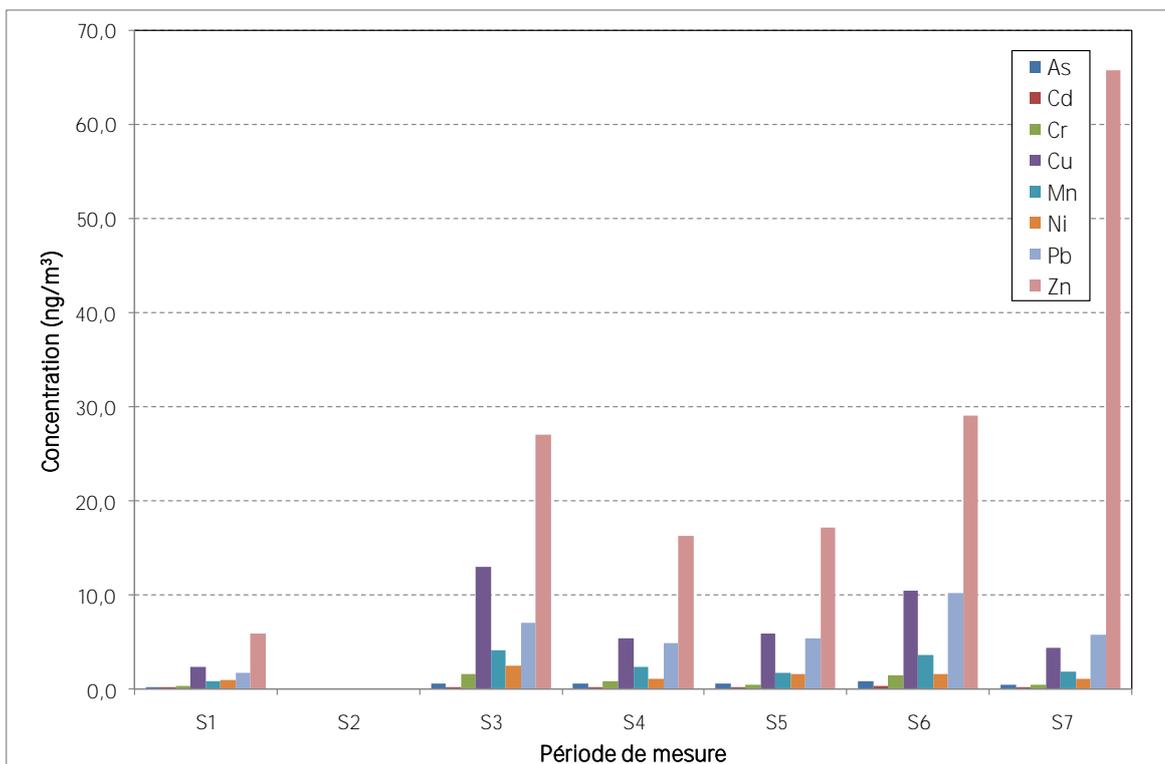
Ecole de la Métairie



Stade Ardilllets – Couëron



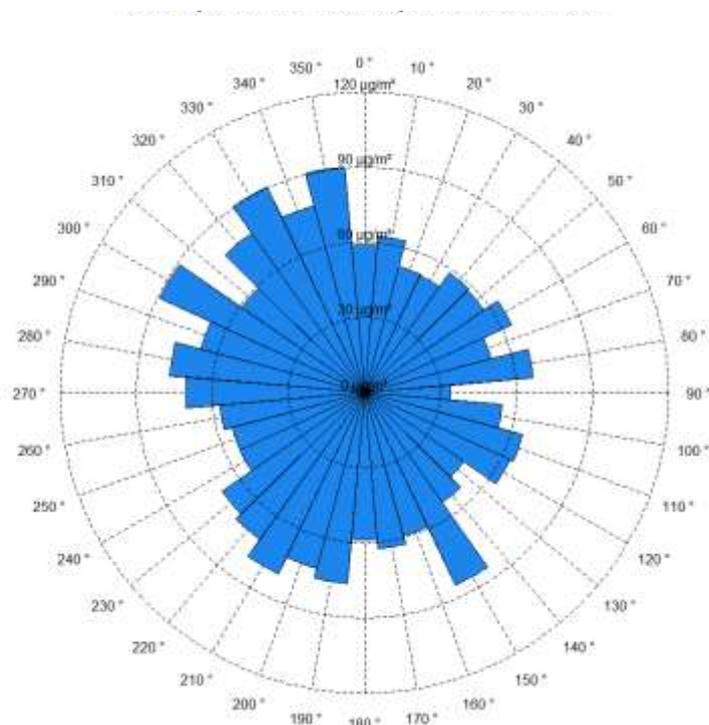
Cimetière de St-Jean-de-Boiseau



Nb : Les mesures en métaux lourds de la semaine S2 sur le site de St-Jean-de-Boiseau ne sont pas disponibles suite à un problème technique survenu au cours de l'analyse de l'échantillon.

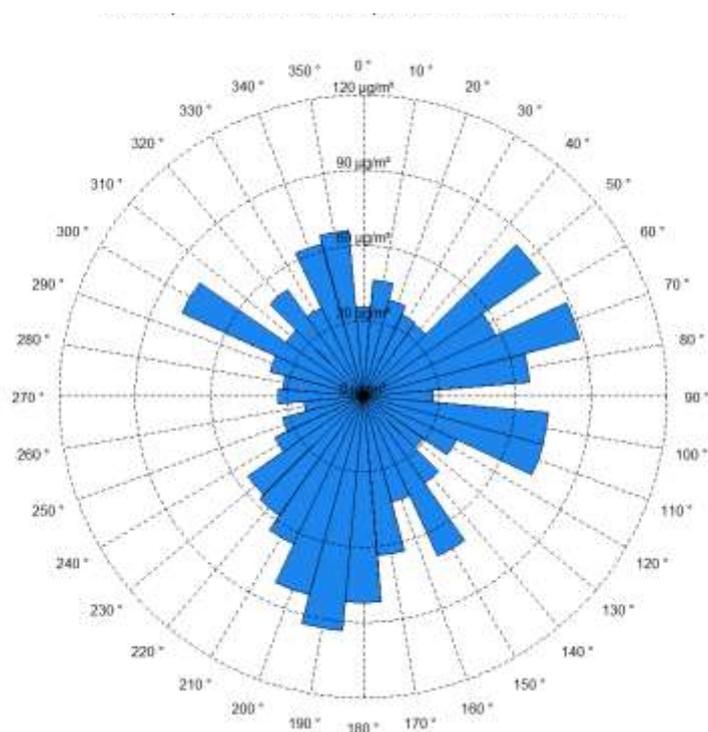
## annexe 6 : roses de pollution à la Balinière et à la Bouteillerie

Balinière



Rose de pollution des niveaux de pointe en NO2 sur le site de la Balinière, durant la campagne 2010

Bouteillerie



Rose de pollution des niveaux de pointe en PM10 sur le site de la Bouteillerie, durant la campagne 2010

## annexe 7 : seuils de qualité de l'air 2010

TYPE DE SEUIL (µg/m <sup>3</sup> )	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cadmium	Nickel	Benzo(a)pyrène
décret 2010-1250 du 21/10/2010														
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30 <sup>(1)</sup>	40	29 <sup>(2)</sup>	0,5	5	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(1)</sup>	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(3)</sup>	-	-	-	-	125 <sup>(4)</sup>	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 <sup>(5)</sup>	-	-	-	-	-	-	350 <sup>(6)</sup>	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 <sup>(7)</sup> 1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(8)</sup> 2 <sup>ème</sup> seuil : 300 <sup>(8)</sup> 3 <sup>ème</sup> seuil : 360	400 <sup>(8)</sup> 200 <sup>(9)</sup>	-	-	-	-	-	-	500 <sup>(8)</sup>	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125 80 <sup>(10)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 50 <sup>(10)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(11)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 <sup>(1)(12)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 <sup>(1)(13)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	0,006 <sup>(8)</sup>	0,005 <sup>(8)</sup>	0,02 <sup>(15)</sup>	0,001 <sup>(15)</sup>	
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 <sup>(14)</sup>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

(1) pour la protection de la végétation

(2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2010 : 4 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)

(3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)

(4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)

(5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)

(6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)

(7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire

(8) dépassé pendant 3h consécutives

(9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain

(10) opérationnel à partir de la mise en application de l'arrêté prévu en octobre 2011

(11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile

(12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans

(15) à compter du 31 décembre 2012

**valeur limite** : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

**seuil d'alerte** : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

**seuil de recommandation et d'information** : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

**objectif de qualité** : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

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

# bibliographie

- [1] “Site web: <http://www.usine-arcenciel.fr>.”
- [2] Nantes Métropole, “Plan local d’urbanisme - annexe 7,” 2007.
- [3] CITEPA, “Inventaire des émissions de polluants dans l’atmosphère en France, substances relatives à la contamination par les polluants organiques persistants,” avril 2010.
- [4] Union européenne, “Directive 2000/76/CE du Parlement européen et du Conseil du 4 décembre 2000 relative à l’incinération des déchets,” 2000.
- [5] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement du Centre de Traitement et de Valorisation des Déchets Valoréna, campagne 2010,” campagne 2010.
- [6] M. Durif, “Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furannes autour d’une UIOM, INERIS,” 2001.
- [7] Atmo Poitou-Charentes, “Etude de l’impact de l’UVE de Poitiers sur son environnement,” campagne 2009.
- [8] Atmo Poitou-Charentes, “Etude de l’impact de l’UVE de la Communauté d’Agglomération de Poitiers sur son environnement,” campagne 2007.
- [9] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2003,” décembre 2003.
- [10] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2004,” décembre 2004.
- [11] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2005,” décembre 2005.
- [12] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2006,” octobre 2006.
- [13] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2007,” juin 2007.
- [14] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2008,” février 2009.
- [15] Air Pays de la Loire, “Qualité de l’air dans l’environnement de l’UVE Arc en Ciel, campagne 2009,” septembre 2009.
- [16] S. Garnaud, “Transfert et évolution géochimique de la pollution métallique en bassin versant. Thèse de doctorat de l’Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris,” 1999.
- [17] P. Rossini, S. Guerzoni, E. Molinaroli, G. Rampazzo, A. De Lazzari, and Z. A., “Atmospheric bulk deposition to the lagoon of Venice,” *Environmental International*, vol. 31, pp. 959–974, 2005.
- [18] R. Huston, Y. Chan, T. Gardner, G. Shaw, and H. Chapman, “Characterisation of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks,” *Water Research*, vol. 43, pp. 1630–1640, 2009.
- [19] C. Wong, X. Li, G. Zhang, S. Qi, and X. Peng, “Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China,” *Atmospheric Environment*, vol. 37, pp. 767–776, 2003.
- [20] S. Azimi, “Sources, flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux en Ile-de-France, Thèse de doctorat de l’Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris,” 2004.
- [21] L. Sabin, J. Lim, K. Stolzenbach, and K. Schiff, “Contribution of trace metals from atmospheric deposition to stormwater runoff in a small impervious urban catchment,” *Water Research*, vol. 39, pp. 3929–3937, 2005.

- [22] Ascoparg, Coparly, and Sup'air, "Plan de surveillance dioxines et métaux lourds : mesures de métaux lourds dans les retombées atmosphériques 2006-2007."
- [23] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance de l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel, Bilan 2006 – Résumé," 2006.
- [24] V. Sandroni and C. Migon, "Atmospheric deposition of metallic pollutants over the ligurian sea: labile and residual inputs," *Chemosphere*, vol. 47, pp. 753–764, 2002.
- [25] J. Injuk, R. Van Grieken, and G. De Leeuw, "Deposition of atmospheric trace elements into the North Sea: coastal, ship, platform measurements and model predictions," *Atmospheric environment*, vol. 32, pp. 3011–3025, 1997.
- [26] Air Pays de la Loire, "Evaluation de la pollution atmosphérique du quartier Pin Sec à Nantes, rapport d'étude, sous presse," 2009.
- [27] Air Normand, "Mesures de la qualité de l'air autour de l'UIOM de Guichainville, octobre – novembre 2008," 2008.
- [28] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance des métaux toxiques - Environnement de l'UTVE de Lunel-Viel, Année 2010," 2010.
- [29] Air Languedoc-Roussillon, "Surveillance des métaux toxiques - Environnement de l'UTVE de Calce, Année 2010," 2010.
- [30] Airparif, "Surveillance des métaux dans l'air autour de l'usine d'incinération d'ordures ménagères à Saint Ouen," septembre 2010.
- [31] ORAMIP, "Mesures de qualité de l'air autour de l'incinérateur du Mirail à Toulouse (SETMI)," octobre 2010.
- [32] Air C.O.M., "Surveillance de l'UIOM du SYVEDAC," 2009.

# glossaire

## abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AOT40	accumulated exposure over threshold 40
As	arsenic
BTX	benzène, toluène, xylènes
Cd	cadmium
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	benzène
CO	monoxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
CSHPPF	<b>Conseil supérieur d'hygiène publique de France</b>
Cu	cuivre
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Fe	fer
HAM	hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
I-TEQ	équivalent toxiques dioxines et furannes
Meddtl	Ministère de l'écologie, du développement durable, des transports et du logement
Mera	Mesure des R Etombées Atmosphériques
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
Ni	nickel
NO	<b>monoxyde d'azote</b>
NO <sub>2</sub>	<b>dioxyde d'azote</b>
NOx	<b>oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)</b>
O <sub>3</sub>	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
pg	picogramme
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM2,5	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
Ni	nickel
SO2	dioxyde de soufre
IRIS	plateforme régionale de prévision de la qualité de l'air d'Air Pays de la Loire
TU	temps universel
CTVD	Centre de Traitement et de Valorisation des Déchets
US EPA	<b>Agence américaine de protection de l'environnement</b>
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc

## définitions

année civile	période allant du 1er janvier au 31 décembre
AOT40	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , calculée sur l'ensemble des moyennes horaires mesurées entre 8 h et 20 h de mai à juillet
heure TU	heure exprimée en Temps Universel (= heure solaire)
hiver	période allant du 1er octobre au 31 mars
moyenne 8-horaire	moyenne sur 8 heures
percentile x	niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée
taux de représentativité	pourcentage de données valides sur une période considérée
valeur cible	niveau de pollution fixé dans le but d'éviter à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là où c'est possible sur une période donnée

## précisions sur les calculs statistiques

Sauf indication contraire, les données de base utilisées dans les calculs statistiques sont bimensuelles pour les BTX et horaires pour les autres paramètres mesurés. Les calculs statistiques annuels sont validés seulement si au moins 75% des données sont valides sur l'année et s'il n'existe aucune période sans donnée de plus de 720 heures consécutives dans l'année. Pour le calcul de l'AOT<sub>40</sub>, 90% de données valides sont exigées. Les mesures indicatives sont considérées comme représentatives si l'air est prélevé pendant au moins 14 % de l'année (sauf pour l'ozone : plus de 10 % sur l'été et les dépôts totaux en HAP : 33 % de l'année).

# airpays de la Loire

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

