



qualité de l'air dans l'environnement

de l'Usine d'Incinération des Ordures
Ménagères Arc en Ciel

Campagne 2006

octobre 2006



sommaire

synthèse	1
introduction	6
le dispositif mis en oeuvre	7
4 sites de mesure dans l'environnement d'Arc en Ciel	8
Deux indicateurs de la pollution atmosphérique	9
Récapitulatif	10
La période de mesure	10
les résultats	11
Situations météorologiques durant la campagne.....	12
Mesure des retombées atmosphériques.....	13
Les concentrations atmosphériques.....	16
conclusions	22
annexes	23
Annexe 1 : Air Pays de la Loire	24
Annexe 2 : techniques d'évaluation	25
Annexe 3 : types des sites de mesure.....	29
Annexe 4 : polluants	30
Annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2006	32
bibliographie	33
glossaire	34
Abréviations	34
Définitions.....	34

contributions

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

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'association agréée 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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2004 pris par le ministère de l'Écologie et du développement durable.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garante de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études qu'elle produit 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, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenue 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 tenons à remercier Messieurs Nicolas (mairie de Coüeron), Bazin (Directeur de la maison de retraite de St-Jean de Boiseau) et le major Didier (Gendarmerie Nationale) pour leur collaboration à l'installation de nos appareils de collecte et d'analyse.

synthèse

contexte ❖ une surveillance règlementée de l'environnement

Les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003 imposent à l'exploitant de l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) Arc en Ciel à Couëron une surveillance annuelle de la qualité de l'air dans son environnement.

Depuis 1997, Air Pays de la Loire, réalise cette surveillance annuelle par la mesure des polluants atmosphériques suivants : métaux lourds, acide chlorhydrique, dioxyde de soufre et dioxyde d'azote. En 2003, ce dispositif a été complété, conformément à l'arrêté préfectoral du 14 avril 2003, par la mesure des dépôts totaux de dioxines et furannes.

objectifs ❖ suivi réglementaire et évaluation de l'impact d'Arc en Ciel

Les deux objectifs de l'étude de cette campagne annuelle de surveillance sont :

- évaluation de la qualité de l'air par rapport aux valeurs réglementaires ;
- évaluation de l'impact des rejets d'Arc en Ciel sur la qualité de l'air environnante.

moyens ❖ un dispositif complet aux techniques de mesures normalisées

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

deux indicateurs de pollution mesurés

Le dispositif mis en œuvre par Air Pays de la Loire permet d'appréhender deux indicateurs de la pollution :

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

une campagne de mesure de 7 semaines

La campagne d'évaluation s'est déroulée du 5 juillet au 23 août 2006. Durant cette période, le fonctionnement de l'usine a été nominal.

les polluants mesurés

Les polluants suivants émis par les usines d'incinération d'ordures ménagères 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** analysés dans les eaux de pluie (Durif 2001 ; US EPA 1613).

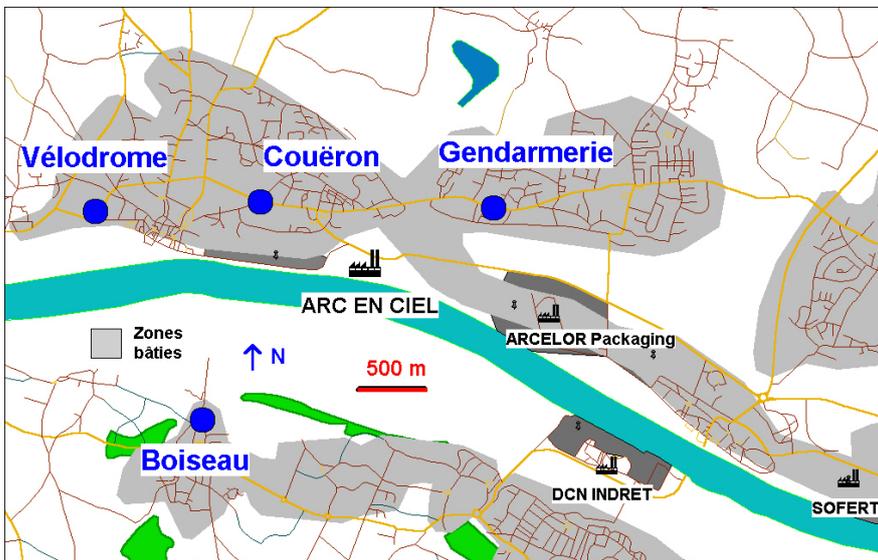
un nouveau dispositif de collecte

Afin de prendre en compte les dernières techniques les plus sensibles pour la collecte de certains polluants, Air Pays de la Loire a rénové en 2005 le dispositif mis en œuvre notamment par la collecte et l'analyse directe d'HCl et l'introduction d'une coupure granulométrique (PM10) pour la mesure des métaux. Les niveaux de PM10 sont en effet réglementés dans l'air.



Nouveau système de collecte pour les prélèvements d'acide chlorhydrique et de métaux

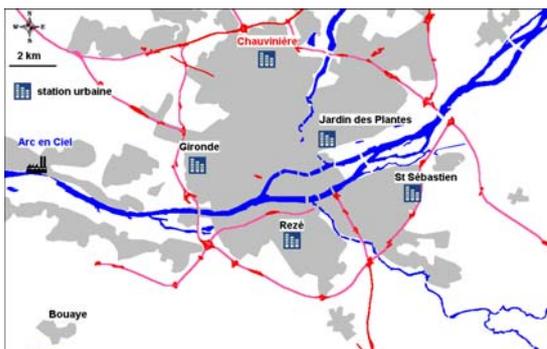
4 sites de mesure dans l'environnement d'Arc en Ciel



Environnement de l'établissement Arc en Ciel et implantations des sites de mesure

2 sites de mesure non influencés par Arc en Ciel pour comparaison

Deux sites de mesure non influencés par les rejets d'Arc en Ciel (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 non influencés permettent la comparaison des dépôts de dioxines et furannes avec ceux mesurés dans l'environnement de l'usine.



Localisation du site de la Chauvinière dans l'agglomération nantaise



Situation de la station de la Tardière en Vendée (site MERA)

résultats

les dépôts de dioxines et furannes

Les résultats des dépôts de dioxines et furannes collectés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur les sites non influencés sont les suivants :

dépôt total Dioxines et furanes (pg I-TEQ/m ² /j)	Gendarmerie	Couëron	St Jean de Boiseau	La Chauvinière	La Tardière
2006 (5 juillet - 23 août)	1,3	1,2	1,0	0,7	1,1
2005 (17 juin - 10 août)	1,7	1,0	1,0	1,1	0,9
2004 (10 juin - 5 août)	2,5	1,6	2,4	1,8	1,1
2003 (24 juillet - 11 septembre)	2,0	1,6	1,6	1,3	13,4

Dépôts de dioxines et furannes enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur les sites non influencés

Selon Durif 2001[1] seule une différence supérieure à 10pg ITEQ/m²/j entre deux valeurs de dépôts doit être considérée comme significative.

Cette année, une comparaison a été étendue à des études menées en France dans l'environnement d'UIOM. Elle montre que les dépôts de dioxines et furannes dans l'environnement d'Arc en Ciel sont le plus souvent comparables à ceux mentionnés dans ces études.

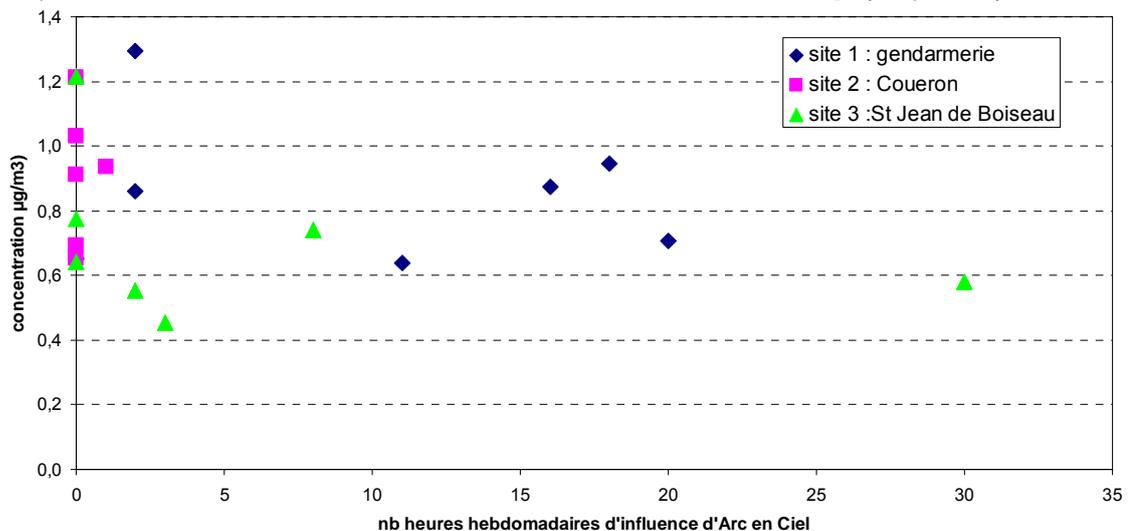
Dans ces conditions, les niveaux de dioxines et furannes dans l'environnement immédiat de l'usine d'incinération ou sur des sites non influencés sont particulièrement homogènes.

Par ailleurs, malgré des influences variables de l'usine suivant les sites, les dépôts mesurés dans l'environnement de l'usine sont sensiblement identiques.

En conclusion, les dépôts mesurés à proximité de l'établissement selon la méthode spécifiée, demeurent faibles et ne montrent pas d'impact significatif des rejets de dioxines et furannes d'Arc en Ciel.

l'acide chlorhydrique dans l'air

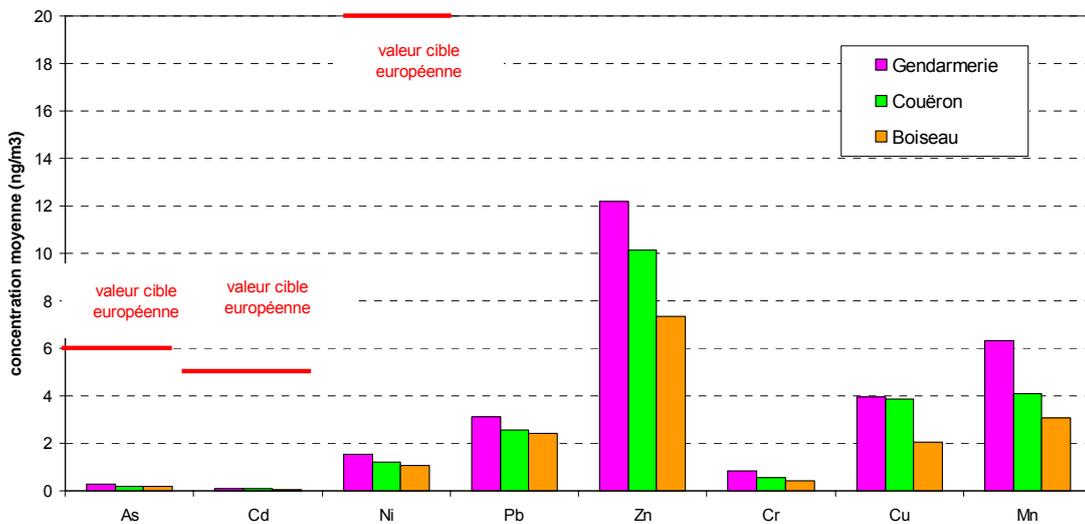
Les teneurs hebdomadaires en acide chlorhydrique ont évolué entre 0,03 et 1,3 µg/m³. Les niveaux obtenus du 5 juillet au 23 août 2006 sont équivalents avec ceux mesurés l'année précédente (17 juin – 10 août 2005). À titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND [9] en 2002 sur 4 sites ruraux avant la réalisation d'une Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères variaient de 0,5 à 2 µg/m³. Enfin, les rejets d'HCl de l'usine n'ont pas été détectés dans les concentrations moyennes au sol mesurées dans l'environnement de l'établissement (cf. graphique ci-après).



Concentration en HCl en fonction de l'influence d'Arc en Ciel

les métaux lourds dans l'air

Les concentrations moyennes en métaux mesurées sur chaque site sont reportées dans le graphique ci-après :



Concentrations moyennes en métaux mesurées dans l'environnement de Arc en Ciel en 2006

Les métaux mesurés peuvent se répartir en quatre classes de concentration :

- un élément majeur : Zn dont les teneurs moyennes sur chaque site sont comprises entre 7 et 13 ng/m³,
- Cu, Mn, et Pb dont les concentrations sont comprises le plus souvent entre 2 et 6 µg/m³,
- Cr et Ni dont les teneurs sont comprises entre 1 et 2 µg/m³,
- As, Hg et Cd dont les niveaux sont soit le plus souvent indétectables (Hg), soit légèrement au-dessus du seuil de quantification.

comparaison aux normes

En extrapolant à une année les résultats obtenus autour d'Arc en Ciel pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité pour le plomb et que les valeurs cibles européennes pour les métaux lourds soient respectées dans l'environnement d'Arc en Ciel.

indications sur l'impact d'Arc en Ciel

Les niveaux en métaux dans l'environnement d'Arc en Ciel sont indépendants du degré d'influence de l'usine. Par ailleurs pour les métaux dont les teneurs sont réglementées dans l'air ambiant (As, Ni, Cd, Pb), les niveaux dans l'environnement d'Arc en Ciel sont équivalents à ceux détectés sur un site urbain non influencé à Laval.

le dioxyde d'azote dans l'air

Les niveaux en dioxyde d'azote sont restés modérés, avec un maximum horaire de 63 µg/m³ le 25 juillet 2006. Le seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ sur une heure n'a pas été dépassé (maximum horaire près de 3 fois plus faible que le seuil d'information).

L'analyse de la pollution en fonction de la direction des vents (rose de pollution) ne montre pas d'impact détectable des rejets de l'usine sur les teneurs atmosphériques en NO₂ mesurées à proximité.

conclusions et perspectives une confirmation des années précédentes

De manière générale et comme en 2005, les niveaux de pollution (en termes de dépôts et de concentrations) ne montrent pas d'impact significatif des rejets d'Arc en Ciel entre le 5 juillet et le 23 août 2006. Les polluants réglementés sont nettement en dessous des seuils réglementaires et sont aussi représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain.

introduction

Les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003 imposent à l'exploitant de l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) Arc en Ciel à Couëron (Loire-Atlantique) une surveillance annuelle de la qualité de l'air dans son environnement.

Depuis 1997, Air Pays de la Loire, réalise cette surveillance annuelle par la mesure des polluants atmosphériques suivants : métaux lourds, acide chlorhydrique et dioxyde d'azote. En 2003, ce dispositif a été complété par la mesure des dépôts totaux de dioxines et furannes dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine.

Afin de prendre en compte les dernières techniques les plus sensibles pour la collecte de certains polluants, Air Pays de la Loire a rénové en 2005 le dispositif mis en œuvre notamment la mesure d'acide chlorhydrique dans l'air et l'introduction d'une coupure granulométrique (PM10) pour la mesure des métaux.

Ce rapport regroupe les résultats obtenus lors de la campagne de mesure qui s'est déroulée du 5 juillet au 23 août 2006.

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 mis en oeuvre

Arc 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 d'Arc en Ciel. 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 6 sites de mesure :

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

4 sites de mesure dans l'environnement d'Arc en Ciel

4 sites localisés dans les zones de retombées maximales

Le choix de l'implantation des 4 stations de mesure a été défini en tenant compte à la fois :

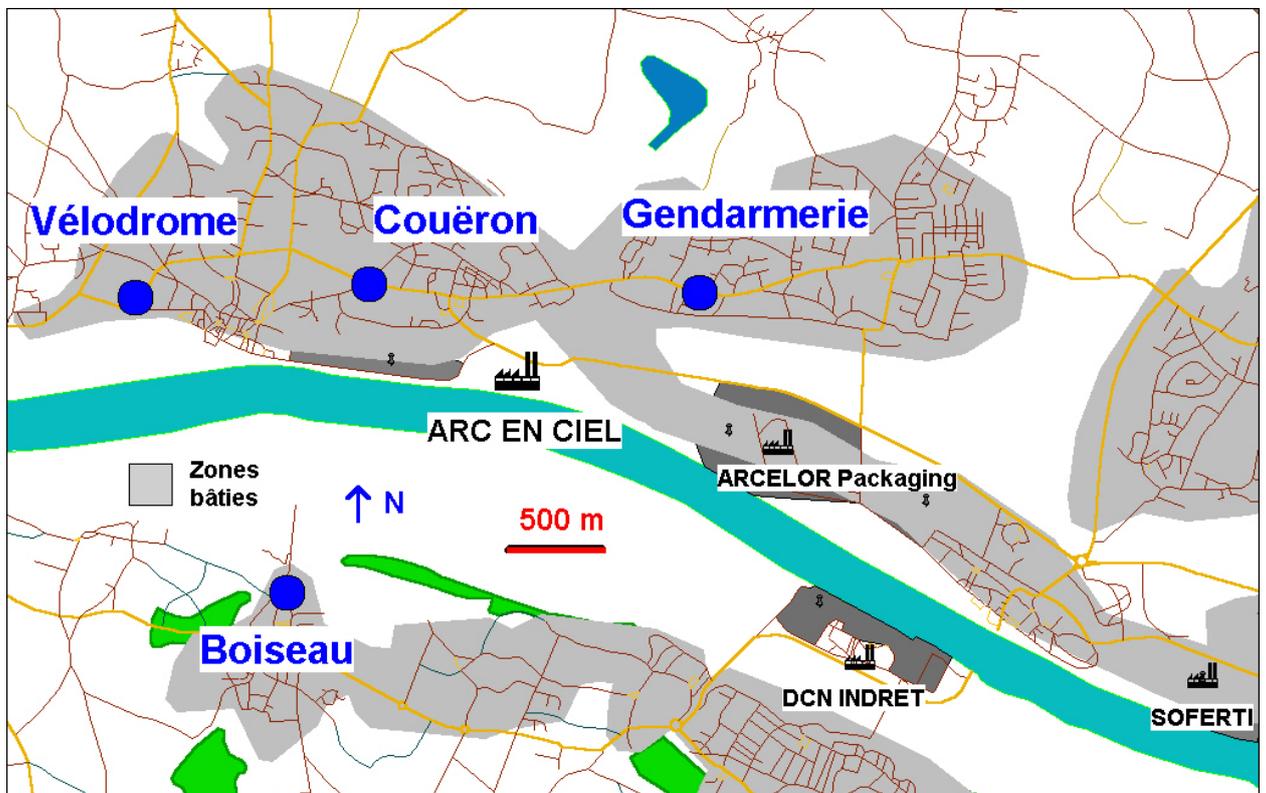
- de la zone de retombées maximales au sol du panache dans les conditions de stabilités atmosphériques les plus fréquemment rencontrées (classes météorologiques C et D selon la classification de Pasquill) ;
- de la direction des vents dominants (sud-ouest et nord-est) ;
- de la présence de zones d'habitation ;
- de la disponibilité d'infrastructures d'accueil sur le terrain.

Les caractéristiques des 4 sites de mesure retenus sont récapitulées dans le tableau 1.

N° Site	Nom	Adresse	Localisation par rapport au site ARC EN CIEL
1	GENDARMERIE	Gendarmerie de Couëron, avenue de la Libération	850 m au nord-est
2	COUERON	Ancienne gendarmerie, à proximité du stade	900 m à l'ouest nord-ouest
3	BOISEAU	Maison de retraite de Saint Jean de Boiseau	1 800 m au sud-ouest
4	VELODROME	Boulevard François Blanchot	1 500 m à l'ouest nord-ouest

Tableau 1 : caractéristiques des sites de mesure

La carte suivante montre l'emplacement des sites :

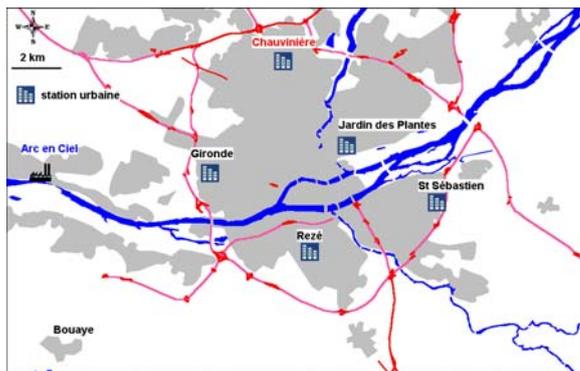


Carte 1 : Environnement de l'établissement Arc en Ciel et implantations des sites de mesure

- Il faut noter ici la présence dans l'environnement d'Arc en Ciel d'autres émetteurs industriels ;
- Arcelor Packaging (Indre) : situé à 2 km au sud-est du site ARC EN CIEL ; cet établissement est constitué d'unités de fabrication d'acier pour emballages et de vernissage de tôles (activités métallurgiques). Principaux rejets atmosphériques : Composés Organiques Volatils, SO₂, NO_x ;
- DCN Indret - Direction des Constructions et armes Navales (Indre) : localisée à 2,5 km au sud-est ; les sources de pollution atmosphérique de cet établissement sont les installations de production mécanique et une chaufferie fonctionnant au fioul. Principaux rejets atmosphériques : SO₂, poussières ;
- SOFERTI (Indre) : implanté à 4,5 km au sud-est d'Arc en Ciel ; ce site industriel assure la production d'engrais ainsi que la production intermédiaire de superphosphates. Principaux rejets atmosphériques : Poussières, NH₃ ;
- EDF (Cordemais) : cet établissement, situé à 15 km à l'ouest, est une centrale thermique de production d'électricité à partir de combustibles charbon et fioul. Principaux rejets atmosphériques : SO₂, NO_x, HCl, Poussières ;

2 sites de mesure non influencés par Arc en Ciel

Deux sites de mesure non influencés par les rejets d'Arc en Ciel (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 non influencés par les rejets d'Arc en Ciel permettent de fournir une référence pour les valeurs de dépôts de dioxines et furannes en environnement urbain et rural.



Carte 2 : Localisation du site de la Chauvinière dans l'agglomération nantaise

Carte 3 : Situation de la station de la Tardière en Vendée

deux indicateurs de la pollution atmosphérique

les concentrations atmosphériques

Sur trois sites (Gendarmerie, Couëron et St-Jean de Boiseau), les concentrations dans l'air des polluants suivants ont été mesurées conformément à l'arrêté préfectoral du 12 juillet 1992 :

- 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 ;
- chlorures (Cl) en phase aérosols (sels de mer) et l'acide chlorhydrique (HCl).

Les oxydes d'azote ont été mesurés sur le site Vélodrome.

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 12 juillet 1992 et du 14 avril 2003, une collecte des eaux de pluie est effectuée sur les trois sites (Gendarmerie, Couëron et St-Jean de Boiseau) pour une analyse en laboratoire des métaux, des chlorures et sodium et des dioxines et furannes.

Des collectes d'eaux de pluie 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.

récapitulatif

Le tableau suivant récapitule pour l'ensemble des sites de mesure le type d'indicateurs appréhendé et les polluants mesurés.

Nom Site	Typologie	Indicateurs appréhendés	Polluants mesurés
Gendarmerie	Industriel dans l'environnement d'Arc en Ciel	Concentrations atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn HCl et chlorures particulaires
		Dépôts	Dioxines et furannes As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn Chlorures et sodium
Couëron	Industriel dans l'environnement d'Arc en Ciel	Concentrations atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn HCl et chlorures particulaires
		Dépôts	Dioxines et furannes As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn Chlorures et sodium
St Jean de Boiseau	Industriel dans l'environnement d'Arc en Ciel	Concentrations atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn HCl et chlorures particulaires
		Dépôts	Dioxines et furannes As, Cd, Cr, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn Chlorures et sodium
Vélodrome	Industriel dans l'environnement d'Arc en Ciel	Concentrations atmosphériques	<ul style="list-style-type: none"> NOx
La Chauvinière	Urbain non influencé par Arc en Ciel	Dépôts	<ul style="list-style-type: none"> dioxines et furannes
La Tardière	Rural non influencé par Arc en Ciel	Dépôts	<ul style="list-style-type: none"> dioxines et furannes

Tableau 2 : Typologie des sites, indicateurs et polluants mesurés

la période de mesure

La campagne d'évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement d'Arc en Ciel s'est déroulée entre le 5 juillet et le 23 août 2006. Durant cette période, l'usine a fonctionné en régime nominal.

Le tableau suivant résume les différentes périodes d'échantillonnage pour les métaux et l'acide chlorhydrique. La période de prélèvement des dioxines et furannes recouvre les sept semaines.

Période	dates
1	Du 05/07 au 12/07
2	Du 12/07 au 18/07
3	Du 18/07 au 26/07
4	Du 26/07 au 02/08
5	Du 02/08 au 09/08
6	Du 09/08 au 16/08
7	Du 16/08 au 23/08

Tableau 3 : périodes de mesure

les résultats

L'analyse suivante présente successivement :

- les conditions météorologiques observées durant la campagne de mesure ;
- l'interprétation des résultats de retombées atmosphériques ;
- l'interprétation des résultats des concentrations mesurées dans l'air.

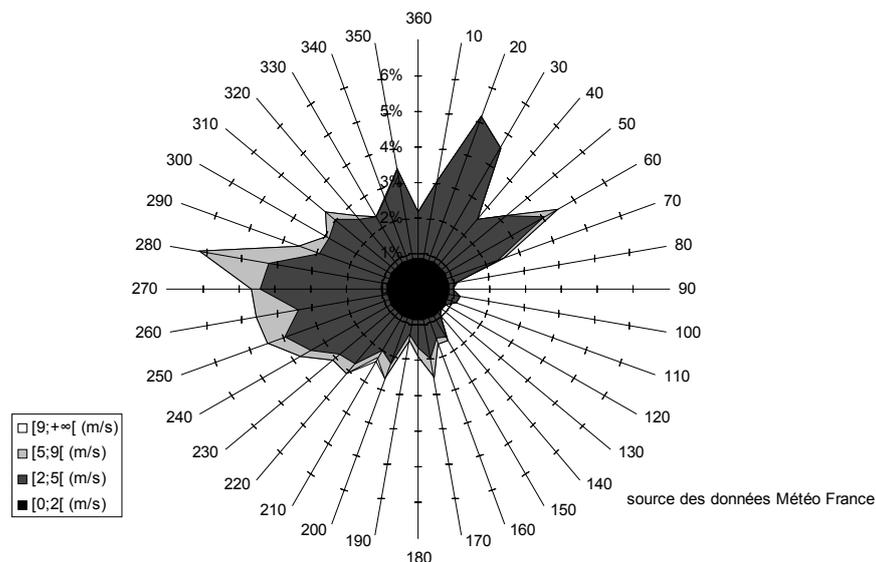
situations météorologiques durant la campagne

Les caractéristiques des situations météorologiques observées pour chacune des périodes de la campagne sont données dans le tableau ci-dessous :

Période	Vents dominants	Répartition de la vitesse du vent (%)			
		0 à 2 m/s	2 à 5 m/s	5 à 9 m/s	>9 m/s
1	Vents d'ouest modérés	35	60	5	0
2	Vents de Nord Est modérés	9	85	6	0
3	Vents d'ouest faibles à modérés	45	51	4	0
4	Vents de sud ouest à ouest modérés à assez fort	35	53	12	0
5	Vents de nord est faible à modérés	39	60	1	0
6	Vents de nord ouest modérés	28	66	6	0
7	Vent de sud est à ouest modérés à assez fort	24	47	29	1

Tableau 4 : caractéristiques hebdomadaires des vents

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne (cf. rose des vents ci-après) montre une prédominance des vents d'ouest et de nord-est conforme aux normales.



Graphique 1 : rose des vents sur la totalité de la campagne

Le tableau ci-après récapitule le nombre d'heures hebdomadaires où les vents ont porté les rejets de l'usine en direction des sites de mesure.

NB : des secteurs de faible écart angulaire (+/- 10 °) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache.

Semaine	Site		
	Gendarmerie	Couëron	Boiseau
	229°-249°	118°-138°	31°-51°
1	18	0	2
2	0	0	30
3	11	1	3
4	20	0	0
5	2	0	8
6	2	0	0
7	16	0	0
TOTAL	69	1	43

Tableau 5 : Nombre d'heures hebdomadaires d'influence d'Arc en Ciel

Sur la totalité de la campagne, le site de la gendarmerie a été le plus souvent sous les vents de d'Arc en Ciel (69 heures). le site de St-Jean de Boiseau a été moins influencé en 2006 (43 heures) par rapport à 2005 (104 heures). Le site de Couëron a très rarement (1 heure) soumis au panache de l'usine d'incinération. En 2005, ce site avait été également très peu sous les vents d'Arc en Ciel (3 heures).

mesure des retombées atmosphériques

mesure des dépôts de dioxines et furannes

introduction sur les émissions de dioxines et furannes dans l'air en France

D'après l'inventaire du Centre Interprofessionnel Technique d'Etude de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), organisme spécialisé dans le calcul des émissions dans l'air, les émissions nationales de dioxines et furannes représentent en 2004, 310 g ITEQ (équivalent toxique international) [10]. Depuis 1990, ces émissions sont en très forte baisse (-82% soit -1 455 g ITEQ). Cette diminution est observée dans l'ensemble des secteurs, en particulier grâce aux progrès réalisés dans les domaines de l'incinération des déchets et de la sidérurgie. Les secteurs qui contribuent principalement aux émissions de dioxines et furannes en 2004 sont :

- la transformation de l'énergie (53%),
- l'industrie manufacturière (35%) et le résidentiel/tertiaire (10%).
- Les autres secteurs (transport, agriculture) ont une contribution limitée (moins de 1%),

La majeure partie des émissions issues de la transformation de l'énergie est engendrée par l'incinération des déchets avec récupération d'énergie (98% des émissions de ce secteur en 2004).

Les émissions de dioxines et furannes par l'ensemble des Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères en France sont reportées sur le site Internet du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable (www.ecologie.gouv.fr). En 2005, l'ensemble des émissions nationales par les UIOM est estimé à 95 grammes (170 g en 2004) [11]. Avec une émission annuelle estimée en 2004 et 2005 à 0,06 grammes de dioxines et furanne, Arc en Ciel fait partie des UIOM les moins émettrices [11].

rappel sur le dispositif mis en place

Les 3 sites de mesure situés dans l'environnement d'Arc en Ciel (Gendarmerie, Couëron, St Jean de Boiseau) ont été pourvus de collecteurs. Deux autres sites non influencés par l'UIOM (la Chauvinière à Nantes et la station rurale d'Air Pays de la Loire localisée à la Tardière en Sud-Est Vendée) ont également disposés de ce type d'appareillage.

résultats 2006

Le tableau 6 regroupe pour les 5 sites de mesure les dépôts exprimés en pg (équivalent toxiques)/m²/jour. Un rappel des dépôts mesurés en 2004 et 2005 est également mentionné.

dépôt total Dioxines et furannes (pg I-TEQ/m ² /j)	Gendarmerie	Couëron	St Jean de Boiseau	La Chauvinière	La Tardière
2006	1,3	1,2	1,0	0,7	1,1
2005	1,7	1,0	1,0	1,1	0,9
2004	2,5	1,6	2,4	1,8	1,1

Tableau 6 : Dépôts de dioxines et furannes enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur les sites non influencés

Cette année la comparaison a été étendue à des études récentes menées en France entre 2004 et 2006. Le tableau 7 résume des dépôts de dioxines et furannes enregistrés par plusieurs études dans différents types d'environnement.

Type d'environnement	Dépôts totaux en dioxines et furannes (pg I-TEQ/m ² /j)	Remarques	Références
rural	1.1	Moyenne sur 2 mois (été 2006) – 1 site de mesure	Cette étude
urbain	0.7	Moyenne sur 2 mois (été 2006) – 1 site de mesure	Cette étude
Dans l'environnement de l'UIOM d'Arc en Ciel	1.0 - 1.3	Moyenne sur 2 mois (été 2006) – 3 sites de mesure	Cette étude
rural	1.2 - 8-	Suivi continu en zone rurale à Bayreuth en 1994 et 1995	Horstmann, 1997 [1]
rural	5 - 20	Dépôts typique avant mise aux normes des UIOM	Durif, 2001 [2]
urbain	10 - 85	Dépôts typique avant mise aux normes des UIOM	Durif, 2001 [2]
Proche d'une source	Jusqu'à 1000	Dépôts typique avant mise aux normes des UIOM	Durif, 2001 [2]
Urbain	0.42 - 0.7	Moyennes sur 2 mois (5/10/04 au 29/11/04) – 2 sites	Lig'Air, 2004 [3]
rural	0.07 - 0.18	Moyennes sur 2 mois (5/10/04 au 29/11/04) – 1 site	Lig'Air, 2004 [3]
Dans l'environnement de l'UIOM de Saran (Loiret)	0.06 – 0.7	Moyennes sur 2 mois (juin-juillet 2004) - 4 sites	Lig'Air, 2004 [4]
Dans l'environnement de l'UIOM de Saran (Loiret)	0.08 – 2.87	moyennes sur 2 mois (mars-avril 2005) -4 sites	Lig'Air, 2005 [5]
Dans l'environnement de l'UIOM de Rochefort (Charentes Maritimes)	2.1 - 164	Moyennes sur 2 mois (15/10/04 -15/12/04) - 4 sites – mesures réalisées avant la mise aux normes de l'UIOM.	ATMO Poitou Charentes, 2005 [6]
Dans l'environnement de l'UIOM d'Angoulême et d'une cimenterie (Charentes)	0.76 – 1.1	Moyennes sur 2 mois (24/11/05 – 24/01/06) - 2 sites	Atmo Poitou Charentes 2006 [7]
Dans l'environnement de l'UIOM de Rouen et d'une station d'épuration (Seine Maritime)	2.5 – 7.1	Moyennes sur 2x2 mois 01/12/05 au 21/02/06 & 21/02/06 au 21/04/06 7 sites	Air Normand 2006 [8]

Tableau 7 : Dépôts de dioxines et furannes mesurés dans différents environnements.

Ces tableaux appellent les commentaires suivants :

Il faut souligner que les valeurs mentionnées par Horstmann [1] et Durif [2] ont été mesurées avant la mise aux normes des UIOM suite à l'application de la directive européenne du 2000/76/CE du 4 décembre 2000. L'extrapolation de la typologie des stations mentionnées dans ces deux études aux mesures postérieures à la mise aux normes doit donc être menée avec précaution.

Les dépôts enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel sont cohérents avec ceux enregistrés autour d'autres UIOM (inférieurs à 10 pg ITEQ/m²/j), hormis le site le plus proche de l'UIOM de l'agglomération de Rochefort où un dépôt plus élevé (164 pg I-TEQ /m²/j) a été mesuré avant la mise aux normes de l'établissement.

Sachant que selon Durif [2], seule une différence supérieure à 10 pg ITEQ/m²/j doit être considérée comme significative, les niveaux mesurés en 2006 en milieu urbain à Nantes et dans la station MERA sont du même ordre de grandeur que ceux enregistrés en zones rurales avant la mise aux normes des UIOM.

Selon le même principe, il n'existe pas de différence significative entre le dépôt mesuré en zone rurale à la Tardière et celui enregistré sur le site urbain.

La comparaison des dépôts mesurés sur les sites environnant Arc en Ciel avec celui enregistré sur le site urbain non influencé (la Chauvinière) ne montre pas non plus de différence significative.

Enfin, les dépôts mesurés sur les sites de St-Jean de Boiseau, Gendarmerie, et Couëron sont sensiblement identiques, malgré la différence d'influence de l'établissement.

Dans l'environnement d'Arc en Ciel, à Nantes et à la Tardière, les dépôts enregistrés en 2006 sont équivalents à ceux mesurés en 2004 et 2005.

En conclusion les dépôts mesurés à proximité de l'établissement selon la méthode de mesure utilisée sont faibles et ne montrent pas d'impact significatif des rejets de dioxines et furannes d'Arc en Ciel.

retombées totales et solubles en métaux lourds, en ions chlorures et sodium

Les résultats d'analyse sont reportés dans le tableau 8 :

ANALYSES	UNITES	gendarmerie (sur brut)	gendarmerie (sur soluble)	Coueron (sur brut)	Coueron (sur soluble)	St J.Boiseau (sur brut)	St J.Boiseau (sur soluble)
Arsenic	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Cadmium	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	1,1	-
Chlorures	mg.m(-2).jour(-1)	3,7	-	2,9	-	2,7	-
Chrome	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	3,8	-
Cuivre	µg.m(-2).jour(-1)	61,7	5,4	63,8	11,7	139,7	27,8
Manganèse	µg.m(-2).jour(-1)	18,9	1,5	15,8	3,3	26,6	2,2
MES	mg.m(-2).jour(-1)	8,9	-	26,3	-	27,9	-
Mercure	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Nickel	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Plomb	µg.m(-2).jour(-1)	12,1	-	8,3	-	18,2	-
Sodium	mg.m(-2).jour(-1)	4,3	2,7	3,6	2,5	6,1	2,5
Zinc	µg.m(-2).jour(-1)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1

Tableau 8 : Retombées totales et solubles en métaux lourds en ions chlorures et sodium

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- des traces de Cuivre, Manganèse, et plomb ont été détectées dans les eaux de pluie collectées sur les 3 sites ;
- ces retombées sont conformes à celles enregistrées les années précédentes et homogènes sur les différents sites malgré la différence d'influence de l'UIOM.

les concentrations atmosphériques

chlorures particuliers et acide chlorhydrique

Le tableau ci-dessous récapitule pour chacun des sites les concentrations hebdomadaires en chlorures particuliers et acide chlorhydrique.

Rappelons ici que le dispositif mis en œuvre en 2005 permet de distinguer la phase aérosol et gazeuse (HCl) des chlorures présents dans l'atmosphère, et apporte ainsi une amélioration importante, par rapport aux années précédentes.

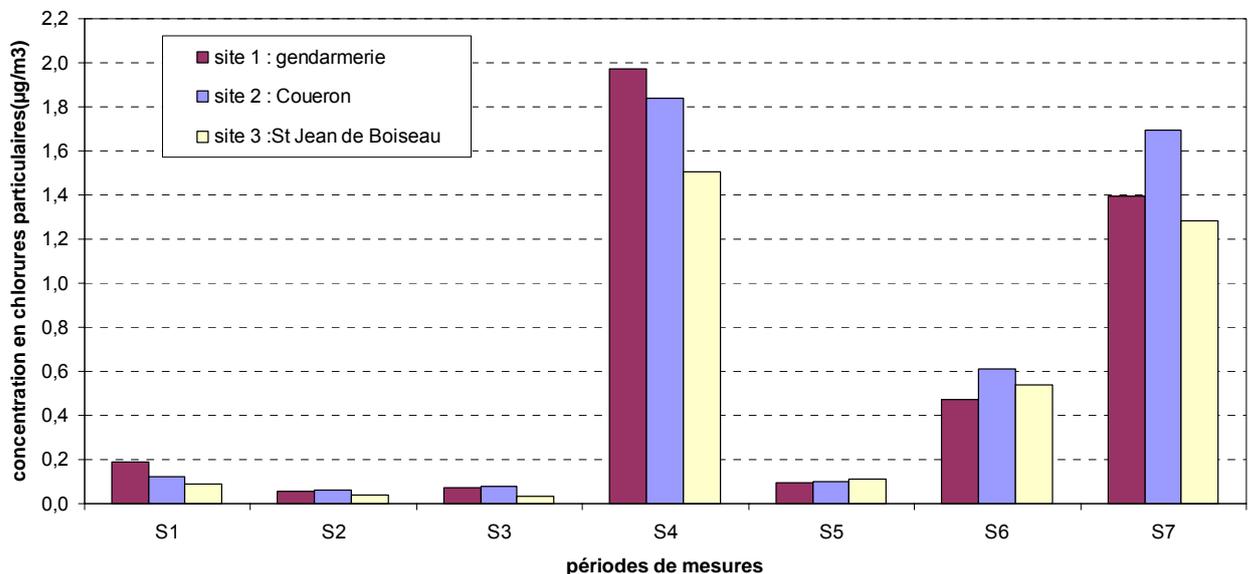
période	gendarmerie		Couëron		St Jean de Boiseau	
	concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	0,19	0,95	0,12	0,69	0,09	0,55
2	0,06	0,65	0,06	0,65	0,04	0,58
3	0,07	0,64	0,08	0,94	0,03	0,46
4	1,97	0,71	1,84	0,69	1,51	0,64
5	0,09	0,86	0,10	0,91	0,11	0,74
6	0,47	1,29	0,61	1,21	0,54	1,22
7	1,40	0,87	1,69	1,03	1,28	0,77
moyenne	0,61	0,85	0,64	0,88	0,51	0,71

Tableau 9 : concentrations en chlorures particuliers et acide chlorhydrique gazeux

chlorures particuliers

Ils sont issus essentiellement des embruns marins en provenance de l'océan.

Le graphique suivant représente l'évolution temporelle des concentrations en chlorures particuliers mesurées sur les 3 sites.



Graphique 2 : Evolution des concentrations en chlorures particuliers autour d'Arc en Ciel en 2006

Ce graphique appelle les commentaires suivants :

Les concentrations en chlorures particuliers sont le plus souvent homogènes sur les 3 sites de mesure : les sites sont donc exposés à une pollution de fond océanique.

L'évolution temporelle se caractérise par des différences significatives entre les périodes de mesure. Les niveaux approchent les $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant les semaines 4 (du 26/07 au 02/08) et 7 (du 16/08 au 23/08) et des teneurs nettement plus faibles sont mesurées les autres périodes.

Cette évolution est à mettre en relation avec la force et la direction des vents enregistrées durant les périodes de mesure.

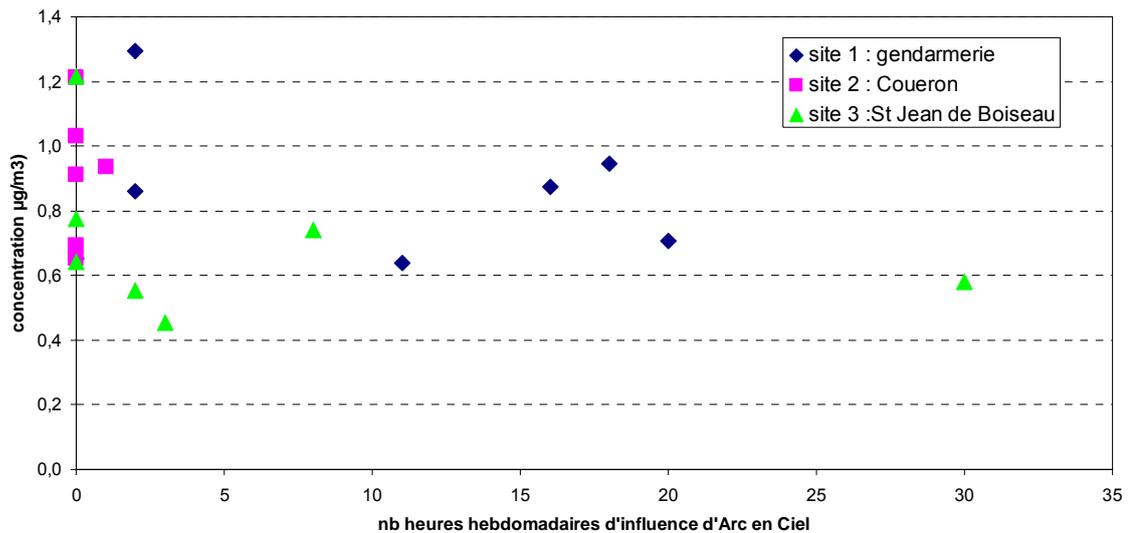
En effet durant les semaines 4 et 7, les vents modérés à assez fort de secteur sud à sud ouest ont apportés de l'air océanique chargé d'aérosols marins.

chlorures gazeux (HCl)

Les teneurs hebdomadaires en acide chlorhydrique ont évolué entre 0,03 et 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux obtenus en 2006 sont équivalents avec ceux mesurés l'année précédente (17 juin –10 août) où les niveaux hebdomadaires ont évolué entre 0,01 et 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. À titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND [9] en 2002 sur 4 sites ruraux avant la réalisation d'une Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères variaient de 0,5 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

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

Le graphique suivant montre l'évolution des concentrations en HCl mesurées sur les 3 sites en fonction du nombre d'heures où le site de mesure est sous les vents de l'usine.



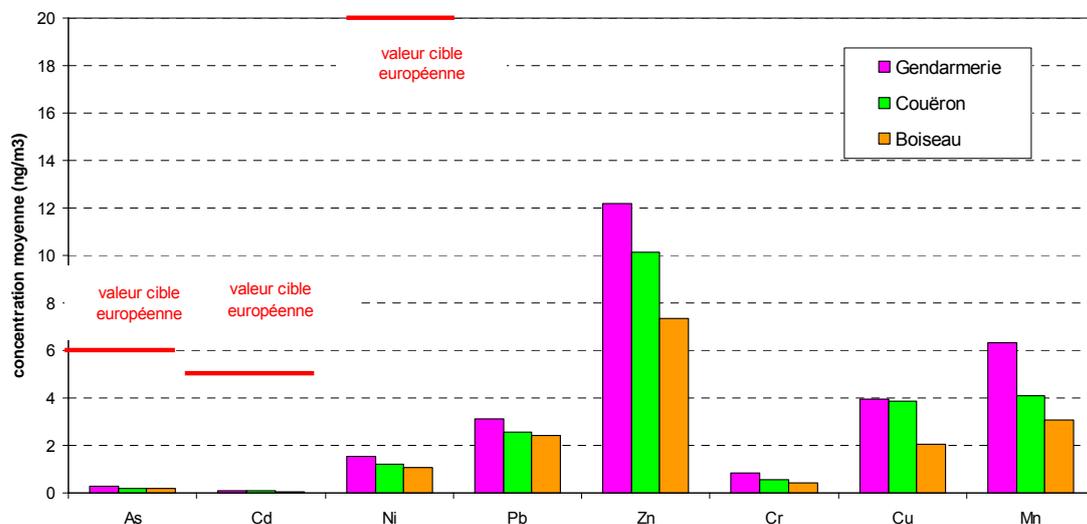
Graphique 3 : concentrations en HCl en fonction de l'influence d'Arc en Ciel

D'après ce graphique, nous ne constatons aucune relation entre le niveau de concentration et le nombre d'heures où le site est sous les vents de l'usine.

Ceci suggère alors que les rejets d'HCl de l'usine n'ont pas été détectés dans les concentrations moyennes au sol mesurées dans l'environnement de l'établissement.

les métaux lourds dans l'air

Les concentrations moyennes en métaux mesurées sur chaque site sont reportées dans le graphique suivant :



Graphique 4 : Concentrations moyennes 2005 en métaux mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel

Les métaux mesurés peuvent se répartir en trois classes de concentration :

- un élément majeur : Zn dont les teneurs moyennes sur chaque site sont comprises entre 7 et 13 ng/m³,
- Cu, Mn, et Pb dont les concentrations sont comprises le plus souvent entre 2 et 6 µg/m³,
- Cr et Ni dont les teneurs sont comprises entre 1 et 2 µg/m³,
- As, Hg et Cd dont les niveaux sont soit le plus souvent indétectables (Hg), soit légèrement au-dessus du seuil de quantification.

comparaison aux normes

Le décret du 15 février 2002 fixe un objectif de qualité pour le plomb à 250 ng/m³ en moyenne sur une année et une valeur limite à ne pas dépasser (500 ng/m³ en moyenne sur un an).

La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 définit également des valeurs cibles annuelles pour As, Ni, Cd (cf. tableau 10).

Métal	Valeur cible européenne Moyenne annuelle (ng/m ³)
As	6
Cd	5
Ni	20

Tableau 10 : valeurs cibles européennes pour les métaux

Une comparaison stricte de ces valeurs réglementaires qui sont définies par des moyennes annuelles avec les mesures effectuées pendant 7 semaines ne peut pas être effectuée. Toutefois, on peut estimer à partir des moyennes sur la campagne de mesure les risques de dépassement de ces valeurs réglementaires.

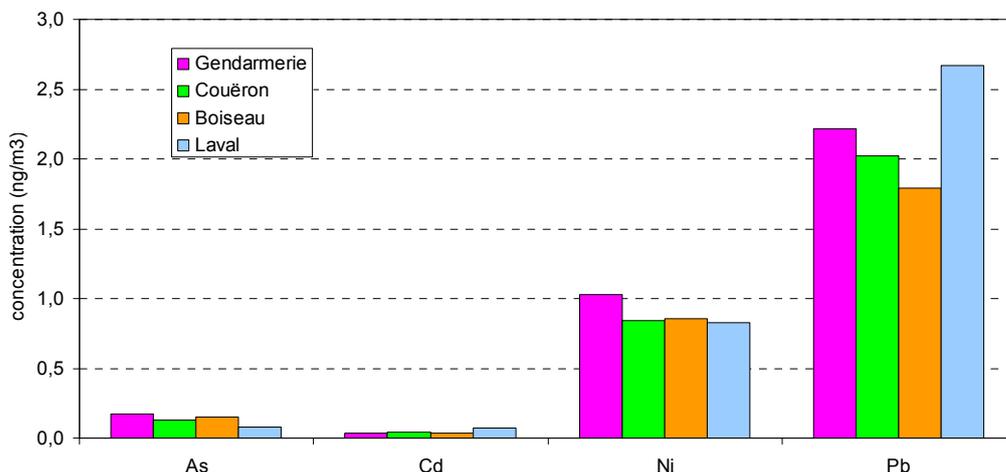
En extrapolant à une année les résultats obtenus autour d'Arc en Ciel pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que :

- l'objectif de qualité et à fortiori la valeur limite définies pour Pb soient respectés ; les niveaux moyens en plomb ne représentant que 1 % de l'objectif de qualité ;
- les valeurs cibles européennes soient respectées dans l'environnement d'Arc en Ciel. En effet, les concentrations moyennes représentent au maximum 8 % des valeurs cibles européennes.

comparaison au milieu urbain

Dans le cadre de sa mission générale de surveillance des polluants réglementés, Air Pays de la Loire réalise en 2006 un suivi des teneurs hebdomadaires en As, Ni, Cd et Pb à Laval. Ces mesures sont effectuées sur un site urbain éloigné de sources directes de pollution et de ce fait représentatifs de la pollution moyenne dans le centre ville de Laval.

Le graphique suivant montre pour les 4 métaux réglementaires les niveaux enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel, et à Laval durant la période commune de prélèvement (du 02/08/06 au 23/08/06).

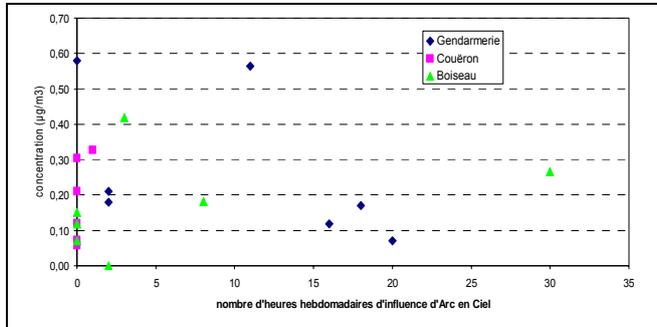


Graphique 5: concentrations moyennes en métaux mesurées dans l'environnement d'Arc en Ciel du 02/08 au 23/08/06 – comparaison aux mesures urbaines à Laval

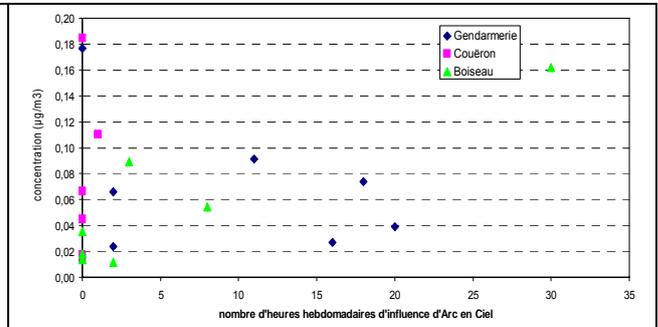
Les niveaux en As, Ni, Cd et Pb enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel sont similaires à ceux mesurés sur le site urbain de Laval.

indications sur l'impact d'Arc en Ciel

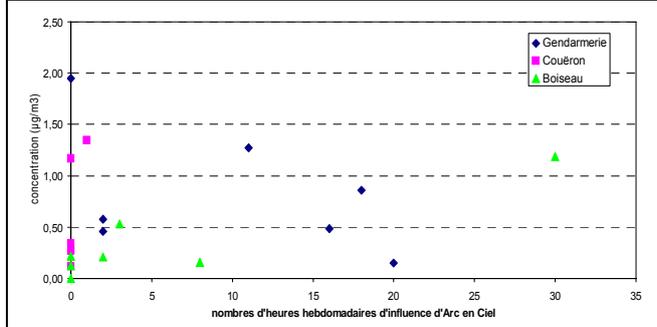
Les graphiques ci après représentent l'évolution des niveaux en métaux en fonction du nombre d'heures d'influence de l'usine sur les 3 sites de mesure.



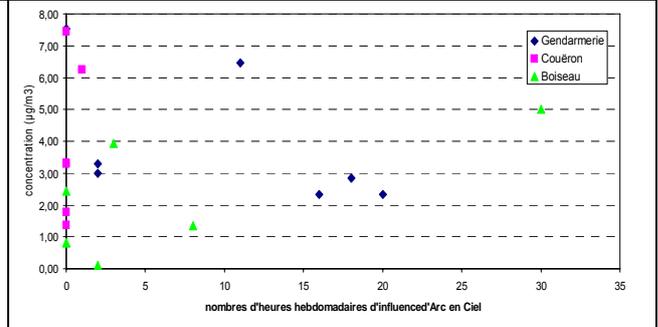
Graphique 6 : concentration en Arsenic en fonction du degré d'influence de l'usine



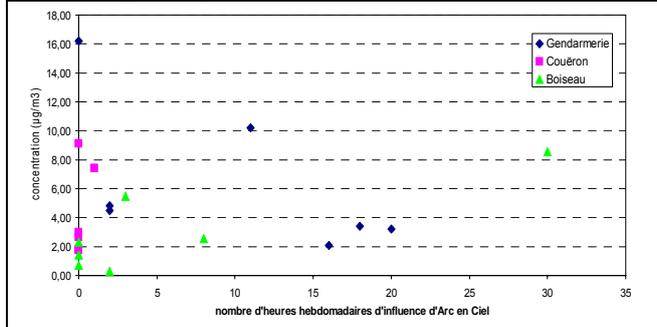
Graphique 7 : concentration en Cadmium en fonction du degré d'influence de l'usine



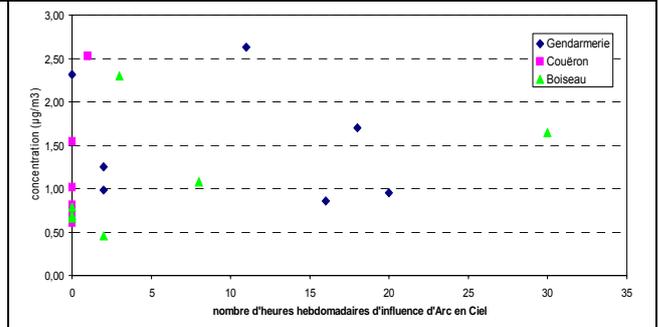
Graphique 8 : concentration en Chrome en fonction du degré d'influence de l'usine



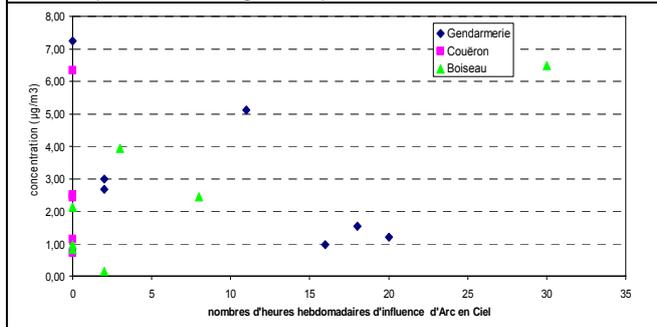
Graphique 9 : concentration en Cuivre en fonction du degré d'influence de l'usine



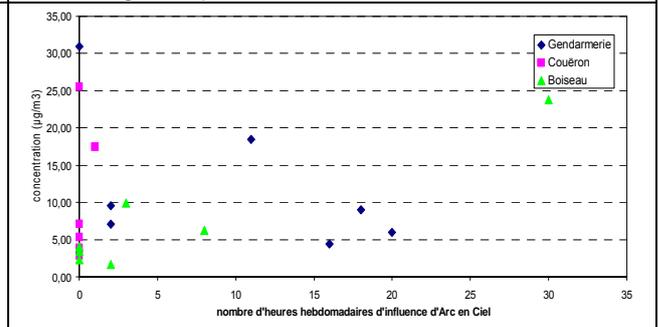
Graphique 10 : concentration en Manganèse en fonction du degré d'influence de l'usine



Graphique 11 : concentration en Nickel en fonction du degré d'influence de l'usine



Graphique 12 : concentration en Plomb en fonction du degré d'influence de l'usine



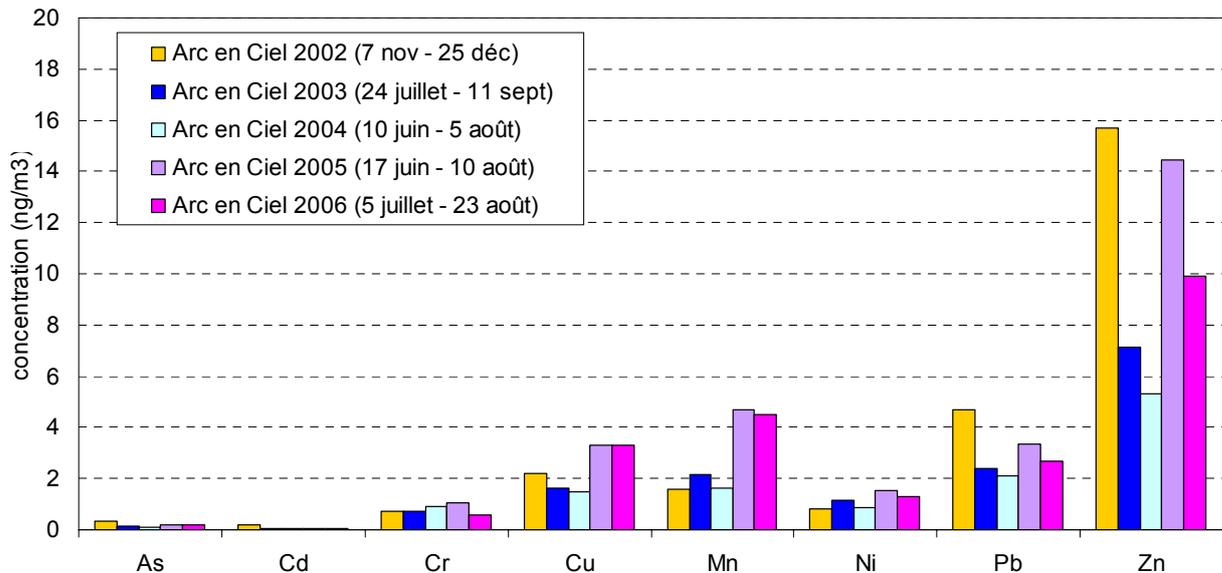
Graphique 13 : concentration en Zinc en fonction du degré d'influence de l'usine

D'après ces graphiques nous n'observons pas de relation entre le nombre d'heures où le site de mesure est sous les vents de l'UIOM et les niveaux en métaux mesurés.

Ceci suggère donc que les rejets de métaux de l'usine n'ont pas été détectés dans les concentrations atmosphériques mesurées dans l'environnement de l'établissement

historique

Les concentrations moyennes en métaux enregistrées durant les 5 dernières campagnes de mesure sont reportées dans le graphique suivant.

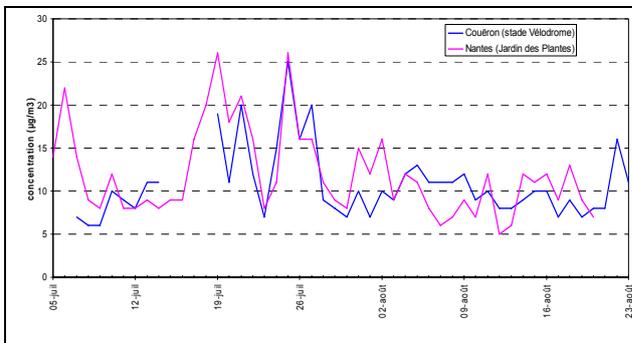


Graphique 14 : concentrations moyennes en métaux mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel de 2002 à 2006

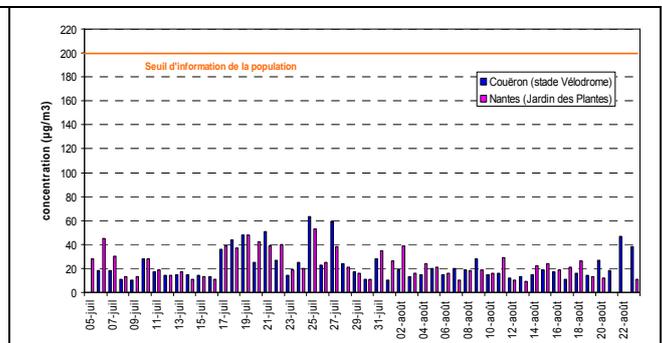
Depuis 2002, les niveaux en métaux mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel restent du même ordre de grandeur. Depuis 2005, nous observons une légère augmentation des teneurs en Cu, Mn tandis que les concentrations en As, Cd, Cr, Ni et Pb demeurent stables depuis 2002.

le dioxyde d'azote mesuré sur le site vélodrome

L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens et maxima en dioxyde d'azote obtenus sur le site Vélodrome du 5 juillet au 23 août 2006. Ces niveaux sont comparés dans les graphiques 15 et 16 avec le site urbain du Jardin des Plantes, situé dans le centre de Nantes.



Graphique 15 - moyennes journalières en NO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2006



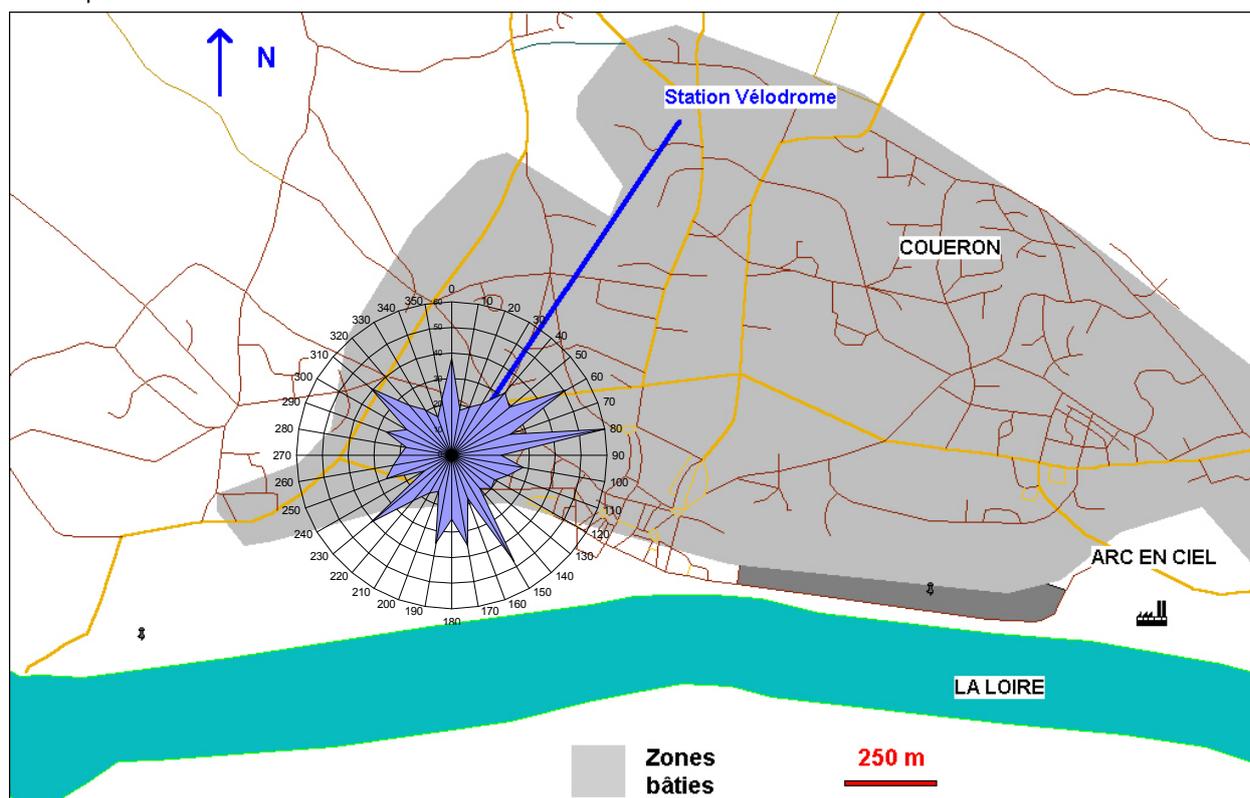
Graphique 16 - maxima horaires en NO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2006

Les niveaux en dioxyde d'azote sont restés modérés, avec un maximum horaire de 63 µg/m³ le 25 juillet 2006. Le seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ sur une heure a été largement respecté.

Les concentrations enregistrées au Jardin des Plantes ont été en moyenne sur la campagne 12 % plus élevées que sur le site Vélodrome. Cette situation est liée à la position centrale de la station du Jardin des Plantes, en lien avec des émissions polluantes d'origine automobile plus importantes.

analyse de l'impact d'Arc en Ciel

L'analyse de l'impact d'Arc en Ciel est étudiée pour le dioxyde d'azote à partir de l'étude de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents. Cette représentation permet d'identifier les secteurs de vent dans lesquels les sources de pollution sont présentes.



Graphique 17 : Origine de la pollution au dioxyde d'azote à l'Usine des Eaux (niveaux de pointe)

Pour des directions de vent comprises entre 120 ° et 100 ° soient des vents en provenance de l'UIOM, aucune augmentation particulière des niveaux en NO₂ n'est détectée. Ceci suggère que les rejets d'Arc en Ciel n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO₂ mesurées à proximité.

conclusions

De manière générale et comme en 2005, les niveaux de pollution (en termes de dépôts et de concentrations) ne montrent pas d'impact significatif des rejets d'Arc en Ciel entre le 7 juillet et le 23 août 2006. Les polluants réglementés sont nettement en dessous des seuils réglementaires et sont aussi représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain.

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 : seuils de qualité de l'air 2006

annexe 1 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de vingt-cinq ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le ministère de l'Écologie et du développement durable 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

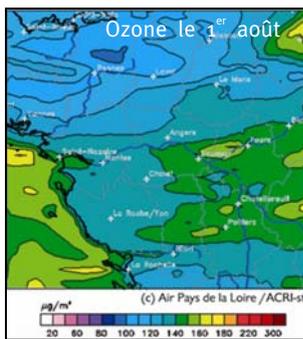


l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une cinquantaine 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.

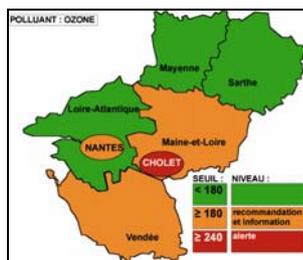


la fiabilité des mesures garantie

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 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 ses logiciels Sib'Air.

informer pour prévenir



pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités 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 donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées plusieurs fois par jour. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices Atmo, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

des publications largement diffusées

Chaque mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin *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 inox (surface de collecte de 3,14 dm²). L'ensemble flacon et entonnoir est protégé dans un tube en polyéthylène fixé au sol.



Photo 1 : Vue détaillée des différents éléments constituant le collecteur Photo 2 : Collecteur installé sur site

période

Du 5 juillet au 23 août 2006

mise en oeuvre

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

analyses et normes d'analyse

Analyse des eaux de pluie par le laboratoire CARSO (accrédité COFRAC 1-0765 section « analyse dioxines/furannes »).

Détermination de 25 dioxines et furannes et normes d'analyses (polychlorodibenzo-para-dioxines ou PDD) et furannes (polychlorodibenzofurannes ou PCDF) dont 17 considérés comme toxiques. La quantification a été réalisée par Chromatographie Gazeuse Haute Résolution couplée à un Spectromètre de Masse Haute Résolution (HRGC/HRMS) selon la norme US EPA 1613. Un marquage isotopique de chaque échantillon permet de déterminer les taux de récupération de chaque molécule. Les méthodes utilisées permettent d'obtenir des taux de récupération compatibles avec les valeurs cibles indiquées dans EPA 1613 (50 à 130 % pour les 17 congénères).

La limite de quantification dans l'eau est de 0,7 pg (Equivalent Toxique Dioxine, furannes I-TEQ,) par litre pour un prélèvement d'au moins un litre. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en pg I-TEQ /m²/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. Les concentrations obtenues pour les 17 congénères toxiques sont inférieures à la limite de détection analytique indiquant l'absence de contamination lors du nettoyage et de l'analyse.

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 dm²)



Photo 3 : vue d'une jauge Owen

période

Du 5 juillet au 23 août 2006

mise en oeuvre

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 Atest

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 FDT 90-119, NF EN ISO 5961, NF EN 1233, NF EN 1483, NF EN 11-885. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en mg/m²/jour pour les chlorures, le sodium et en µg/m²/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.

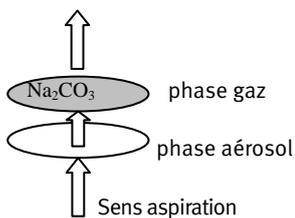
En 2005, un nouveau dispositif a été mis en œuvre qui permet la différenciation des chlorures particuliers et de l'acide chlorhydrique lors du prélèvement.



Photo 4 : 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 NO_2CO_3 (5 %).



pas de temps

Prélèvement hebdomadaire

analyse des filtres

Par chromatographie ionique (norme NF ISO 10304-2), par le laboratoire Estslab (Laboratoire municipal 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 Estslab pour analyse 2 filtres témoins (filtres aérosol et filtre gaz) servant à quantifier les contaminations éventuelles lors des opérations de conditionnement et d'analyse.

Les analyses de ces 14 filtres témoins ne dépassent par la limite de quantification analytique indiquant l'absence de contamination lors des opérations de conditionnement et d'analyse.

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 $10 \mu\text{m}$ (PM_{10}) 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 lanesco - 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 ng/m^3) sont ensuite obtenus à partir du volume d'air prélevé par les pompes.

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 ng/m^3

	LQ filtre ($\mu\text{g}/\text{filtre}$)	LQ air (ng/m^3)
As	0,01	0,06
Cd	0,002	0,01
Cr	0,01	0,06
Cu	0,05	0,30
Mn	0,05	0,30
Hg	0,01	0,06
Ni	0,01	0,06
Pb	0,05	0,30
Zn	0,05	0,30

Tableau 11 : limites de quantification

prise en compte des éventuelles contaminations

Chaque semaine, Air Pays de la Loire a également adressé au laboratoire lanesco, un filtre témoin servant à quantifier les contaminations éventuelles lors des opérations de conditionnement et d'analyse.

mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

méthode - normes

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



Photo 5 : Analyseur automatique d'oxydes d'azote

pas de temps :

tout les quarts d'heures

mise en œuvre :

Une visite préventive est effectuée tous les mois par un technicien de maintenance. 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".

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, de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution et à caractériser 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 (NO₂). 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).

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 (PM₁₀), 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. On peut citer également les poussières issues des carrières et des cimenteries ainsi que les poussières issues de l'usure des revêtements des routes et des pneus, et, enfin, de l'érosion.

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.

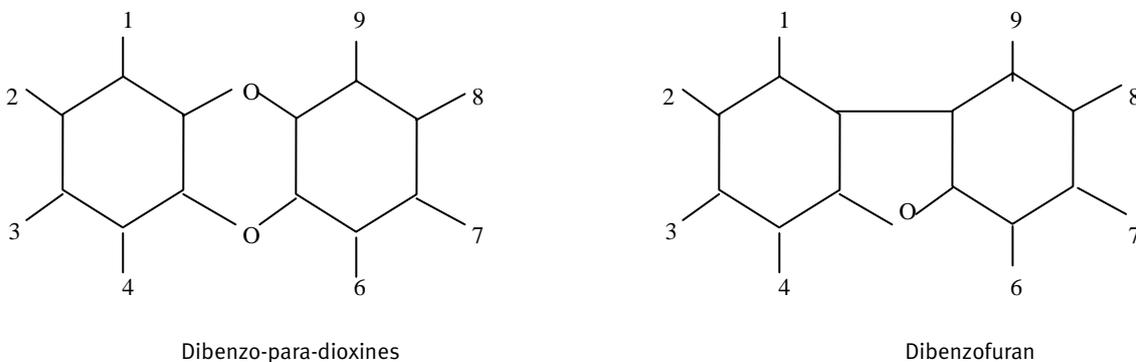
l'acide chlorhydrique (HCl)

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.



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 Sévésô) aura pour formule :

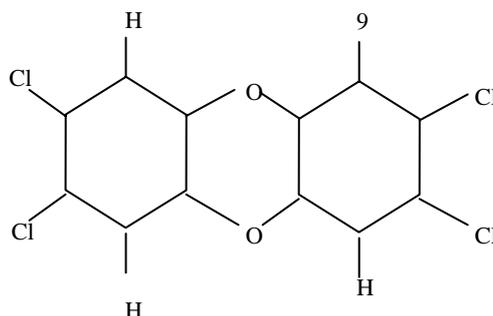


Figure 2 : Formules de la 2,3,7,8 – TCDD (« dioxine de Sévésô »)

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'équivalent 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 : seuils de qualité de l'air 2006

TYPE DE SEUIL ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT							
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02 et 2003-1085 du 12/11/03	Dioxyde d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Oxydes d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Poussières (PM10) décret 2002-213 du 15/02/02	Plomb décret 2002-213 du 15/02/02	Benzène décret 2002-213 du 15/02/02	Monoxyde de carbone décret 2002-213 du 15/02/02	Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	40	0,5	5 ⁽³⁾	-	20 ⁽⁴⁾
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽⁴⁾
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽⁵⁾	-	-	-	125 ⁽⁶⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁷⁾ 200 ⁽⁸⁾	-	-	-	-	-	350 ⁽⁹⁾
seuils d'alerte	moyenne horaire	1 ^{er} seuil : 240 ⁽¹⁰⁾ 2 ^e seuil : 300 ⁽¹⁰⁾ 3 ^e seuil : 360	400 200 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	500 ⁽¹⁰⁾
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	300
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	0,25	2	-	50
	moyenne journalière	65 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire	110	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	-

(1) valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marge de tolérance applicable en 2006 : 8)

(2) pour la protection de la végétation

(3) valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marge de tolérance applicable en 2006 : 4)

(4) pour la protection des écosystèmes

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

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

(7) à ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel)

(8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
– valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marge de tolérance applicable en 2006 : 40)

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

(10) à ne pas dépasser plus de 3h consécutives

(11) 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

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.

bibliographie

- [1] Durif M., *Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furannes autour d'une UIOM*, INERIS, 1 décembre 2001.
- [2] Horstmann, *Méthode Sampling bulk deposition of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans*, Atmospheric Environment Vol 31 N° 18 pp2977-2982.
- [3] Lig'Air, état initial de la qualité de l'air en 2004 sur 3 communes de la Touraine, du 5 octobre au 29 novembre 2004, rapport final, 2005
- [4] Lig'Air, validation de la proposition sde surveillance en continu des dioxines et furannes et choix des sites – UTOM de Saran – du 27 mai au 28 juillet 2004, rapport final, 29 novembre 2004, rapport final, 2004
- [5] Lig'Air, surveillance des retombées particulaires, dioxines et furannes, UTOM de Saran, mars – mai 2005, rapport final, 2005
- [6] ATMO Poitou Charentes, étude de l'impact sur l'environnement de l'UIM de l'agglomération de Rochefort, mesures de dioxines et furannes dans le lait de vache, dans les retombées atmosphériques et dans l'air, 2005
- [7] ATMO Poitou Charentes, caractérisation de l'impact environnemental de l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères d'Angoulême et de la Cimenterie Lafarge sur la Couronne, 2006
- [8] Airnormand, mesures de qualité de l'air dans l'environnement VESTA, EMERAUDE, rapport d'étude n° E 05-14-06, 2006
- [9] Airnormand, *Point initial avant UVE autour de Guichanville*, 2003
- [10] CITEPA, Emissions dans l'air en France – métropole – Polluants organiques persistants, 2006
- [11] Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, résultats des mesures de dioxines et furannes à l'émissions des usines d'incinération d'ordures ménagères, 2006

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
As	arsenic
Cd	cadmium
Cu	cuivre
Drîre	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
I-TEQ	équivalent toxiques dioxines et furannes
Medd	Ministère de l'écologie et du développement durable
Mera	Mesure des Retombées Atmosphériques
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
Ni	nickel
NO	monoxyde d'azote
NO ₂	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
pg	picogramme
PM ₁₀	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM _{2,5}	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
Ni	nickel
SO ₂	dioxyde de soufre
UIOM	Usine d'Incinération des Ordures Ménagères
US EPA	Agence américaine de protection de l'environnement
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc

définitions

année civile	période allant du 1er janvier au 31 décembre
AOT ₄₀	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à 80 µg/m ³ et 80 µg/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

air pays de la loire

2, rue Alfred-Kastler – BP 30723 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 51 85 80 80

Fax + 33 (0)2 40 18 02 18

contact@airpl.org

