



qualité de l'air dans l'environnement

de l'Unité de Valorisation Énergétique
Arc en Ciel

campagne 2009

septembre 2009



sommaire

synthèse	1
introduction	7
le dispositif mis en œuvre	8
les résultats	14
situations météorologiques durant la campagne	15
mesure des retombées atmosphériques	21
les concentrations atmosphériques	30
conclusions et perspectives	42
annexes	43
annexe 1 : Air Pays de la Loire	44
annexe 2 : techniques d'évaluation.....	45
annexe 3 : types des sites de mesure	50
annexe 4 : polluants	51
annexe 5 : concentrations en dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques	53
annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009	57
bibliographie	58
glossaire	60
abréviations	60
définitions	61
précisions sur les calculs statistiques	61

contributions

Coordination de l'étude: Florence Guillou, Rédaction : Marie Lefort, 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'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 1^{er} août 2007 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, 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) ainsi que la Gendarmerie Nationale de Couëron pour leur collaboration à l'installation de nos appareils de collecte et d'analyse.

synthèse

contexte ➡ une surveillance réglementée de l'environnement

Les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003 imposent à l'exploitant de l'Unité de Valorisation Energétique (UVE) 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, 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, dont les 17 congénères toxiques. En 2009, les mesures de dioxyde de soufre, de monoxyde de carbone et de particules PM₁₀ se sont ajoutées à ce dispositif de surveillance.

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

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

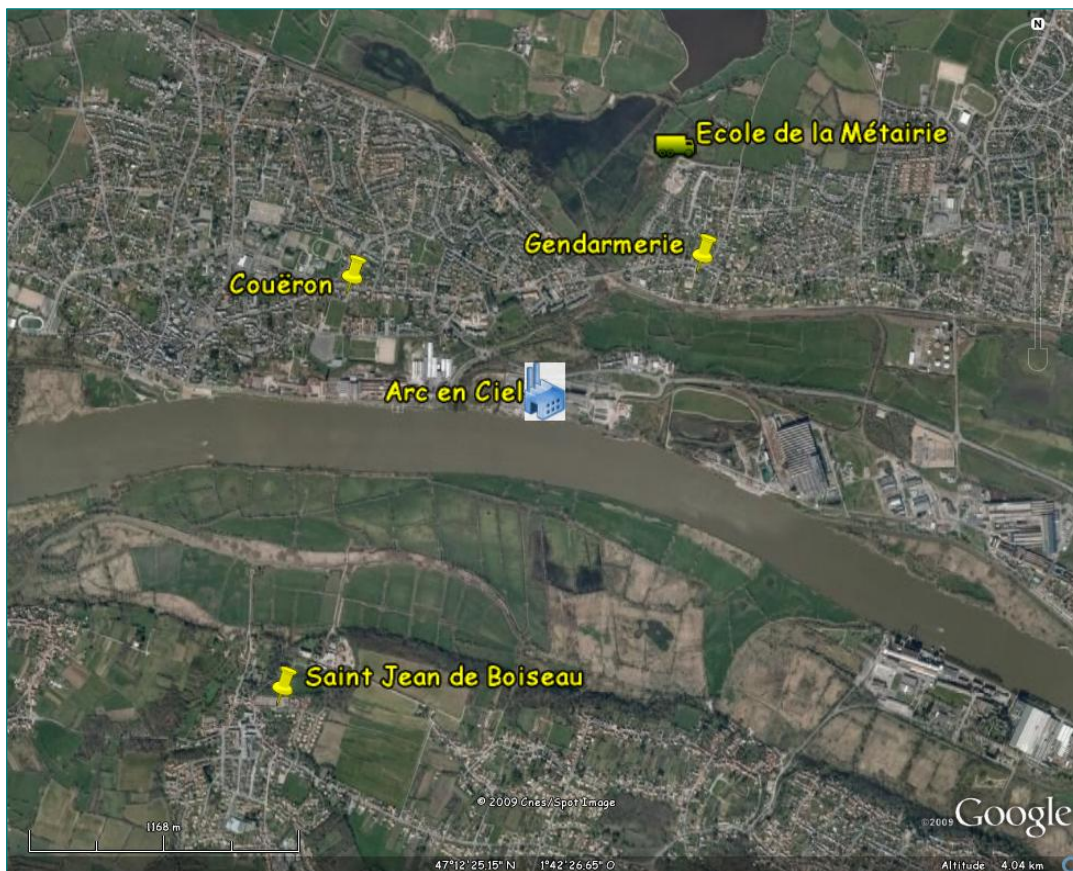
La campagne d'évaluation de la qualité de l'air s'est déroulée en deux phases : collectes des métaux lourds, de l'acide chlorhydrique et des dioxines et furannes du 5 février au 30 mars 2009, puis mesures en continu des indicateurs classiques de pollution atmosphérique (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, particules PM₁₀) du 18 mai au 6 juillet 2009. Durant cette période, la ligne 1 a été arrêtée du 24 au 30 mars. L'UVE a eu un fonctionnement normal le reste du temps.

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 PM₁₀** mesurés dans l'air.

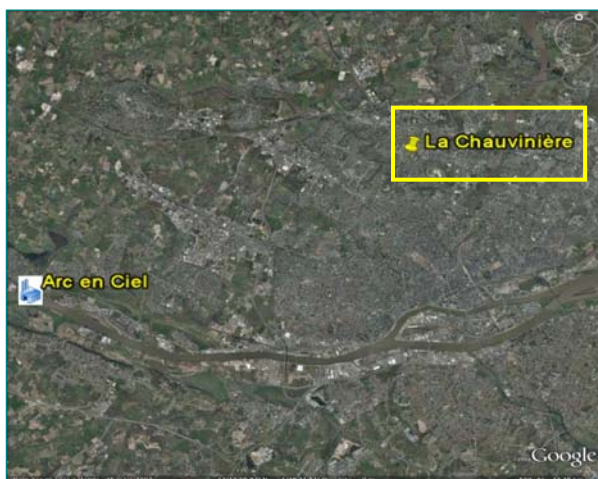
quatre sites de mesure dans l'environnement d'Arc en Ciel



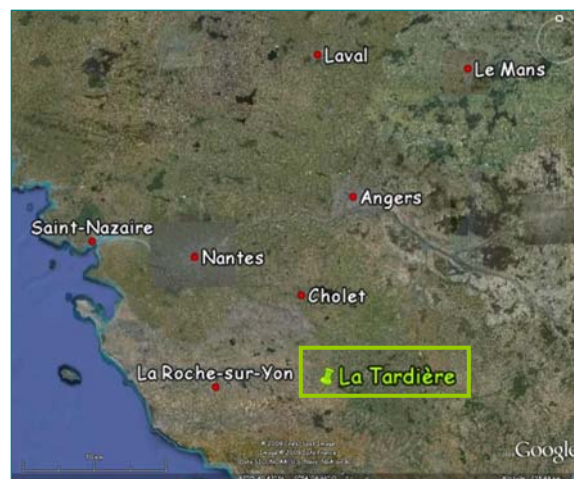
Environnement de l'établissement Arc en Ciel et implantations des sites de mesure

deux 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, dont les 17 congénères toxiques, 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

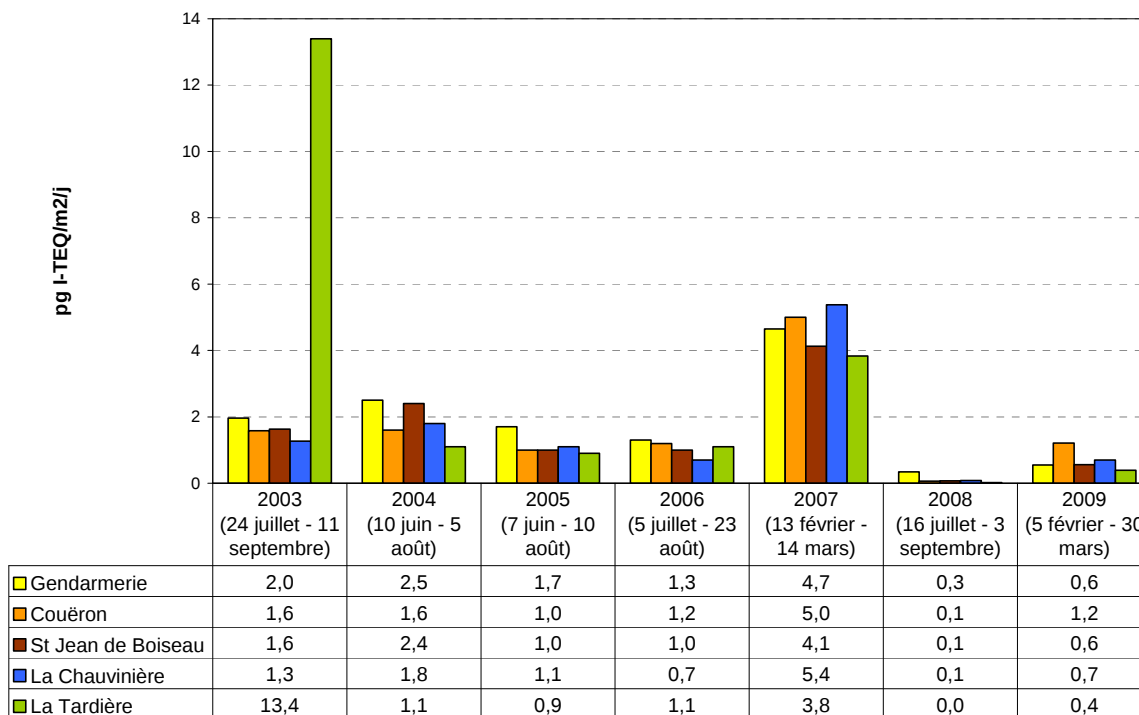


Situation de la station de la Tardière en Vendée (site MERA)

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 représentés ci-dessous :



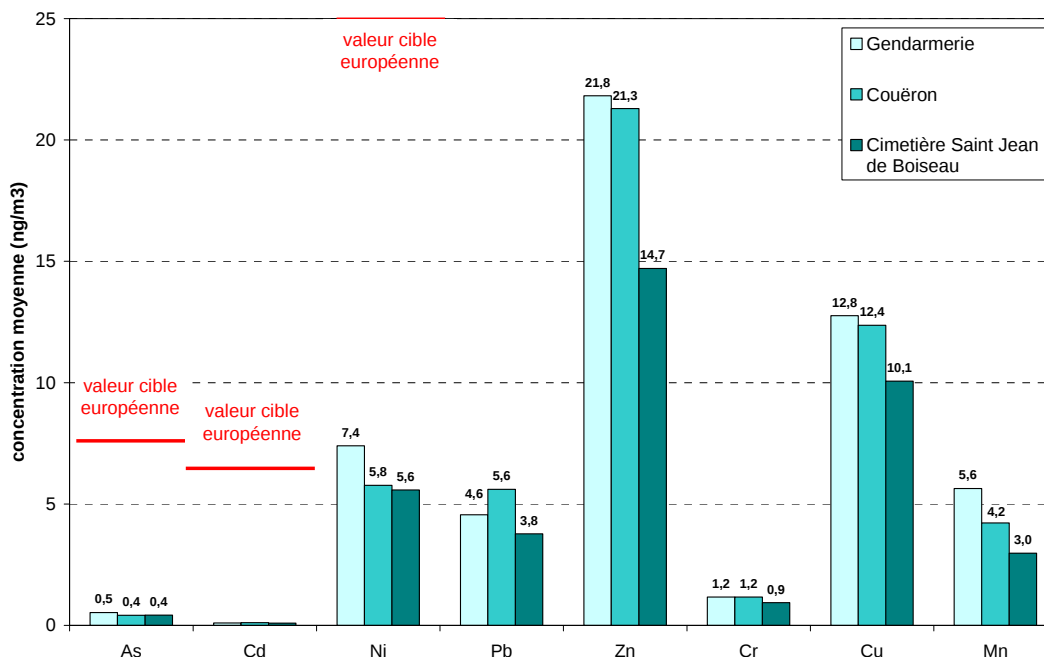
Evolution des niveaux de dioxines et furannes mesurés dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel et sur les sites non influencés depuis 2003

Dans l'environnement d'Arc en Ciel, à Nantes et à la Tardière, les dépôts enregistrés en 2009 sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés depuis 2003 (globalement inférieurs à 10 pg ITEQ/m²/j).

En conclusion les dépôts mesurés sur les trois sites sont faibles et ne montrent pas d'impact significatif des émissions de dioxines et furannes d'Arc en Ciel durant la période de prélèvement.

les métaux lourds dans l'air

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



Concentrations moyennes 2009 en métaux mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel

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

- un élément majeur : le zinc, dont les teneurs moyennes sur chaque site sont comprises entre 14 et 22 ng/m³ ;
- des éléments mineurs : le cuivre dont les teneurs varient entre 10 et 13 ng/m³, et le plomb, le nickel et le manganèse dont les concentrations oscillent de 3 à 8 ng/m³ ;
- des éléments traces : l'arsenic, le chrome et le cadmium dont les niveaux sont dont les concentrations sont entre 0 et 1,5 µg/m³.

comparaison aux normes

En extrapolant à une année les résultats obtenus autour d'Arc en Ciel pendant les 7 semaines de campagne, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et a fortiori la valeur limite définis pour le plomb ainsi que les valeurs cibles pour l'arsenic, le nickel et le cadmium soient respectés.

indications sur l'impact d'Arc en Ciel

Un croisement a été réalisé en calculant sur chaque site la relation entre les heures d'influence de l'établissement et les concentrations en métaux enregistrées. Dans l'ensemble, aucune relation n'est mise en évidence.

En conclusion, les émissions en métaux de l'établissement ne conduisent pas à une augmentation détectable des niveaux.

historique

Les concentrations moyennes en métaux mesurées sur les trois sites ont augmenté par rapport à 2008. Elles sont cependant globalement de même ordre de grandeur que celles enregistrées en 2005 et 2007. Rappelons que ces deux dernières campagnes dernièrement citées ont eu lieu en hiver comme pour la campagne 2009. Les conditions météorologiques en hiver sont plus propices à l'accumulation des polluants dans l'air, de plus, les émissions d'origine anthropiques (résidentiel/tertiaire, transport) sont plus élevées en période hivernale.

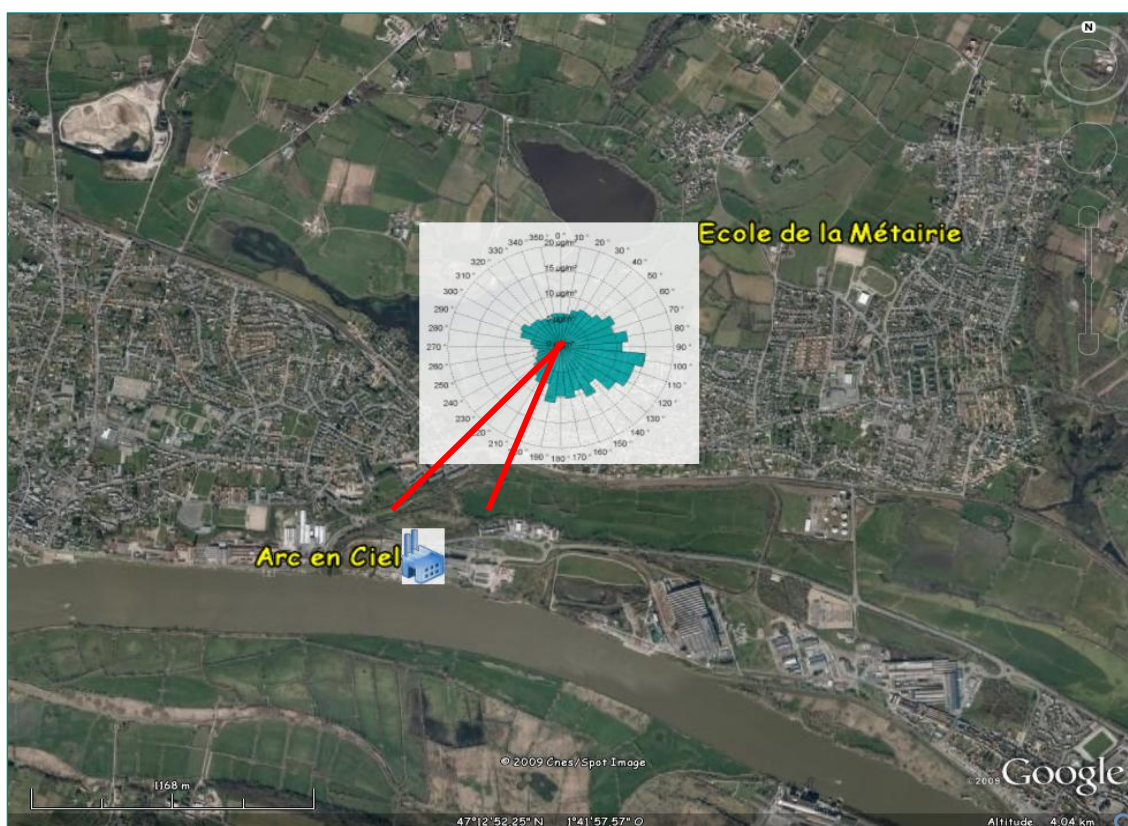
le dioxyde d'azote

Les concentrations enregistrées au cimetière de la Bouteillerie et sur le site de l'école de la Métairie sont semblables et faibles avec un niveau horaire moyen de $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le site de la Bouteillerie enregistre des pointes plus élevées avec un maximum horaire de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'école de la Métairie. Cette situation est liée à la position centrale de la station du cimetière de la Bouteillerie, en lien avec des émissions polluantes d'origine automobile plus importantes.

Les niveaux sont inférieurs au seuil d'information et de recommandation fixé à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure.

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.



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

Pour des directions de vent comprises entre 200° et 220° , les niveaux en NO_2 ne sont pas augmentés sous les vents de l'UVE. Ceci suggère que les émissions d'Arc en Ciel n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO_2 mesurées à proximité. Cette observation est valable pour tous les autres polluants (SO_2 , PM_{10} et CO).

Concernant le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les particules PM_{10} , les élévations s'observent principalement par vent de sud-est ou d'est sous l'influence de l'agglomération nantaise et des autres établissements industriels localisés à l'est d'Arc en Ciel. Concernant le dioxyde de soufre, la faible augmentation des concentrations par vent de nord-ouest est à mettre en relation avec les émissions de la centrale thermique EDF de Cordemais.

conclusions →

De manière générale, et comme en 2008, les polluants réglementés sont nettement en dessous des seuils réglementaires et représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain.

Globalement, les teneurs en polluants sont en hausse par rapport à la campagne 2008, en particulier dans le cas des métaux (cuivre et nickel). Les niveaux se rapprochent toutefois de ceux enregistrés lors des campagnes 2005 et 2007. Rappelons que la campagne 2008 a eu lieu en période estivale au contraire des campagnes 2005, 2007 et 2009 qui se sont déroulées en hiver. En période hivernale, les conditions météorologiques sont plus propices à l'accumulation de polluants et les émissions sont plus élevées.

Le laboratoire mobile a également été mis en œuvre afin d'effectuer le suivi en continu des principaux indicateurs de pollution atmosphérique. La position de ce système de mesure a permis de discriminer l'origine de la pollution et les résultats montrent qu'il n'y a pas eu, pour les polluants mesurés durant la période de mesure, de dégradation particulière de la qualité de l'air sous le vent de l'établissement.

introduction

Les arrêtés préfectoraux du 2 juillet 1992 et du 14 avril 2003 imposent à l'exploitant de l'Unité de Valorisation Énergétique (UVE) 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, dont les 17 congénères toxiques, dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine.

En 2009, sur proposition d'Air Pays de la Loire, un laboratoire mobile a été mis en œuvre afin d'effectuer le suivi complémentaire en continu des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone, et des particules PM₁₀. Ce laboratoire mobile a été positionné de manière à discriminer l'influence éventuelle d'Arc en Ciel d'autres sources présentes dans le secteur (trafic automobile, industries).

Ce rapport regroupe les résultats obtenus lors de la campagne qui s'est déroulée en deux phases : collectes des métaux lourds, de l'acide chlorhydrique et des dioxines et furannes du 5 février au 30 mars 2009, puis mesures en continu des indicateurs classiques de pollution atmosphérique (oxydes d'azote, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, particules PM₁₀) du 18 mai au 6 juillet 2009.

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 œuvre

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, dont les 17 congénères toxiques, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, particules PM₁₀) 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.

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

quatre 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.

Le site du stade vélodrome de Couëron a été déplacé à l'école de la Métairie à Couëron de manière à discriminer l'éventuelle influence d'Arc en Ciel d'autres sources de pollution présentes dans le secteur, notamment les établissements industriels.

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	COUËRON	Ancienne prison, à proximité du stade	950 m à l'ouest nord-ouest
3	BOISEAU	Cimetière de Saint Jean de Boiseau	1 800 m au sud-ouest
4	Ecole de la Métairie	Rue de Trevellec, Couëron	1 100 m au nord nord-est

Tableau 1 : caractéristiques des sites de mesure

Ces sites sont présentés sur les photos suivantes :



Gendarmerie, Couëron



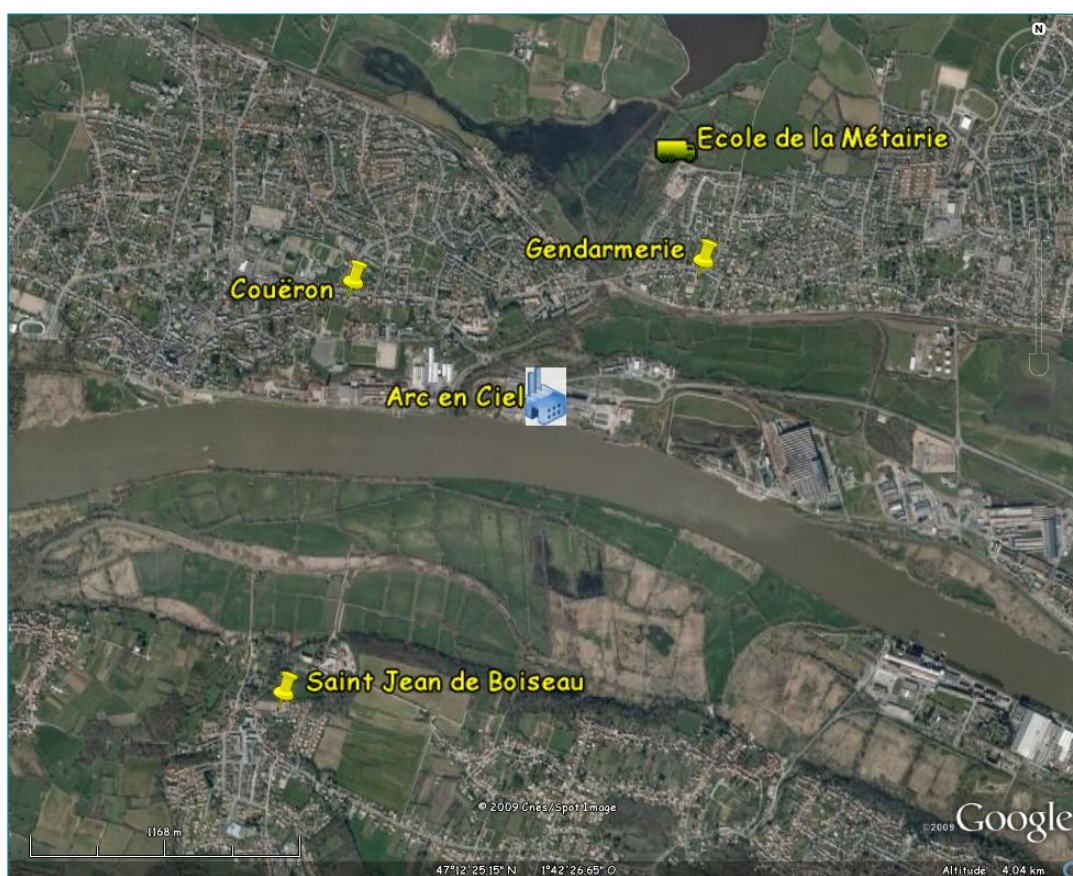
Ancienne prison, Couëron



Ecole de la Métairie, Couëron

Cimetière, Saint Jean de Boiseau
Photo 1 : sites de mesure

La carte suivante montre l'emplacement des sites :



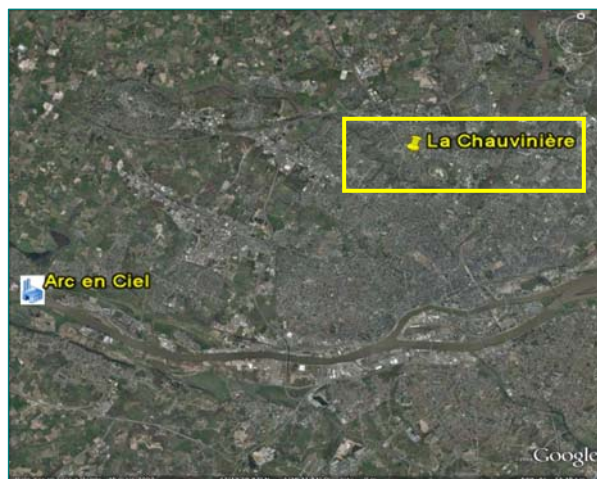
Carte 1 : environnement de l'établissement Arc en Ciel et implantations des sites de mesure

Il faut noter ici la présence dans l'environnement d'Arc en Ciel d'autres émetteurs industriels ;

- ArcelorMittal Packaging (Indre) : situé à 2 km au sud-est du site ARC EN CIEL ; les principaux rejets atmosphériques concernent le CO₂, les NO_x, le SO₂ et le N₂O. Arcelor Mittal est leader européen sur les principaux marchés de la sidérurgie du monde pour l'automobile, la construction, l'électroménager et l'emballage ;
- DCN Indret - Direction des Constructions et armes Navales (Indre) : localisée à 2,5 km au sud-est ; Cette unité est spécialisée dans la conception et l'intégration des réacteurs nucléaires des sous-marins et bâtiments de surface. Principaux rejets atmosphériques : CO₂, CH₄ et NO_x ;
- 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 ;

deux 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 (site MERA)

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, le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les particules PM₁₀ 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 12 juillet 1992 et du 14 avril 2003, une collecte des eaux de pluie est effectuée sur 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, dont les 17 congénères toxiques.

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 appréhendés et les polluants mesurés.

nom du site	typologie	concentrations atmosphériques			retombées atmosphériques		
		métaux*	HCl et chlorures particulaires	oxydes d'azote, SO ₂ , CO, PM ₁₀	dioxines et furannes	métaux*	ions chlorures et sodium
Gendarmerie	industriel	X	X		X	X	X
Couëron	industriel	X	X		X	X	X
Boiseau	industriel	X	X		X	X	X
Ecole de la Métairie	Industriel			X			
La Chauvinière	urbain (non influencé)				X		
La Tardière	rural (non influencé)				X		

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 en deux parties : du 5 février au 30 mars 2009 et du 18 mai au 6 juillet 2009. Durant cette période, la ligne 1 a été arrêtée du 24 mars au 30 mars. Le fonctionnement de l'UVE est resté normal le reste du temps.

Le tableau suivant résume les différentes périodes d'échantillonnage pour les métaux, l'acide chlorhydrique et les chlorures particulaires. La période d'exposition des collecteurs de pluie pour les dioxines et furannes ainsi que les jauges Owen pour les métaux, chlorures et sodium s'étend du 5 février au 30 mars 2009.

semaine	dates
1	Du 05/02 au 12/02/09
2	Du 12/02 au 19/02/09
3	Du 19/02 au 25/02/09
4	Du 25/02 au 04/03/09
5	Du 04/03 au 13/03/09
6	Du 13/03 au 20/03/09
7	Du 20/03 au 30/03/09

Tableau 3 : périodes de mesure

La campagne de mesure des concentrations des indicateurs classiques de pollution atmosphérique (NO_x, SO₂, CO, PM₁₀) s'est déroulée du 18 mai au 6 juillet 2009.

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

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

Le nombre d'heures hebdomadaires où les vents ont porté les rejets de l'usine en direction des sites de mesure ainsi que les profils des roses des vents observées pour chacune des périodes de la campagne sont données dans le tableau ci-dessous (des secteurs de faible écart angulaire (+/- 10 °) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache).

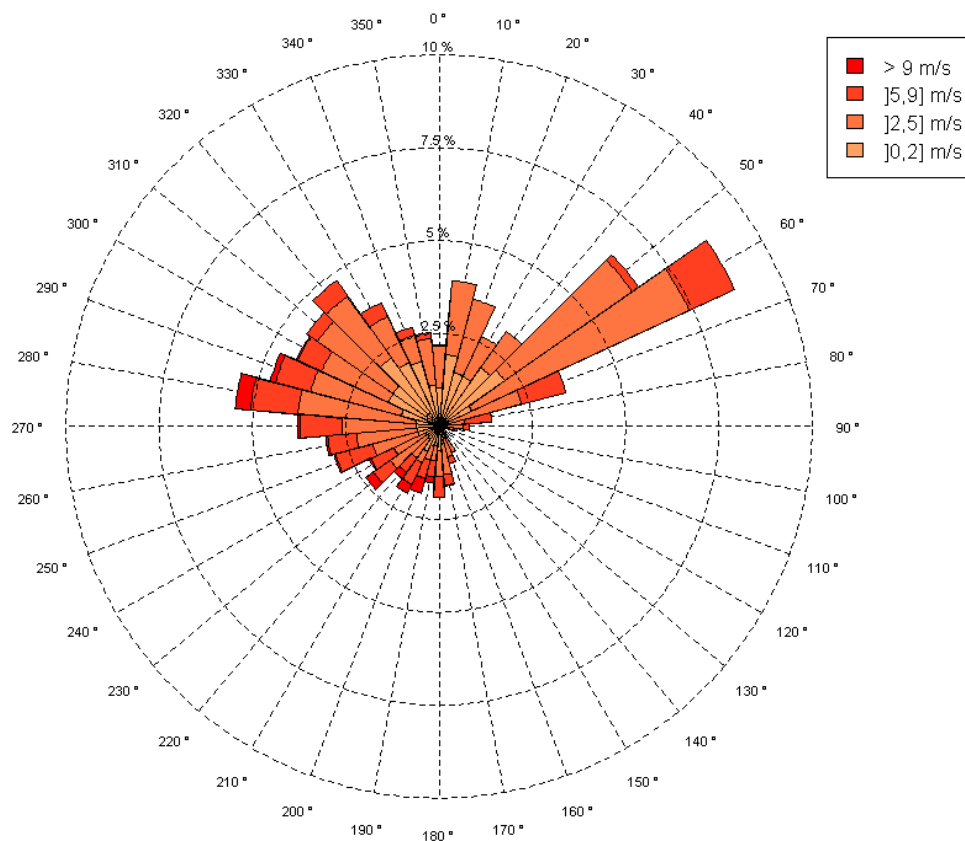
→ période du 5 février au 30 mars 2009

période	dates	Site			Profil des roses des vents hebdomadaires
		gendarmerie	Couëron	Boiseau	
		229°-249°	118°-138°	31°-51°	
S1	05/02 au 12/02	8	0	0	
S2	12/02 au 19/02	2	0	9	
S3	19/02 au 25/02	0	0	7	

S4	25/02 au 04/03	0	0	8	
S5	04/03 au 13/03	17	0	0	
S6	13/03 au 20/03	0	2	11	
S7	20/03 au 30/03	18	0	7	
	Total	45	2	42	

Tableau 4 : nombre d'heures d'influence d'Arc en Ciel et 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 large prédominance des vents d'ouest ainsi que des vents de nord-est, conformément aux normales.



Graphique 1 : rose des vents sur la totalité de la campagne (du 05/02 au 30/03/09)

La prédominance des vents de secteur nord-est durant la campagne de mesure explique que le site de Saint-Jean de Boiseau soit fréquemment soumis aux émissions de l'établissement (42 h). Quant au site de la gendarmerie, la présence des vents de secteur ouest explique que ce site soit autant soumis aux émissions de l'établissement (45 h).

Le site de Couëron ne s'est trouvé exposé que durant 2h.

→ période du 18 mai au 6 juillet 2009

période	dates	Site	Profil des roses des vents hebdomadaires
		Ecole de la Métairie	
		200-220	
S1	18/05 au 25/05	7	
S2	25/05 au 01/06	8	
S3	01/06 au 08/06	0	

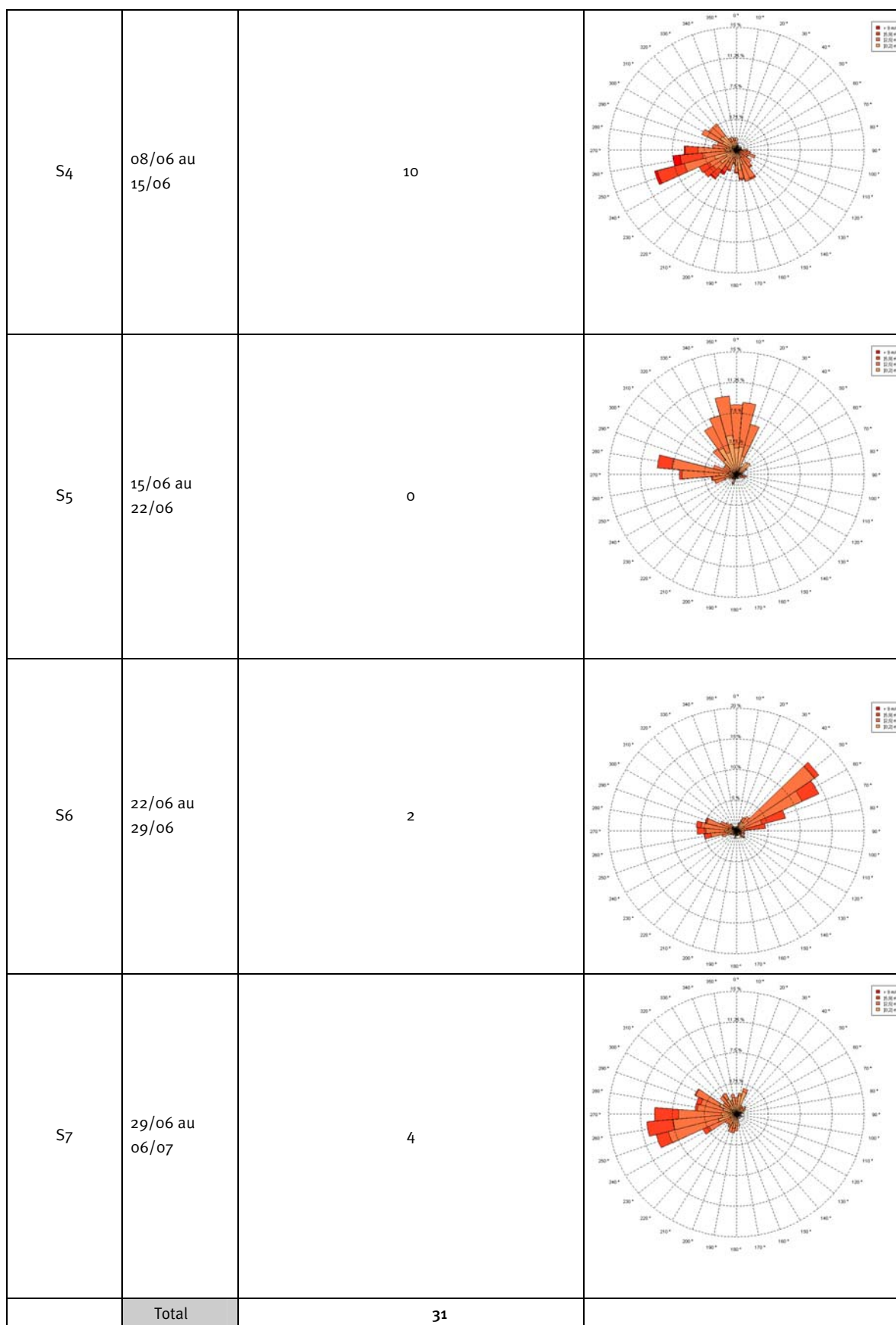
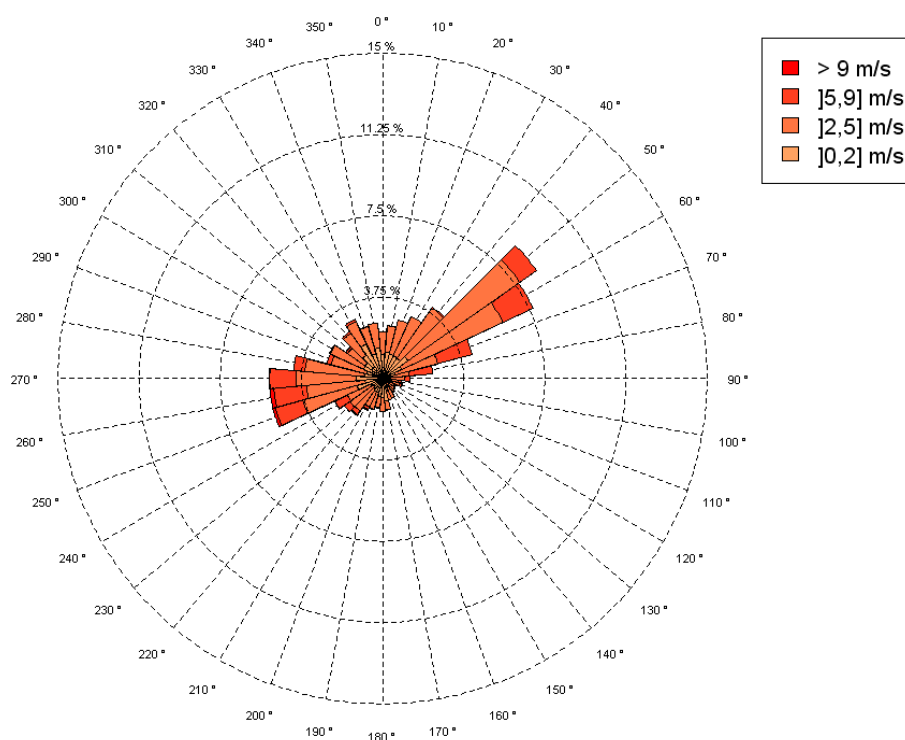


Tableau 5 : nombre d'heures d'influence d'Arc en Ciel et caractéristiques hebdomadaires des vents

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 ainsi que des vents de nord-est, conformément aux normales.



Graphique 2 : rose des vents sur la totalité de la campagne (du 05/02 au 30/03/09)

La prédominance des vents de secteur ouest durant la campagne de mesure explique que le site de l'école de la Métairie soit fréquemment soumis aux émissions de l'établissement (31 h).

mesure des retombées atmosphériques

mesure des dépôts de dioxines et furannes

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

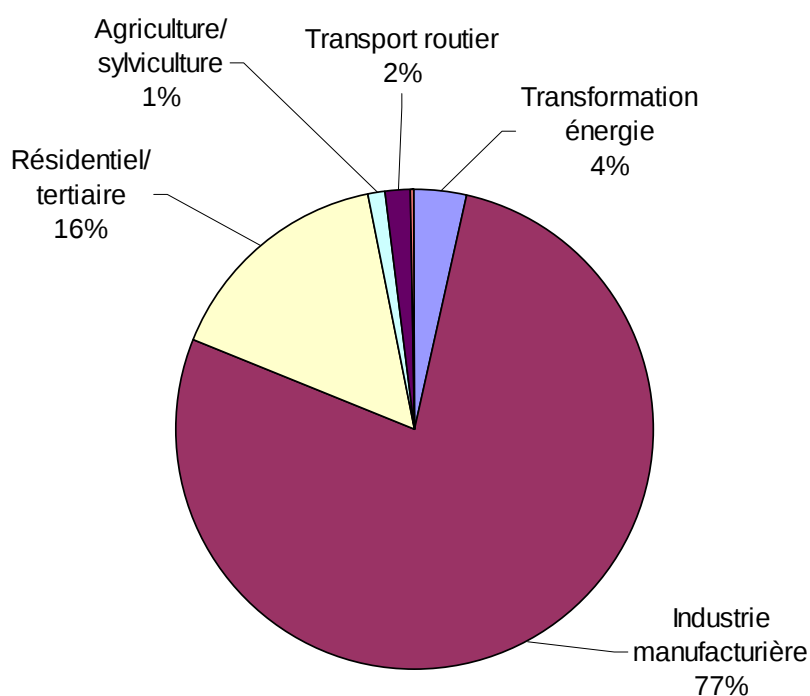
D'après l'inventaire du Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique (CITEPA), organisme spécialisé dans le calcul des émissions dans l'air, les émissions nationales de dioxines et furannes représentent en 2007, 117 g ITEQ (équivalent toxique international) [1]. Depuis 1993, ces émissions sont en très forte baisse (-94% soit -1 776 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 émissions de dioxines et furannes en 2007 sont principalement dues à l'industrie manufacturière (78%) et au secteur du résidentiel/tertiaire (15%).

L'incinération des déchets sans récupération d'énergie, rattachée à l'industrie manufacturière représente moins de 1% des émissions de ce secteur en 2006 contre 43% en 1990. Cette baisse est liée à la mise en œuvre de techniques de réduction des émissions mais surtout à la part croissante du traitement des déchets avec récupération d'énergie, passée de 69 à 97% des quantités incinérées sur ces 16 dernières années.

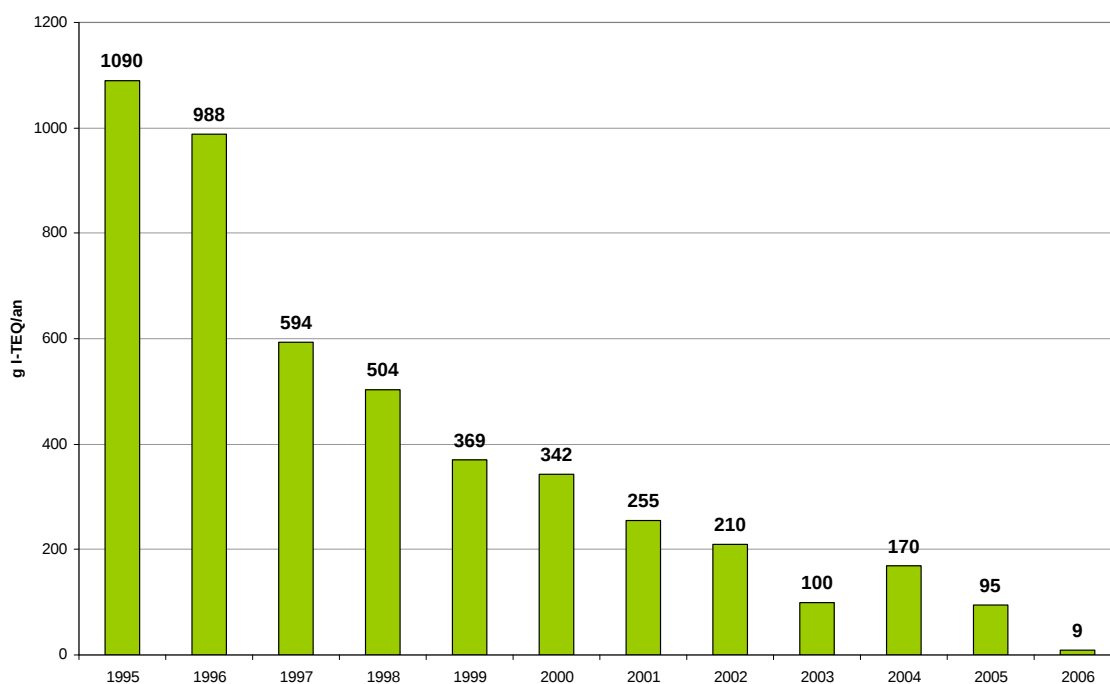
La majeure partie des émissions issues de la transformation de l'énergie (4%) est engendrée par l'incinération des déchets avec récupération d'énergie (77% des émissions de ce secteur en 2006).

Les autres secteurs (transport, agriculture) ont une contribution marginale (moins de 1%). [1]



Graphique 3 : sources d'émissions anthropiques des dioxines et furannes en 2007 (source : CITEPA [1])

Le flux de dioxines émis par les usines d'incinération d'ordures ménagères en 2006, calculé sur la base des mesures réalisées à l'émission de ces installations, est de 8,5 g [2]. Le flux était de 95 g en 2005 soit une baisse d'un facteur 10 entre 2005 et 2006. Cette diminution s'explique par la mise aux normes des UIOM à partir du 28 décembre 2005 suite à l'arrêté ministériel du 20 septembre 2002. Proportionnellement aux capacités de traitement et avec une émission annuelle estimée à 0,03 grammes de dioxines et furannes en 2006, Arc en Ciel fait partie des UIOM les moins émettrices [2].



Graphique 4 : évolution des émissions de dioxines et furannes dues à l'incinération des ordures ménagères

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 Boisseau) et deux autres sites non influencés par l'établissement (la Chauvinière à Nantes et la station rurale d'Air Pays de la Loire localisée à la Tardière en Sud-Est Vendée) ont été pourvus de collecteurs de précipitations atmosphériques.

résultats

→ comparaison à d'autres études

Le tableau 6 suivant présente les résultats synthétiques de l'étude 2009 en comparaison avec des études récentes menées en France entre 2004 et 2008, dans différents types d'environnement.

Type d'environnement	Dépôts totaux en dioxines et furannes (pg I-TEQ/m ² /j)	Remarques	Références
Rural	0,0	Moyenne sur 2 mois (hiver 2009) – 3 site de mesure	Cette étude
Urbain	0,2	Moyenne sur 2 mois (hiver 2009) – 3 site de mesure	Cette étude
Dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel	0,2 – 1,0	Moyennes sur 2 mois (hiver 2009) – 3 sites de mesure	Cette étude
Rural	0,0	Moyenne sur 2 mois (été 2008) – 1 site de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [3]
Urbain	0,1	Moyenne sur 2 mois (été 2008) – 1 site de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [3]
Dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel	0,1 – 0,3	Moyennes sur 2 mois (été 2008) – 3 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [3]
Rural	0,5	Moyenne sur 2 mois (été 2008) – 1 site de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [4]
Urbain	0,6	Moyenne sur 2 mois (été 2008) – 1 site de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [4]
Dans l'environnement du CTVD Valoréna	0,6 – 11,7	Moyenne sur 2 mois (été 2008) – 3 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2008 [4]
Rural	1,2 - 8	Suivi continu en zone rurale à Bayreuth en 1994 et 1995	Horstmann, 1997 [5]
Rural	5 - 20	Dépôts typiques en milieu rural	Durif, 2001 [6]
Urbain	10 - 85	Dépôts typiques avant mise aux normes des UIOM	Durif, 2001 [6]
Proche d'une source	Jusqu'à 1000	Dépôts typiques avant mise aux normes des UIOM	Durif, 2001 [6]
Urbain	0,42 – 0,7	Moyennes sur 2 mois (5/10/04 au 29/11/04) - 2 sites	Lig'Air, 2005 [7]
Rural	0,07 – 0,18	Moyennes sur 2 mois (5/10/04 au 29/11/04) - 1 site	Lig'Air, 2005 [7]
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 [8]
Dans l'environnement de l'UIOM de Saran (Loiret)	0,037- 0,86	Moyennes sur 2 mois (11/05/06 au 10/07/06 - 4 sites	Lig'Air, 2006 [9]
Dans l'environnement de l'UIOM de Pithiviers	0.663 – 1.83	Moyennes sur 2 mois (23/01/08 au 28/03/08 - 4 sites	Lig'Air, 2008 [10]
Dans l'environnement de l'UTOM de Saran (Loiret)	1,48 – 2,94	Moyennes sur 2 mois (15/09/08 au 17/11/08) - 4 sites	Lig'Air, 2009 [11]
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 [12]
Dans l'environnement de l'UIOM de Poitiers (Charente Maritime)	0,64 – 1,95	Moyennes sur 2 mois (26/04/07 au 28/06/07) - 4 sites	Atmo Poitou Charentes 2007 [13]
Dans l'environnement de l'UVE de Poitiers (Charente Maritime)	1,40 – 2,39	Moyennes sur 2 mois (09/04/08 au 11/06/08) – 4 sites	Atmo Poitou Charentes 2008 [14]
Dans l'environnement de l'UVE de la Rochelle et d'une station d'épuration	1,10 – 2,57	Moyennes sur 2 mois (octobre-décembre 2008) – 4 sites	Atmo Poitou Charentes 2009 [15]
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 [16]
Dans l'environnement de l'UIOM Vesta et de la station d'épuration Emeraude du Petit Quevilly (76 Rouen)	2,0 – 5,5	Moyennes sur 2 mois (28/01/08 au 21/03/08 - 4 sites	Air Normand 2008 [17]
Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles(Calvados)	1,76 – 13,03	Moyennes sur 2 mois (04/09/06 au 06/11/06) – 6 sites	Air C.O.M. 2007 [18]
Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles(Calvados)	1,90 – 2,25	Moyennes sur 2 mois (07/07/07 au 06/11/07) – 6 sites	Air C.O.M 2007 [19]
Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles(Calvados)	1,51 – 2,11	Moyennes sur 2 mois (08/02/08 au 28/04/08) – 6 sites	Air C.O.M. 2008 [20]

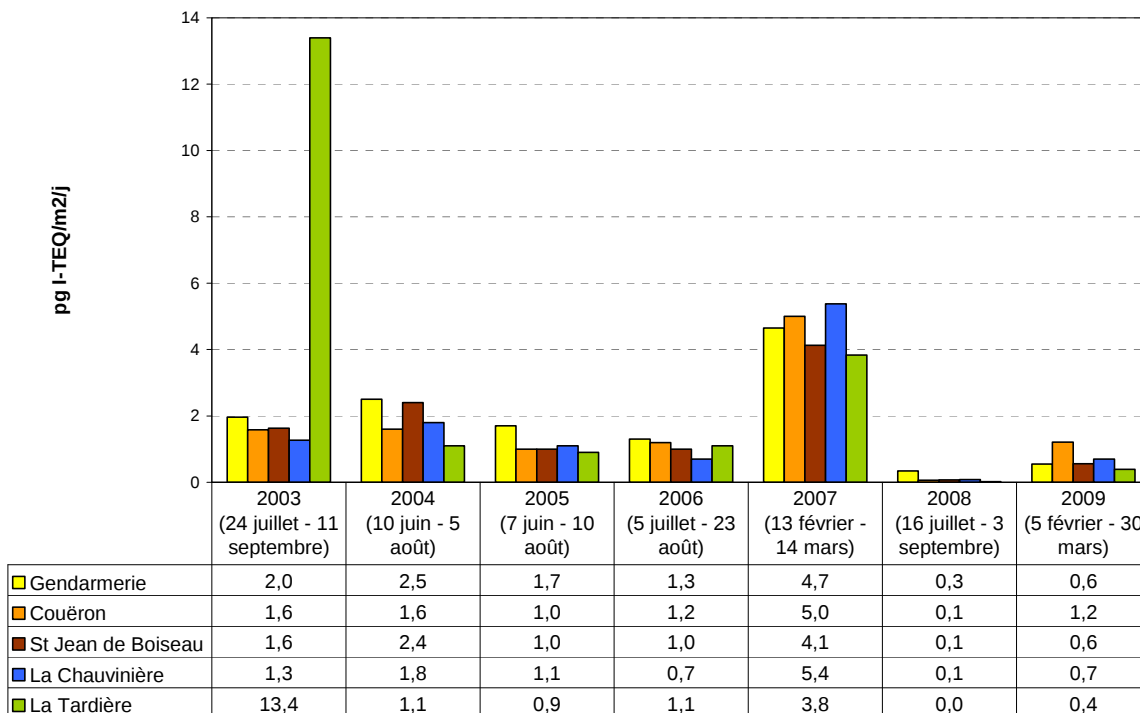
Tableau 6 : dépôts de dioxines et furannes mesurés dans différents environnements

Il faut souligner que les valeurs mentionnées par Horstmann [5] et Durif [6] 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 en général).

historique

Le graphique 5 représente les dépôts exprimés en pg (équivalent toxique)/m²/jour pour les 5 sites de mesure depuis 2003.



Graphique 5 : évolution des niveaux de dioxines et furannes mesurés dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel et sur les sites non influencés depuis 2003 ([21] à [25] et [3])

Selon Durif [6], une différence supérieure à 10 pg ITEQ/m²/j doit être considérée comme significative. Les niveaux mesurés en 2009 dans l'environnement d'Arc en Ciel, à la gendarmerie, Couëron, Saint-Jean de Boiseau, en milieu urbain à Nantes et à la Tardière sont donc similaires.

Dans l'environnement d'Arc en Ciel, à Nantes et à la Tardière, les dépôts enregistrés en 2009 sont du même ordre de grandeur que ceux mesurés depuis 2003 (globalement inférieurs à 10 pg ITEQ/m²/j).

En conclusion les dépôts mesurés sur les trois sites sont faibles et ne montrent pas d'impact significatif des émissions de dioxines et furannes d'Arc en Ciel durant la période de prélèvement.

→ résultats par site

Le tableau 7 suivant, regroupe les concentrations, en pg/kg, mesurées pour chaque congénère sur les sites de la gendarmerie, de Couëron et de Saint Jean de Boiseau. Le blanc a été soustrait aux concentrations mesurées lorsque celles-ci étaient supérieures à la limite de quantification.

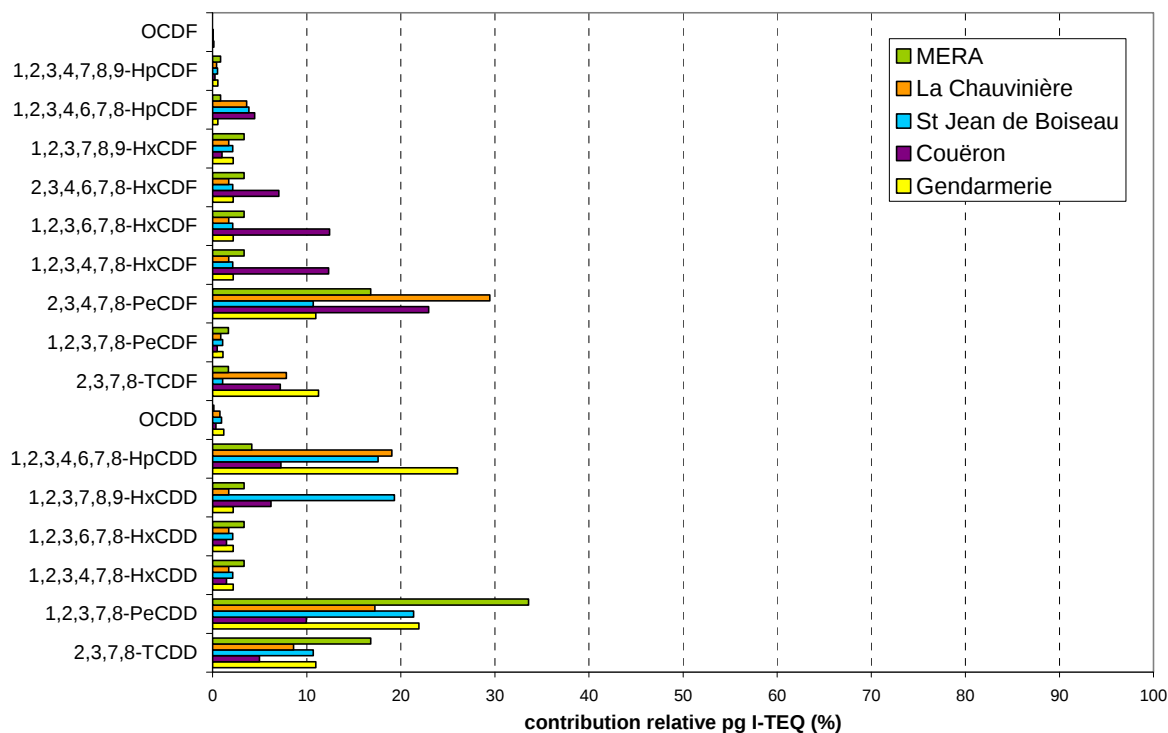
Molécules	Gendarmerie	Couëron	Saint Jean de Boiseau	La Chauvinière	La Tardière
2,3,7,8- TCDD	0,07	0,06	0,07	0,06	0,09
1,2,3,7,8-PeCDD	0,14	0,11	0,13	0,12	0,18
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0,14	0,17	0,13	0,12	0,18
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0,14	0,17	0,13	0,12	0,18
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0,14	0,69	1,20	0,12	0,18
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	16,03	8,01	10,88	13,20	2,25
OCDD	73,17	38,71	59,71	54,05	7,45
2,3,7,8-TCDF	0,69	0,79	0,07	0,54	0,09
1,2,3,7,8-PeCDF	0,14	0,11	0,13	0,12	0,18
2,3,4,7,8-PeCDF	0,14	0,51	0,13	0,41	0,18
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0,14	1,36	0,13	0,12	0,18
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0,14	1,37	0,13	0,12	0,18
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0,14	0,78	0,13	0,12	0,18
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0,14	0,11	0,13	0,12	0,18
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0,34	4,93	2,39	2,52	0,46
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0,34	0,28	0,33	0,30	0,46
OCDF	7,21	7,17	3,14	0,30	0,46
Total I-TEQ (pg/kg)	0,62	1,10	0,62	0,69	0,54

Tableau 7 : concentrations (pg/kg) en dioxines et furannes mesurées dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel

Par rapport aux sites de la Chauvinière et de la Tardière, les congénères quantifiés sur les sites de la gendarmerie, de Couëron et de Saint-Jean de Boiseau sont les mêmes. Certains congénères ne sont quantifiés que sur les sites de Couëron et de Saint-Jean de Boiseau, mais ce, en très faible concentration (ex: 1,2,3,7,8,9 HxCDD).

Les teneurs totales en équivalent toxique (total I-TEQ) sont inférieures à 1,5 pg/kg et sont semblables sur les 5 sites. Si l'on s'intéresse aux nombres d'heure pendant lesquelles les sites ont été sous les vents d'Arc en Ciel, on constate que les sites les plus exposés, Gendarmerie (45h) et Saint-Jean de Boiseau (42h), présentent les teneurs les moins élevées. Le site de Couëron, qui est le moins exposé, présente la plus grande teneur en équivalent toxique alors qu'il n'a été sous l'influence d'Arc en Ciel que durant 2h soit 23 fois moins que le site le plus exposé.

Le congénère retrouvé en plus grande concentration sur les 5 sites est le congénère le moins toxique (OCDD). L'OCDF n'est quantifié que sur les 3 sites dans l'environnement d'Arc en Ciel.



Graphique 6 : profils des congénères toxiques mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel, teneurs relatives en équivalent toxique

Sur le site de la gendarmerie, la toxicité des dépôts est majoritairement due à la 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD et à la 1,2,3,7,8-PeCDD. C'est également le cas sur le site de Saint-Jean de Boisseau en plus de la 1,2,3,7,8,9-HxCDD.

À Couëron, la toxicité des dépôts est majoritairement due à la 2,3,4,7,8-PeCDF, 1,2,3,4,7,8-HxCDF et à la 1,2,3,6,7,8-HxCDF

Sur les sites de la Chauvinière, elle est principalement due à la 2,3,4,7,8-PeCDF. Quant au site de la Tardière, elle est majoritairement due à la 1,2,3,7,8-PeCDD.

Ceci suggère que l'influence par l'établissement dans les émissions de dioxines et furannes n'est pas visible sur les concentrations des congénères mesurées dans les retombées atmosphériques à proximité de l'établissement.

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

Les résultats d'analyse, en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$, sont reportés dans le tableau 8 :

ANALYSES	gendarmerie	gendarmerie	Couëron	Couëron	St-J.Boiseau	St-J.Boiseau
	(sur brut)	(sur soluble)	(sur brut)	(sur soluble)	(sur brut)	(sur soluble)
Arsenic	0,4	0,1	0,9	0,1	0,4	0,1
Cadmium	-	-	-	-	0,1	-
Chlorures	-	12,3	-	14,0	-	13,8
Chrome	0,7	0,1	2,1	0,1	1,5	0,2
Cuivre	2,7	1,3	4,4	1,5	3,7	1,9
Manganèse	6,2	0,7	8,3	1,8	9,6	1,1
MES	12,3	-	20,2	-	39,3	-
Mercure	-	-	-	-	-	-
Nickel	1,8	0,9	4,1	2,7	2,8	1,2
Plomb	1,2	0,2	3,2	0,2	1,0	0,1
Sodium	-	7,2	-	8,3	-	8,5
Zinc	22,6	15,9	57,5	45,1	39,9	23,9

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

Les particules en suspension (MES) dans une eau sont soit d'origine naturelle, en liaison avec des précipitations, soit produites par les rejets urbains et industriels. Il s'agit pour l'essentiel de particules de dimension supérieure à 10 μgm (jusqu'à 1 cm). Leur impact sanitaire est donc très limité, leur effet est essentiellement mécanique, par formation de sédiments et de limitation de pénétration de la lumière.

Des traces d'arsenic, de chrome, de cuivre, de nickel et de plomb ont été détectées dans les retombées collectées sur les 3 sites, et des traces de cadmium à Saint-Jean de Boiseau.

Les niveaux plus élevés en chlorures (13,4 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ en moyenne) et sodium (8 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$) sont liés à une exposition prolongée à des vents de secteur ouest durant la campagne comme lors de la campagne 2007 qui a également eu lieu en hiver.

Le tableau 9 suivant présente les gammes de résultats des retombées totales en métaux lourds d'études menées en France et dans d'autres pays en zones urbaines et rurales. (cf. [3], [4] et [26] à [36]).

	Rural ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Urbain ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Arc en Ciel 2009 ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)
Arsenic	0,6 et 0,7	0,05 – 1,3	0,4
Cadmium	0,2 – 0,9	0,3 – 3,0	0,1
Chrome	1,7 – 6,7	1,8 – 17,6	1,5
Cuivre	3,5 – 9,5	2,1 – 67,9	3,7
Manganèse	7,2 et 14,7	8,5 – 24,6	8,3
Nickel	1,6 – 3,7	1,0 – 22,9	2,8
Plomb	3,3 – 10,3	0,4 – 106,2	1,2
Zinc	17,81 – 219,2	10 – 284,9	39,9

Tableau 9 : flux de dépôt total de métaux issus de la littérature

Les teneurs enregistrées autour de l'UVE d'Arc en Ciel se situent dans la gamme inférieure par rapport à celles retrouvées dans la littérature.

Entre 2007 et 2009, Air Pays de la Loire a participé au projet de recherche fédératif SAP (Secteur Atelier Pluridisciplinaire) dans le cadre du programme MEIGEville (Modélisation Environnementale Intégrée et GEstion durable de la Ville) financé par la région des Pays de la Loire. Dans le cadre de ce projet, Air Pays de la Loire avait pour objectif de quantifier et qualifier la pollution contenue dans les eaux de pluie météorites ainsi que la pollution urbaine ambiante sur le secteur du SAP à Nantes, ceci en vue d'évaluer l'apport de la pollution atmosphérique à la dégradation de la qualité des eaux urbaines.

Selon une méthodologie équivalente à celle d'Arc en Ciel, les retombées atmosphériques totales en métaux lourds ont été collectées à l'aide de jauges Owen au quartier Pin Sec à Nantes (site urbain non influencé) ainsi qu'à l'île d'Yeu (site rural). En 2009, cette campagne s'est déroulée du 18 février au 10 avril soit sur une période comparable à celle de la campagne d'Arc en Ciel.

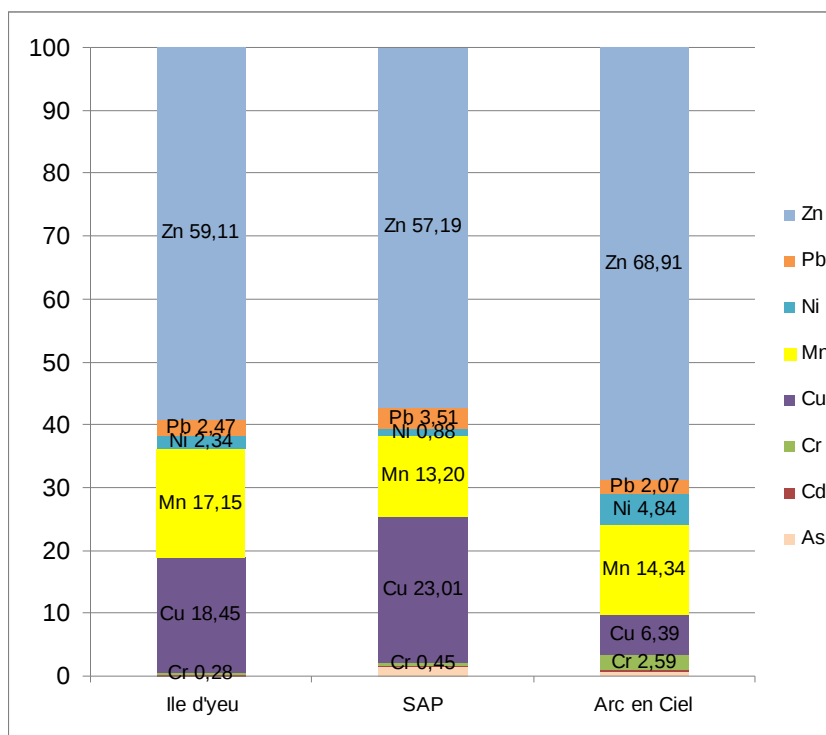
Le tableau 10 regroupe les résultats obtenus, lors de cette campagne 2009, à l'île d'Yeu et sur le site du SAP [36] afin de les comparer à ceux obtenus dans l'environnement d'Arc en Ciel.

	Rural Ile d'Yeu ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Urbain Quartier Pin Sec ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)	Arc en Ciel ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$)
Arsenic	0,01	0,8	0,4
Cadmium	0,06	0,09	0,1
Chrome	0,09	0,2	1,5
Cuivre	5,9	12,2	3,7
Manganèse	5,5	7,0	8,3
Nickel	0,7	0,5	2,8
Plomb	0,8	1,9	1,2
Zinc	18,8	30,4	39,9

Tableau 10 : flux de dépôt total ($\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$) à l'île d'Yeu et sur le site du SAP

Les flux enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel sont globalement dans les mêmes gammes que ceux enregistrés sur le site non influencé du quartier Pin Sec à l'exception du nickel et du chrome. Ceci suggère que globalement l'influence dans les émissions de métaux par l'établissement n'est pas visible sur les concentrations mesurées dans les retombées atmosphériques à proximité de l'établissement. Un examen des relevés fournis par l'établissement Arc en Ciel ne met pas en évidence des émissions particulières plus élevées durant la campagne qui pourraient expliquer les valeurs de flux de nickel et de chrome.

Comparons à présent la proportion relative de chaque métal par rapport à la totalité des métaux. (cf graphique 7).



Graphique 7 : proportion relative des flux de dépôt total de métaux à l'Ile d'Yeu, au SAP et dans l'environnement d'Arc en Ciel

Le zinc est majoritaire dans les 3 cas avec une proportion de l'ordre de 60% et légèrement supérieure dans l'environnement d'Arc en Ciel. Le plomb, le nickel, le chrome et l'arsenic présentent une proportion inférieure à 5%. La proportion de manganèse est semblable pour les 3 sites avec une valeur de l'ordre de 15%.

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.

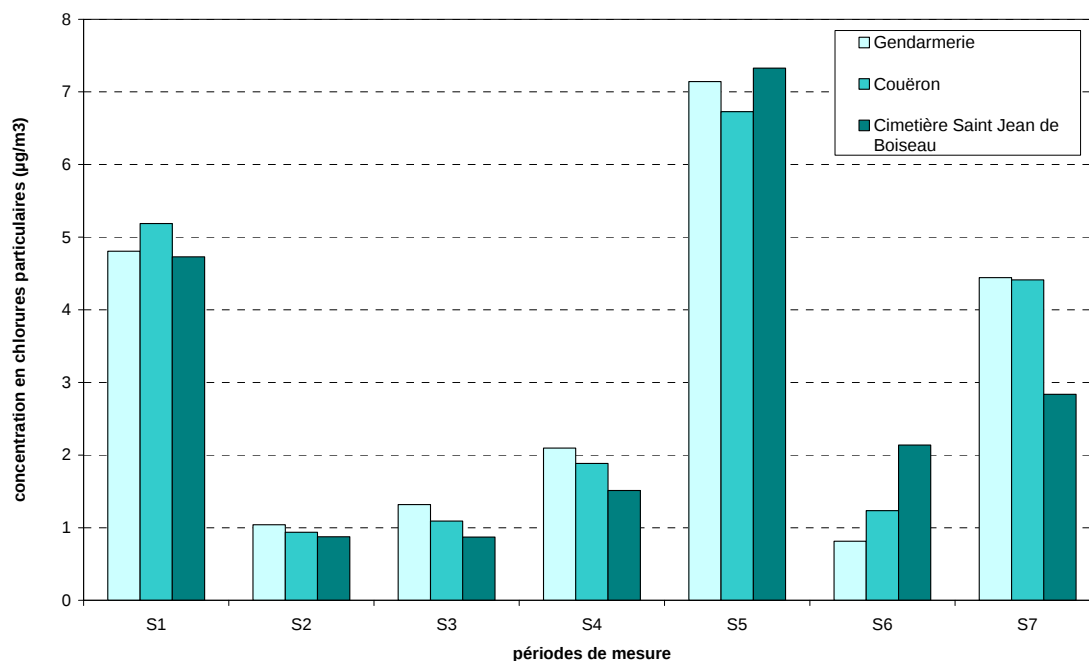
période	Gendarmerie		Couëron		Boiseau	
	Concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration aérosol ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
1	4,8	0,3	5,2	1,8	4,7	1,7
2	1,0	0,3	0,9	0,5	0,9	0,2
3	1,3	0,3	1,1	0,3	0,9	0,2
4	2,1	0,4	1,9	1,2	1,5	0,4
5	7,1	0,5	6,7	0,4	7,3	0,4
6	0,8	1,7	1,2	0,8	2,1	0,8
7	4,4	0,7	4,4	0,5	2,8	0,4
moyenne	3,1	0,6	3,1	0,8	2,9	0,6

Tableau 11 : 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 8 : évolution des concentrations en chlorures particuliers autour d'Arc en Ciel en 2009

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 atteignent notamment les $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durant la semaine 5 (du 4 mars au 13 mars) et sont de l'ordre de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors des semaines 1 et 7. Des teneurs plus faibles sont mesurées au cours des 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 ces trois semaines, la prédominance des vents de secteur ouest ont apporté de l'air océanique chargé d'aérosols marins.

chlorures gazeux (HCl)

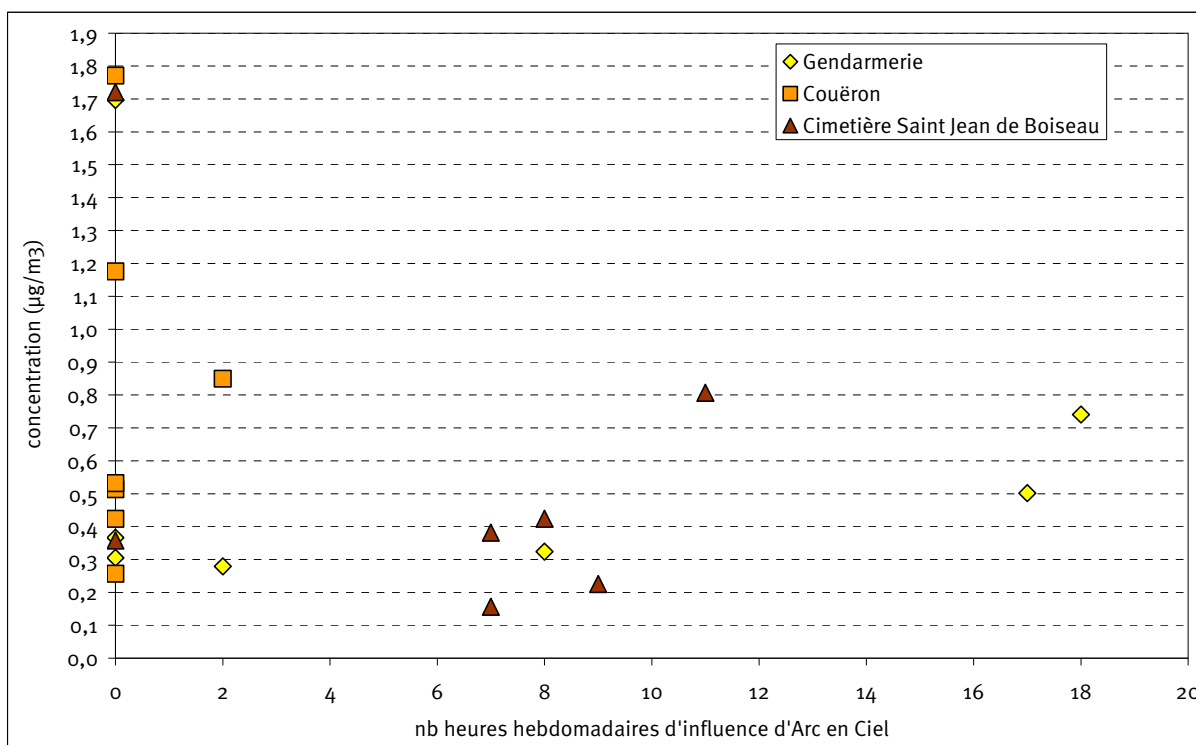
Les teneurs hebdomadaires en acide chlorhydrique ont évolué entre 0,2 et 1,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les niveaux obtenus en 2008 sont comparables à ceux mesurés les années précédentes :

- - en 2008 (16 juillet – 3 septembre), les niveaux hebdomadaires ont varié entre 0,1 et 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- - en 2007 (13 février – 4 avril), entre 0,01 et 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- - en 2006 (5 juillet – 23 août), entre 0,5 et 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

À titre de comparaison, les niveaux en acide chlorhydrique relevés par AIRNORMAND [37] en 2008 sur 4 sites ruraux situés à proximité ou sous les vents dominants de l'incinérateur des ordures ménagères de Guichainville varient entre 0,2 et 0,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Une autre étude menée en 2007 par ORAMIP [38] dans l'environnement du centre de valorisation des déchets urbains de Toulouse a abouti à des moyennes mensuelles en chlorures totaux de 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les deux sites de mesure dont l'emplacement a été déterminé selon la direction des vents dominants.

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 9 : 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 que l'influence dans les émissions de HCl par l'établissement n'est pas visible sur les concentrations atmosphériques mesurées à proximité.

les métaux lourds dans l'air

comparaison à d'autres sites dans l'environnement d'UIOM en France

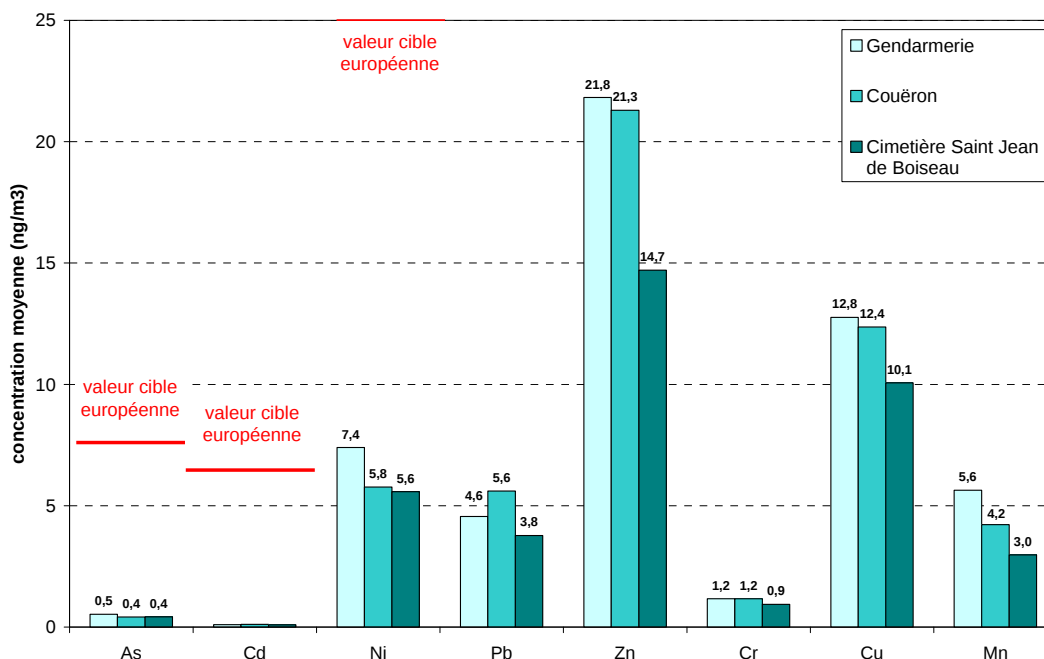
Le tableau 12 regroupe les résultats de mesure de concentrations atmosphériques (ng/m³) en métaux lourds dans l'environnement d'UIOM en France.

Site	Commentaires	As	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
Cette étude	Dans l'environnement d'Arc en Ciel	0,4-0,5	0,09-0,11	0,9-1,2	10,1-12,8	3,0-5,6	5,6-7,4	3,8-5,6	14,7-21,8
Air Pays de la Loire [4]	Dans l'environnement du CTVd de Valéréna, 2008	0,4-0,6	0,1	1,1-2,4	13,3-18,1	4,8-7,4	1,7-2,1	5,3-7,0	12,9-14,9
Air Languedoc-Roussillon [39]	Dans l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel 2006	0,8	0,2	0,9			2,1		22
Air Languedoc-Roussillon [40]	Dans l'environnement de l'UVED de Lunel-Viel 2007	10,6	0,2	0,9			1,2		16
Air Languedoc-Roussillon [41]	Dans l'environnement de l'UVED de Lunel-Viel 2008	0,4	<0,2	1,1			0,9		7,8
Air C.O.M. 2007 [18]	Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles (Calvados) Moyenne sur 2 mois (04/09/06 au 06/11/06) – 1 site	0,14	0,18	0,54	2,66	2,62	0,95	2,51	
Air C.O.M. 2007 [19]	Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles (Calvados) Moyenne sur 2 mois (07/07/07 au 06/11/07) – 1 site	0,44	0,17	1,35	8,09	7,04	2,55	7,25	
Air C.O.M. 2008 [20]	Dans l'environnement de l'UIOM du SYVEDAC de Colombelles (Calvados) Moyenne sur 2 mois (08/02/08 au 28/04/08) – 1 site	0,16	0,04	0,54	3,3	2,85	1,45	2,55	

Tableau 12 : concentrations en métaux lourds dans l'environnement d'UIOM

Globalement, les teneurs enregistrées autour de l'UVE d'Arc en Ciel se situent dans les mêmes gammes que celles enregistrées dans l'environnement d'UIOM en France à l'exception du cuivre et du nickel. Après étude des rapports d'auto-contrôle fournis par Arc en Ciel, dont l'analyse des rejets atmosphériques, aucun évènement permettant d'expliquer ces concentrations n'a été enregistré.

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



Graphique 10 : concentrations moyennes 2009 en métaux mesurés dans l'environnement d'Arc en Ciel

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

- un élément majeur : le zinc, dont les teneurs moyennes sur chaque site sont comprises entre 14 et 22 ng/m³ ;
- des éléments mineurs : le cuivre dont les teneurs varient entre 10 et 13 ng/m³, et le plomb, le nickel et le manganèse dont les concentrations oscillent de 3 à 8 ng/m³ ;
- des éléments traces : l'arsenic, le chrome et le cadmium dont les concentrations sont entre 0 et 1,5 µg/m³.

On retrouve une répartition semblable dans les retombées atmosphériques. Le zinc apparaît également comme l'élément majoritaire. Le manganèse, le cuivre et le nickel sont les éléments secondaires. Les autres éléments (Cr, Pb, As et Cd) sont minoritaires.

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).

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 de campagne, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et a fortiori la valeur limite définis pour le plomb soient respectés, les niveaux moyens en plomb représentant moins de 2 % de l'objectif de qualité.

La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 définit également des valeurs cibles annuelles pour l'arsenic, le nickel et le cadmium. (cf. tableau 13).

La France a par ailleurs réalisé la transposition de la directive européenne sur l'air par la publication au journal officiel du décret n°2008-1152 du 7 novembre 2008. Le décret introduit les valeurs cibles concernant notamment les métaux toxiques (arsenic, cadmium, et nickel), valeurs applicables à compter du 31 décembre 2012.

Les valeurs cibles annuelles définies dans la Directive 2004/107/CE et dans le décret n°2008-1152 sont identiques et sont présentées dans le tableau ci-après :

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

Tableau 13 : valeurs cibles européennes (et françaises à compter du 31 décembre 2012) pour les métaux

L'extrapolation à une année des résultats obtenus durant la campagne de mesure (cf. graphique 10) conduirait très probablement au respect des valeurs cibles applicables aux métaux toxiques dans l'environnement d'Arc en Ciel. En effet, les concentrations moyennes représentent au maximum 7 % des valeurs cibles.

indications sur l'impact d'Arc en Ciel

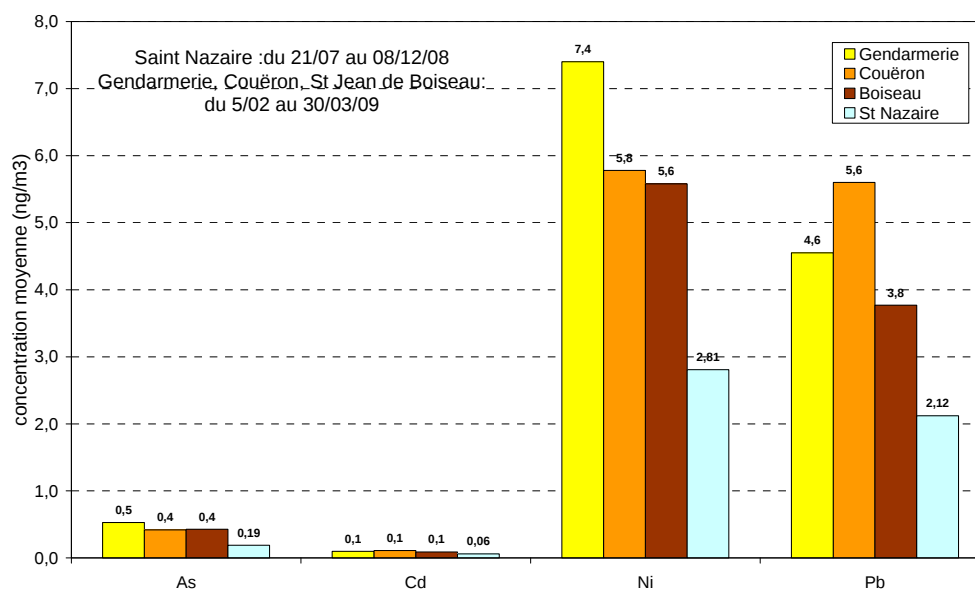
Un croisement a été réalisé en calculant sur chaque site la relation entre les heures d'influence de l'établissement et les concentrations en métaux enregistrées. Dans l'ensemble, aucune relation n'est mise en évidence.

En conclusion, les émissions en métaux de l'établissement ne conduisent pas à une augmentation détectable des concentrations atmosphériques mesurées à proximité de l'établissement.

comparaison à un site urbain

Dans le cadre de sa mission générale de surveillance des polluants réglementés, Air Pays de la Loire a réalisé en 2008 un suivi des teneurs hebdomadaires en As, Ni, Cd et Pb à Saint-Nazaire. Ces mesures ont été effectuées sur un site urbain éloigné de sources directes de pollution et de ce fait représentatif de la pollution moyenne.

Le graphique suivant montre pour les 4 métaux réglementaires, les niveaux enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel (du 5 février au 30 mars 2009) ainsi qu'à Saint-Nazaire (du 21 juillet au 8 décembre 2008).

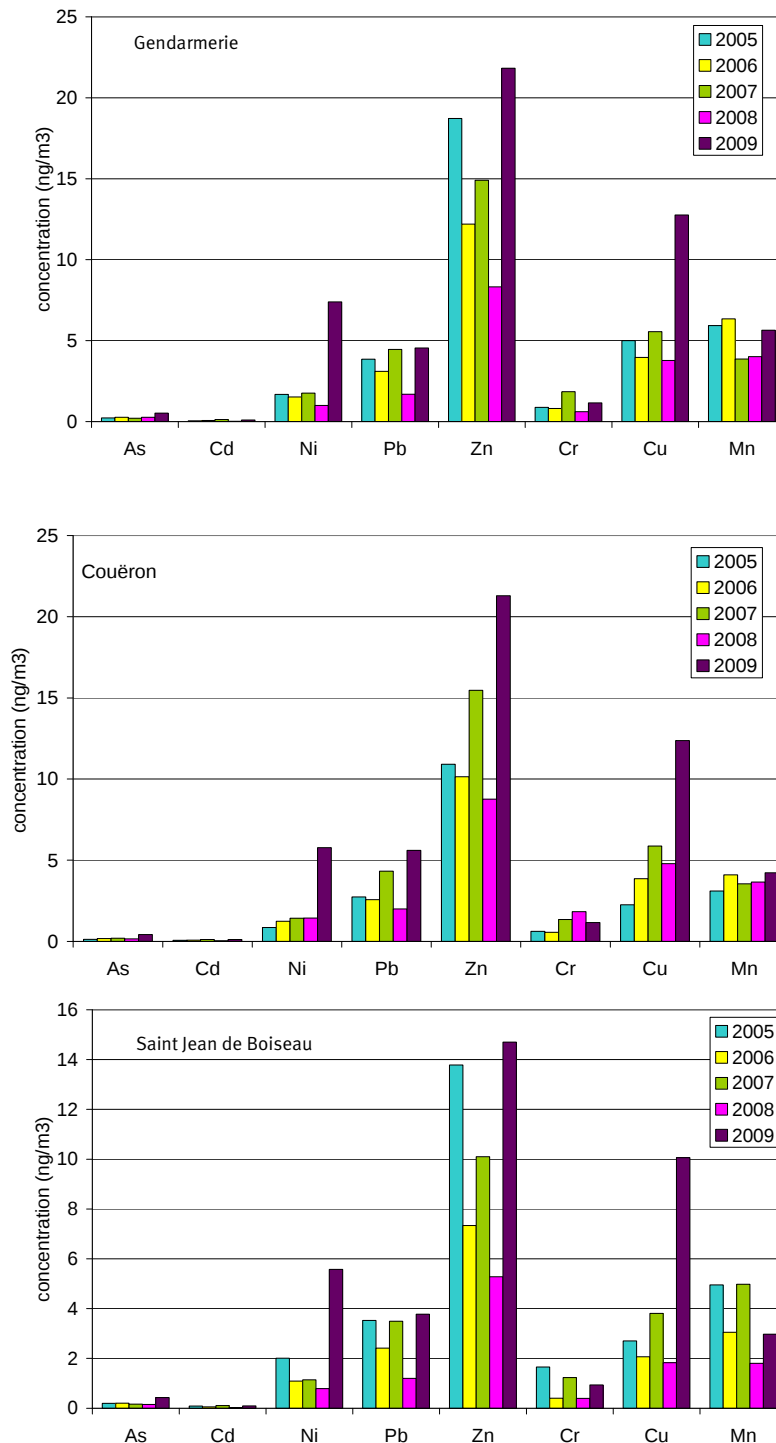


Graphique 11 : concentrations moyennes en métaux mesurées dans l'environnement d'Arc en Ciel lors de la campagne 2009 – comparaison aux mesures urbaines à Saint-Nazaire (mesures du 21 juillet au 8 décembre 2008)

Les niveaux en As et Cd enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur le site urbain de Saint-Nazaire sont faibles et comparables. Quant au nickel et au plomb, les teneurs sont supérieures dans l'environnement d'Arc en Ciel. La campagne de mesure de la qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE s'est déroulée en hiver, or celle de Saint-Nazaire moyenne des niveaux allant de l'été au printemps au cours d'une période où les émissions sont plus faibles par rapport à l'hiver. De plus, les conditions météorologiques hivernales sont plus propices à l'accumulation de polluants.

historique

Les concentrations moyennes en métaux enregistrées durant les 5 dernières campagnes de mesure sont reportées dans les graphiques suivants :



Graphiques 12 à 15 : concentrations moyennes en métaux mesurées dans l'environnement d'Arc en Ciel de 2005 à 2009 respectivement sur les sites de Gendarmerie, Couëron et Saint-Jean de Boiseau ([23] à [25] et [3])

Les concentrations moyennes en métaux mesurées sur les trois sites ont augmenté par rapport à 2008. Elles sont cependant globalement de même ordre de grandeur que celles enregistrées en 2005 et 2007. Rappelons que ces deux campagnes dernièrement citées ont eu lieu en hiver comme pour la campagne 2009. Les conditions météorologiques en hiver sont plus propices à l'accumulation des polluants dans l'air, de plus, les émissions d'origine anthropiques (résidentiel/tertiaire, transport) sont plus élevées en période hivernale.

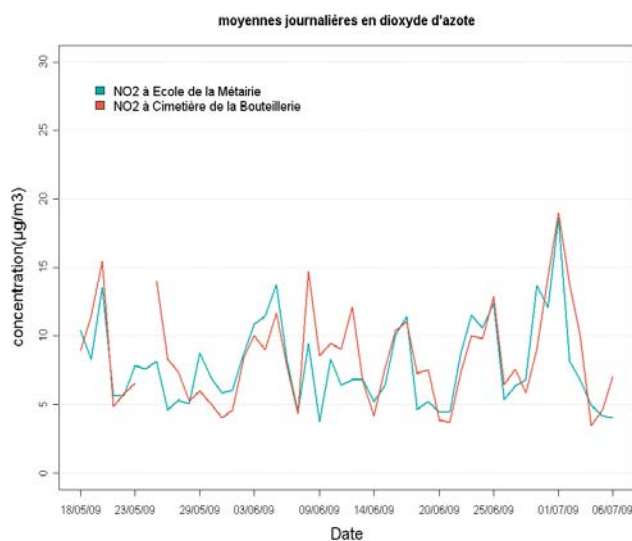
les polluants atmosphériques mesurés sur le site de l'école de la Métairie

En 2009, sur proposition d'Air Pays de la Loire, un laboratoire mobile a été mis en œuvre afin d'effectuer le suivi complémentaire en continu des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre, du monoxyde de carbone, et des particules PM₁₀. Ce laboratoire mobile a été positionné de manière à discriminer l'influence éventuelle d'Arc en Ciel d'autres sources présentes dans le secteur (trafic automobile, industries).

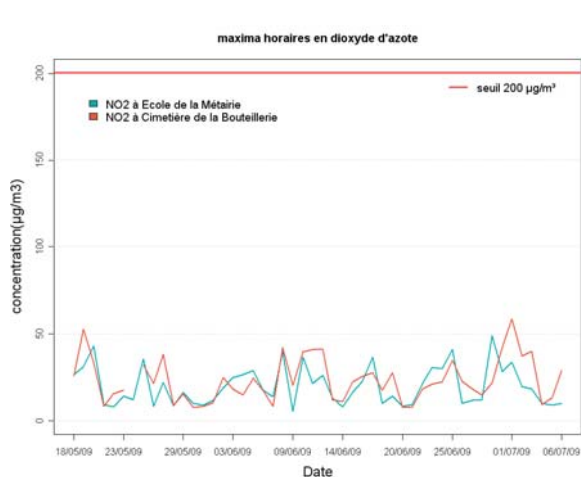
L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux enregistrés sur le site de l'école de la Métairie du 18 mai au 6 juillet 2009.

dioxyde d'azote

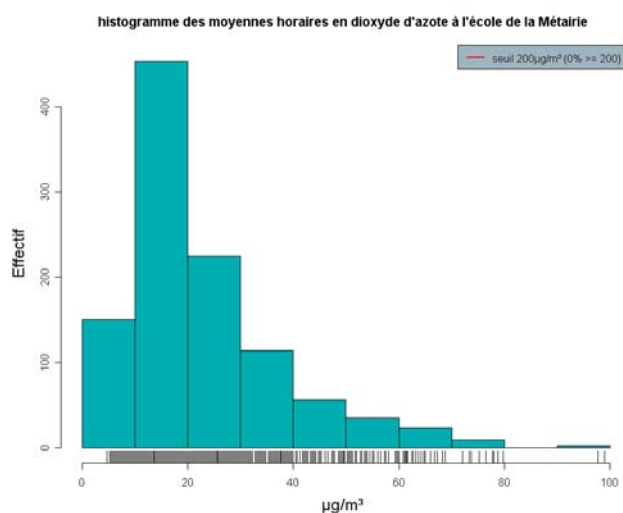
L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens et maxima en dioxyde d'azote enregistrés sur le site de l'école de la Métairie. Ces niveaux sont comparés dans les graphiques 16 et 17 avec le site urbain du cimetière de la Bouteillerie, situé dans le centre de Nantes.



Graphique 16 : moyennes journalières en NO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



Graphique 17 : maxima horaires en NO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



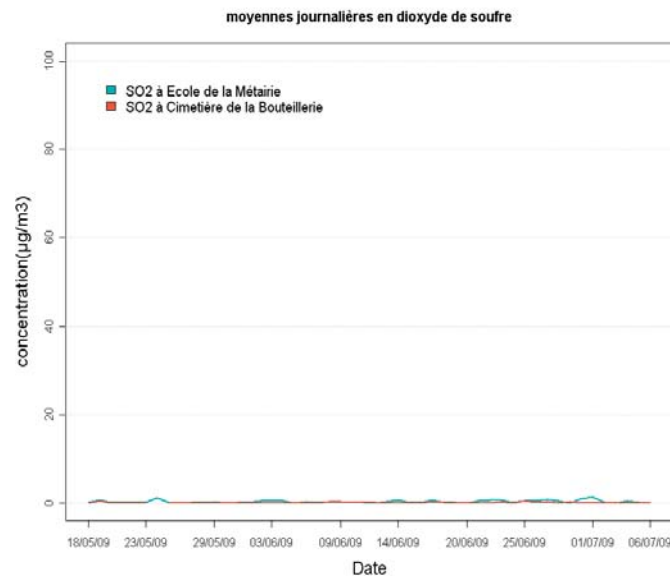
Graphique 18 : distribution des moyennes horaires en NO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel (école de la Métairie) durant la campagne 2009

Les concentrations enregistrées au cimetière de la Bouteillerie et sur le site de l'école de la Métairie sont semblables et faibles avec un niveau moyen de 8 µg/m³. Le site de la Bouteillerie enregistre des pointes plus élevées avec un maximum horaire de 59 µg/m³ contre 49 µg/m³ à l'école de la Métairie. Cette situation est liée à la position centrale de la station du cimetière de la Bouteillerie, en lien avec des émissions polluantes d'origine automobile plus importantes.

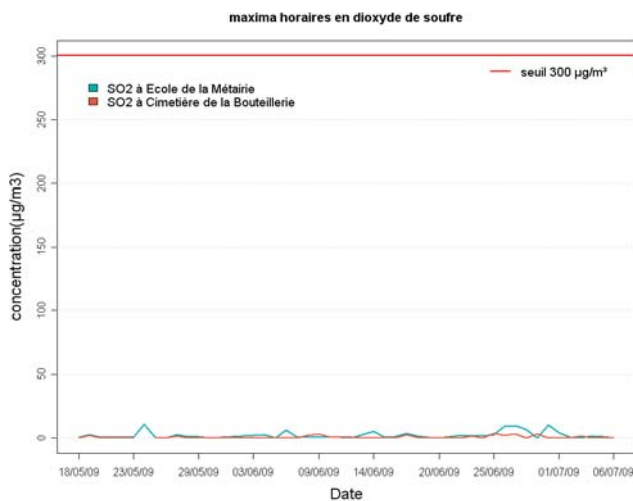
Les niveaux maximaux atteints à l'école de la Métairie sont inférieurs d'un facteur 4 au seuil d'information et de recommandation fixé à 200 µg/m³ sur une heure.

dioxyde de soufre

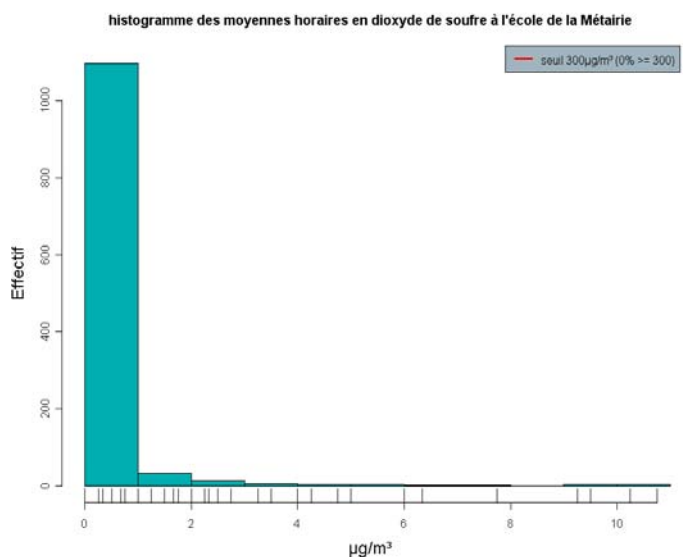
L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens et maxima en dioxyde de soufre enregistrés sur le site de l'école de la Métairie. Ces niveaux sont comparés dans les graphiques 19 et 20 avec le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.



Graphique 19 : moyennes journalières en SO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



Graphique 20 : maxima horaires en SO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



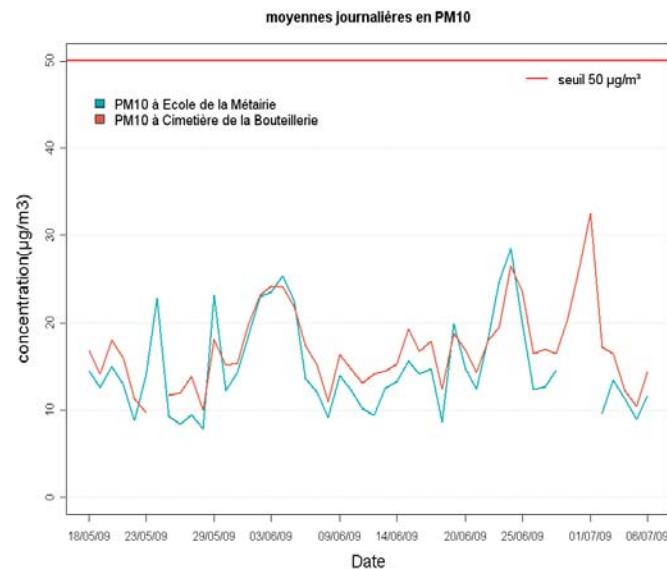
Graphique 21 : distribution des moyennes horaires en SO₂ dans l'environnement d'Arc en Ciel (école de la Métairie) durant la campagne 2009

Les concentrations enregistrées au cimetière de la Bouteillerie et sur le site de l'école de la Métairie sont proches et très faibles avec un niveau moyen inférieur à 1 µg/m³. Les maxima horaires les plus élevés sont de 11 et 3 µg/m³ respectivement au cimetière de la Bouteillerie et à l'école de la Métairie.

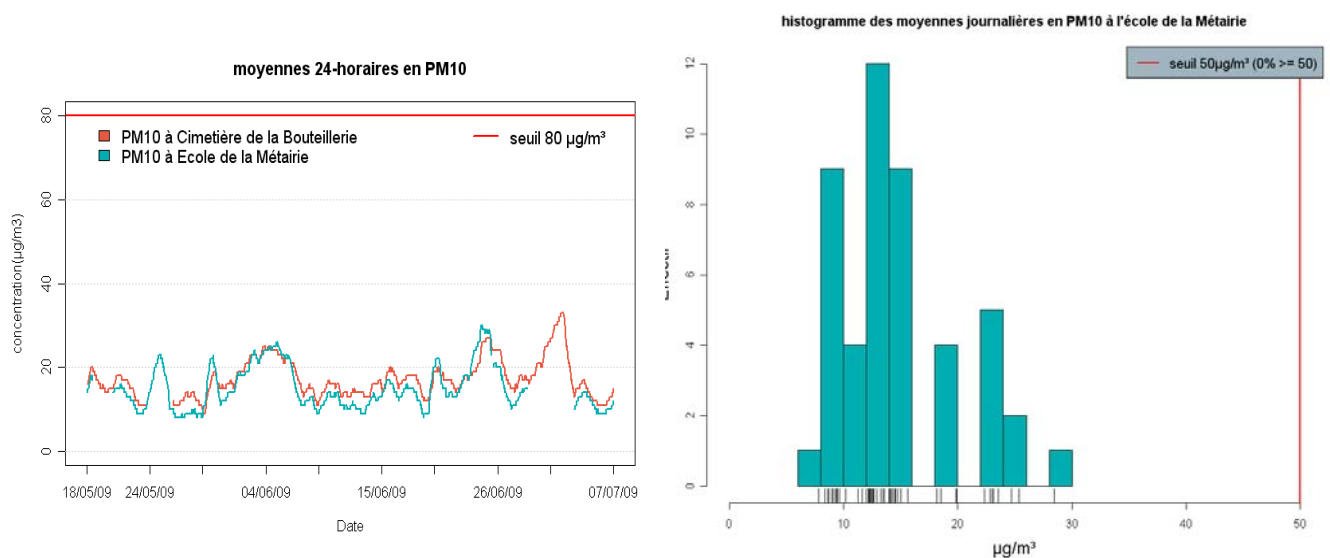
Les niveaux maximaux atteints à l'école de la Métairie sont inférieurs d'un facteur 67 au seuil d'information et de recommandation fixé à 300 µg/m³ sur une heure.

PM₁₀

L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens en PM₁₀ enregistrés sur le site de l'école de la Métairie. Ces niveaux sont comparés dans les graphiques 22 et 23 avec le site urbain du cimetière de la Bouteillerie.



Graphique 22 : moyennes journalières en PM₁₀ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



Graphique 23 : évolution des moyennes 24-horaires en particules PM₁₀ dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009

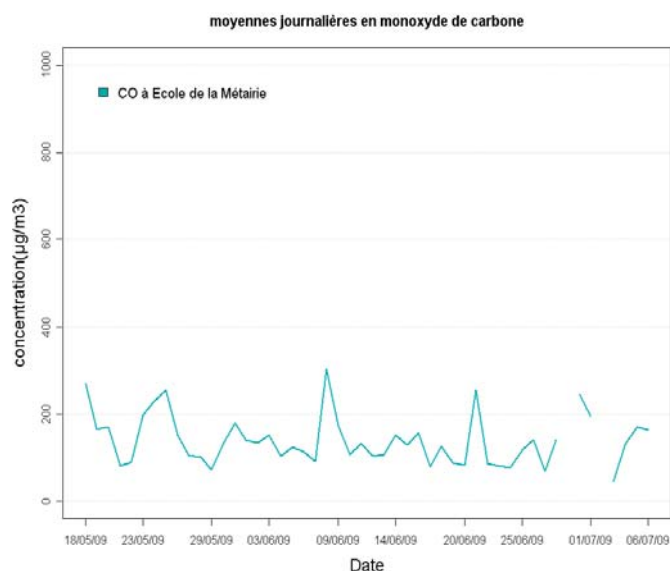
Graphique 24 : distribution des moyennes journalières en PM₁₀ dans l'environnement d'Arc en Ciel (école de la Métairie) durant la campagne 2009

Les concentrations enregistrées au cimetière de la Bouteillerie et sur le site de l'école de la Métairie sont similaires et faibles avec un niveau moyen journalier respectivement de 15 et 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La valeur limite fixée à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (à ne dépasser au maximum que 35 jours/an) n'a pas été atteinte. La moyenne journalière maximale obtenue à l'école de la Métairie représente 56 % de ce seuil.

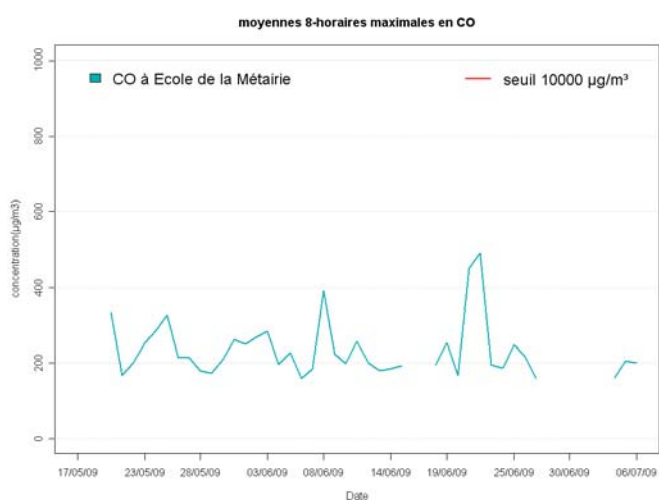
Le seuil de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3/24$ heures du CSHPF n'a pas été dépassé (graphique 23).

CO

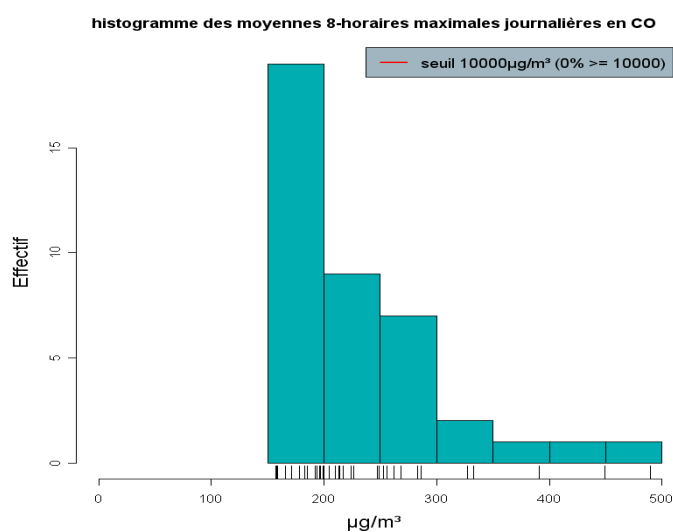
L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux moyens et maxima en CO enregistrés sur le site de l'école de la Métairie.



Graphique 25 : moyennes journalières en CO dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



Graphique 26 : évolution des moyennes 8-horaires maximales en particules CO dans l'environnement d'Arc en Ciel durant la campagne 2009



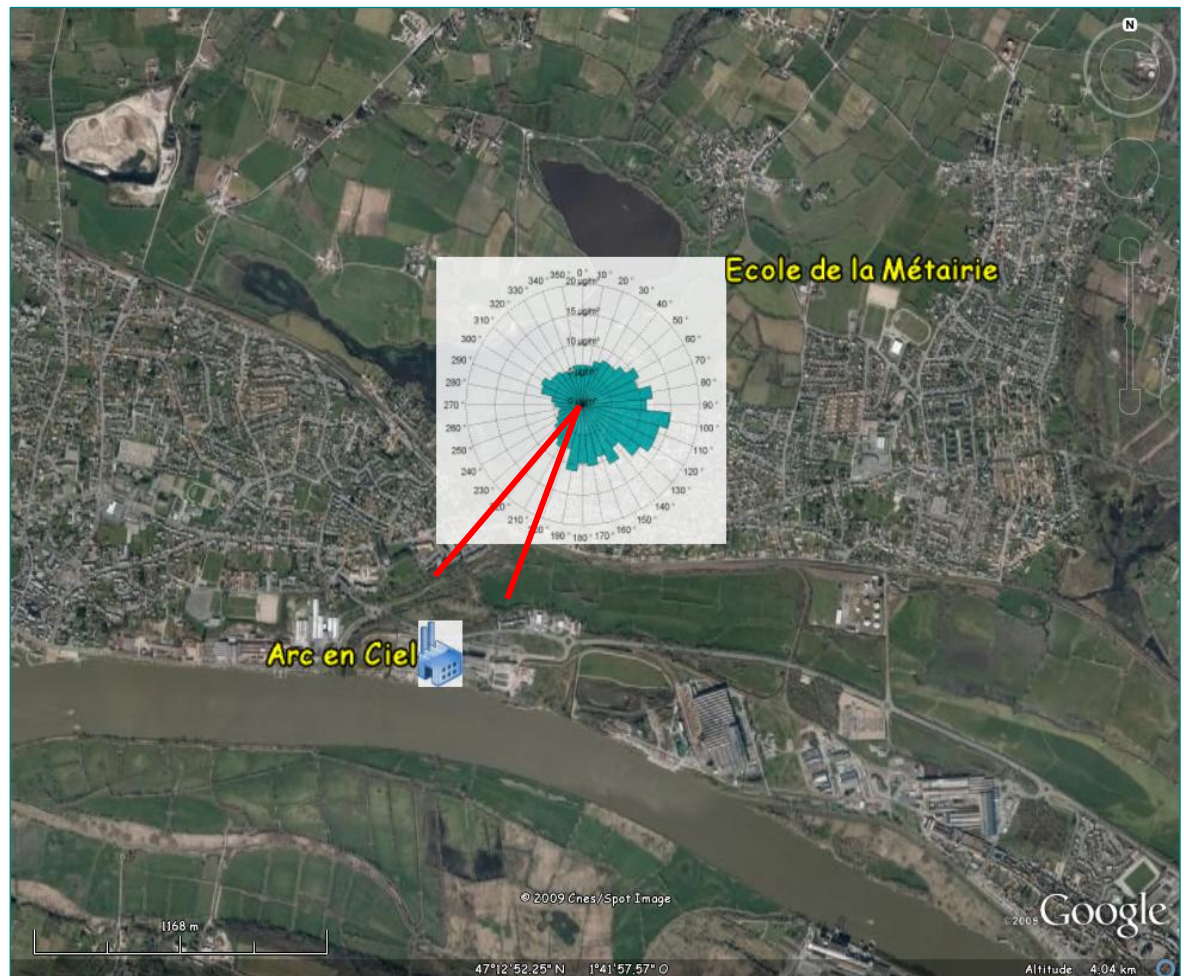
Graphique 27 : distribution des moyennes 8-horaires maximales en CO dans l'environnement d'Arc en Ciel (école de la Métairie) durant la campagne 2009

Les concentrations enregistrées sur le site de l'école de la Métairie sont faibles avec un niveau moyen journalier de 139 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux de monoxyde de carbone enregistrés sur la période de mesure restent très inférieurs à la valeur limite 8-horaires, les niveaux de pointe ($490 \mu\text{g}/\text{m}^3$) atteignent donc au maximum seulement 5 % de ce seuil.

analyse de l'impact d'Arc en Ciel

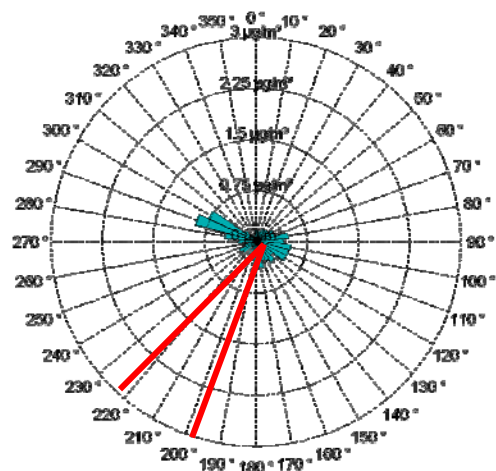
L'analyse de l'impact d'Arc en Ciel est étudiée pour le dioxyde d'azote à partir de l'étude de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents. Cette représentation permet d'identifier les secteurs de vent dans lesquels les sources de pollution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



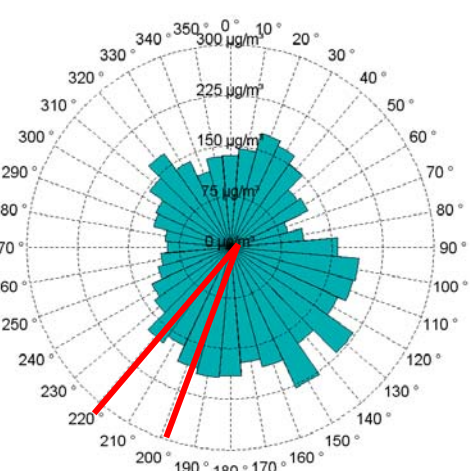
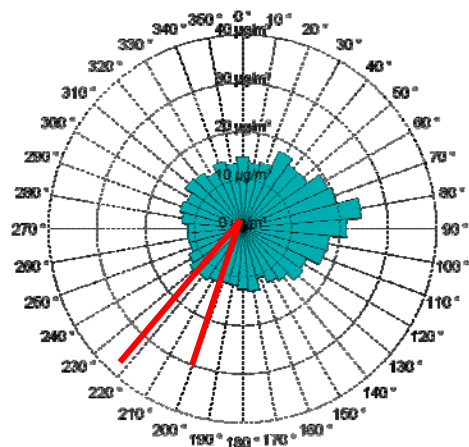
Graphique 28 : origine de la pollution au dioxyde d'azote à l'école de la Métairie (niveaux de pointe)

Pour des directions de vent comprises entre 200 et 220°, les niveaux en NO₂ ne sont pas augmentés sous les vents de l'UVE. Ceci suggère que les émissions d'Arc en Ciel n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO₂ mesurées à proximité. Cette observation est valable pour tous les autres polluants (graphique 30).

Concernant le dioxyde d'azote, le monoxyde de carbone et les particules PM₁₀, les élévations s'observent principalement par vent de sud-est ou d'est sous l'influence de l'agglomération nantaise et des autres établissements industriels localisés à l'est d'Arc en Ciel. Concernant le dioxyde de soufre, la faible augmentation des concentrations par vent de nord-ouest est à mettre en relation avec les émissions de la centrale thermique EDF de Cordemais.

SO₂

CO

PM₁₀

Graphique 29 : origine de la pollution pour différents polluants à l'école de la Métairie (niveaux de pointe)

conclusions et perspectives

De manière générale, et comme en 2008, les polluants réglementés sont nettement en dessous des seuils réglementaires et représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain.

Globalement, les teneurs en polluants sont en hausse par rapport à la campagne 2008, en particulier dans le cas des métaux (cuivre et nickel). Les niveaux se rapprochent toutefois de ceux enregistrés lors des campagnes 2005 et 2007. Rappelons que la campagne 2008 a eu lieu en période estivale au contraire des campagnes 2005, 2007 et 2009 qui se sont déroulées en hiver. En période hivernale, les conditions météorologiques sont plus propices à l'accumulation de polluants et les émissions sont plus élevées.

Le laboratoire mobile a également été mis en œuvre afin d'effectuer le suivi en continu des principaux indicateurs de pollution atmosphérique. La position de ce système de mesure a permis de discriminer l'origine de la pollution et les résultats montrent qu'il n'y a pas eu, pour les polluants mesurés durant la période de mesure, de dégradation particulière de la qualité de l'air sous les vents de l'établissement.

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 : résultats de dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques
- annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009

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

Tous les deux mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin bimestriel 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 dm²). L'ensemble flacon et entonnoir est protégé dans un tube en inox fixé au sol.



Photo 1 : collecteur installé sur site

période

Du 5 février au 30 mars 2009.

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

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 μ 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 /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. 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 dm²).



Photo 2 : vue d'une jauge Owen

période

Du 5 février au 30 mars 2009.

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 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/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.

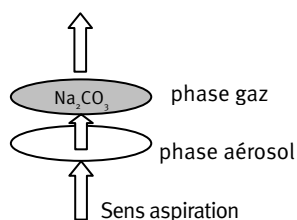
En 2005, un nouveau dispositif a été mis en œuvre qui permet la différenciation des chlorures particuliers et de l'acide chlorhydrique lors du prélèvement.



Photo 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 Na_2CO_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 µg/filtre soit pour un prélèvement hebdomadaire à 1/m³h de 0,01 µg/m³.

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 μm (PM₁₀) sur des filtres en fibre de quartz avec un débit de 1 m^3/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 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	0,005	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

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.

mesures des concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote

méthode - normes

Le dioxyde d'azote est mesuré par un analyseur spécifique appartenant au réseau permanent d'Air Pays de la Loire. 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 mesuré par un analyseur spécifique appartenant au réseau permanent d'Air Pays de la Loire. 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 mesuré par un analyseur spécifique appartenant au réseau permanent d'Air Pays de la Loire. 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 (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. Les particules plus fines, appelées PM_{2,5} (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.

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.

le monoxyde de carbone (CO)

Ce gaz provient des combustions incomplètes. Il est émis en grande partie (59 %) par le trafic routier. Le chauffage urbain, collectif ou individuel, vient en deuxième position avec 21 % des émissions. Dans l'atmosphère, il se combine en partie et à moyen terme avec l'oxygène pour former du dioxyde de carbone (CO₂). On le rencontre essentiellement au niveau du sol à proximité des sources d'émission. Il participe avec les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, à la formation d'ozone troposphérique.

le dioxyde de soufre (SO₂)

C'est le principal composant de la pollution « acide ». Malgré une diminution de 60 % en France entre 1980 et 1990, du essentiellement à la réduction de la production électrique par les centrales thermiques, le SO₂ provient à plus de 85 % de l'utilisation des combustibles contenant du soufre (fuel et charbon).

l'acide chlorhydrique (HCl)

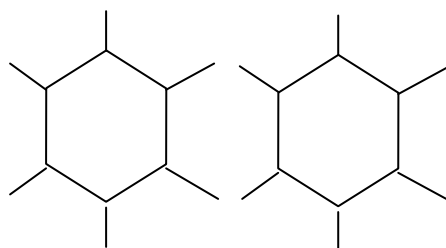
Ce polluant participe à la formation des retombées acides. Il provient surtout de l'incinération des ordures ménagères et, notamment, des plastiques comme le PVC (polychlorovinyle).

les dioxines et les furannes

Les émissions de dioxines et furannes en 2007 sont principalement dues à l'industrie manufacturière (78%) et au secteur du résidentiel/tertiaire (15%).

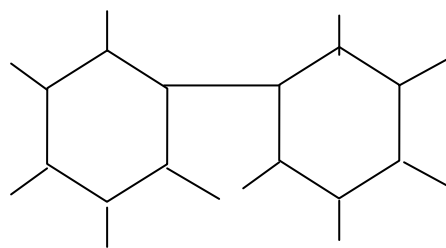
Contrairement aux autres polluants, l'exposition de l'homme passe très peu par l'air : les dioxines et les furannes s'accumulent le long des chaînes alimentaires (poisson, viande, lait,...) et l'ingestion d'aliments est responsable à 90 % de la contamination humaine.

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.



4

Dibenzo-para-dioxines



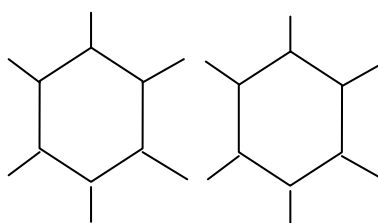
4

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 Sévéso) aura pour formule :



H

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

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 : concentrations en dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques

Le blanc a été soustrait aux concentrations mesurées lorsque celles-ci étaient supérieures à la limite de quantification.

Gendarmerie :

molécules	concentration (pg par kg)
OCCD	0,07
OCDF	0,14
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,14
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,14
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,14
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	16,03
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	73,17
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,69
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,14
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,14
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,14
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,14
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,14
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,14
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,34
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,34
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	7,21
Total I-TEQ	0,62

Coueron :

molécules	concentration (pg par kg)
Octachlorodibenzodioxine	0,06
Octachlorodibenzofurane	0,11
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,17
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,17
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,69
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	8,01
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	38,71
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,79
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,11
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,51
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,36
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,37
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,78
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,11
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	4,93
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,28
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	7,17
Total I-TEQ	1,10

Saint Jean de Boiseau :

molécules	concentration (pg par kg)
Octachlorodibenzodioxine	0,07
Octachlorodibenzofurane	0,13
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,13
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,13
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	1,20
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	10,88
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	59,71
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,07
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,13
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,13
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,13
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,13
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,13
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,13
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	2,39
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,33
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	3,14
Total I-TEQ	0,62

La Chauvinière

molécules	concentration (pg par kg)
Octachlorodibenzodioxine	0,06
Octachlorodibenzofurane	0,12
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,12
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,12
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	13,20
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	54,05
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,54
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,12
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,41
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,12
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,12
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,12
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,12
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	2,52
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,30
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,30
Total I-TEQ	0,69

La Tardière

molécules	concentration (pg par kg)
Octachlorodibenzodioxine	0,09
Octachlorodibenzofurane	0,18
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,18
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,18
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,18
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	2,25
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	7,45
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,09
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,18
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,18
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,18
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,18
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,18
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,18
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,46
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,46
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,46
Total I-TEQ	0,54

annexe 6 : seuils de qualité de l'air 2009

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02, 2003-1085 du 12/11/03 et 2007-1479 du 12/10/07 et 2008-1152 du 07/11/08 dir. 2008/50/CE du 21/05/08	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, circulaire du 12/10/07	Poussières (PM2.5) dir. 2008/50/CE du 21/05/08	Plomb décret 2002-213 du 15/02/02 et 2007-1479 du 12/10/07	Benzène décret 2002-213 du 15/02/02	Monoxyd e de carbone décret 2002-213 du 15/02/02	Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02	Arsenic	Cad- mium	Nickel	Benzo(a) pyrène
		décret 2008-1152 du 07/11/08												
valeurs limites	moyenne annuelle	-	42 ⁽¹⁾	30 ⁽²⁾	40	30 ⁽¹⁷⁾	0,5	6 ⁽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⁾ 210 ⁽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⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	125		-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-		-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80		-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30		0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	65 ⁽¹²⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹²⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 ⁽¹²⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹³⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽¹⁴⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	25 ⁽¹⁶⁾	-	-	-	-	0,006	0,005	0,02	0,001
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁵⁾	-	-	-		-	-	-	-	-	-	-	-

(1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 40)

(2) pour la protection de la végétation - applicable seulement sur les sites ruraux et périurbains

(3) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 1 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 5)

(4) pour la protection des écosystèmes - applicable seulement sur les sites ruraux

(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) – valeur applicable jusqu'au 31/12/2009

(8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) – valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 10 (valeur applicable à compter du 01/01/2010 : 200)

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.

(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

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

(13) pour la protection de la végétation : calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet

(14) en moyenne sur 5 ans à respecter au 1 janvier 2010

(15) pour la protection de la santé humaine : à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans à respecter au 1 janvier 2010

(16) valeur applicable au 1 janvier 2010

(17) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)

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] CITEPA – Inventaire des émissions de polluants dans l'atmosphère en France, substances relatives à la contamination par les polluants organiques persistants – mise à jour février 2008.
- [2] Ministère de l'Écologie et du Développement durable, résultats des mesures de dioxines et furannes à l'émission des usines d'incinération d'ordures ménagères, mars 2007.
- [3] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2008, rapport final, février 2009.
- [4] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement du CTVD Valoréna, campagne 2008, rapport final, janvier 2009.
- [5] Horstmann, Méthode Sampling bulk deposition of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans, *Atmospheric Environment*, **31** (18), 2977-2982.
- [6] Durif M., Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furannes autour d'une UIOM, INERIS, 1 décembre 2001.
- [7] 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.
- [8] Lig'Air, surveillance des retombées particulaires, dioxines et furannes, UTOM de Saran, mars – mai 2005, rapport final, 2005.
- [9] Lig'Air, surveillance des retombées particulaires, dioxines et furannes, UTOM de Saran, mai – juillet 2006, rapport final, 2006.
- [10] Lig'Air, surveillance des retombées particulaires, dioxines et furannes, métaux lourds, UIOM de Pithiviers, janvier – mars 2008, rapport final, 2008.
- [11] Lig'Air, surveillance des retombées particulaires, dioxines et furannes, métaux lourds, UTOM de Saran, septembre – novembre 2008, rapport final, 2009.
- [12] 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.
- [13] Atmo Poitou Charentes, Etude de l'impact de l'UVE de Poitiers sur son environnement, campagne 2008.
- [14] Atmo Poitou charentes, Etude de l'impact de l'UVE de la Communauté d'Agglomération de Poitiers sur son environnement, campagne 2007, rapport final, 2007.
- [15] Atmo Poitou charentes, Unité de valorisation énergétique de La Rochelle : Analyse des doxines et furannes dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques, campagne 2008, rapport final, janvier 2009.
- [16] Airnormand, Mesures de qualité de l'air dans l'environnement de VESTA et EMERAUDE, rapport d'étude n° E 05-14-06, 2006.
- [17] Airnormand, Mesures de qualité de l'air dans l'environnement de VESTA et EMERAUDE, rapport d'étude n° E 07-08-08, 2008.
- [18] Air C.O.M., Surveillance de la qualité de l'air: UIOM du SYVEDAC, rapport d'étude 2007
- [19] Air C.O.M., Surveillance de l'UIOM du SYVEDAC, rapport d'étude 2007.
- [20] Air C.O.M., Surveillance de l'UIOM du SYVEDAC, rapport d'étude 2008.
- [21] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2003, rapport final, décembre 2003.
- [22] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2004, rapport final, décembre 2004.
- [23] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2005, rapport final, décembre 2005.
- [24] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2006, rapport final, octobre 2006.
- [25] Air Pays de la Loire, Qualité de l'air dans l'environnement de l'UVE Arc en Ciel, campagne 2007, rapport final, juin 2007.

- [26] Garnaud S., 1999, Transfert et évolution géochimique de la pollution métallique en bassin versant. Thèse de doctorat de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.
- [27] Rossini P., Guerzoni S., Molinaroli E., Rampazzo G., De Lazzari A., Zancanaro A., 2005, Atmospheric bulk deposition to the lagoon of Venice, *Environmental International*, **31**, 959-974.
- [28] Huston R., Chan Y.C., Gardner T., Shaw G., Chapman H., 2009, Characterisation of atmospheric deposition as a source of contaminants in urban rainwater tanks, *Water Research*, **43**, 1630-1640.
- [29] Wong C.S.C., Li X.D., Zhang G., Qi S.H., Peng X.Z., 2003, Atmospheric deposition of heavy metals in the Pearl River Delta, China, *Atmospheric Environment*, **37**, 767-776.
- [30] Azimi S., 2004, Sources, flux et bilan des retombées atmosphériques de métaux en Ile-de-France, métaux lourds, UTOM de Saran, septembre – novembre 2008, rapport final, 2009.
- [31] Sabin L.D., Lim J.H., Stolzenbach K.D., Schiff K.C., 2005, Contribution of trace metals from atmospheric deposition to stormwater runoff in a small impervious urban catchment, *Water Research*, **39**, 3929-3937.
- [32] Ascoparg, Coparly, Sup'air, Plan de surveillance dioxines et métaux lourds : mesures de métaux lourds dans les retombées atmosphériques 2006-2007.
- [33] Air Languedoc-Roussillon, 2006, Surveillance de l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel, Bilan 2006 – Résumé.
- [34] Sandroni V., Migon C., 2002, Atmospheric deposition of metallic pollutants over the ligurian sea: labile and residual inputs, *Chemosphere*, **47**, 753-764.
- [35] Injuk J., Van Grieken R. and De Leeuw G., 1997, Deposition of atmospheric trace elements into the north sea: coastal, ship, platform measurements and model predictions, *Atmospheric environment*, **32**, 3011-3025.
- [36] Air Pays de la Loire, 2009, Evaluation de la pollution atmosphérique du quartier Pin Sec à Nantes, rapport d'étude, sous presse.
- [37] Airnormand, Mesures de la qualité de l'air autour de l'UIOM de Guichainville, octobre – novembre 2008, rapport d'étude, 2008.
- [38] Oramip, Réseau de suivi de la qualité de l'air autour du centre de valorisation des déchets urbains de Toulouse (SETMI), bilan 2007, rapport d'étude, 2008.
- [39] Air Languedoc-Roussillon, Surveillance de l'environnement de l'incinérateur de Lunel-Viel, Bilan 2006- Résumé.
- [40] Air Languedoc-Roussillon, Surveillance de l'environnement de l'Unité de Valorisation Energétique des Déchets (UVED) de Lunel-Viel, Bilan 2007- Résumé.
- [41] Air Languedoc-Roussillon, Surveillance de l'environnement de l'Unité de Valorisation Energétique des Déchets (UVED) de Lunel-Viel, Bilan 2008 - Résumé.

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AOT ₄₀	accumulated exposure over threshold 40
As	arsenic
BTX	benzène, toluène, xylènes
Cd	cadmium
C ₆ H ₆	benzène
CO	monoxyde de carbone
CSHPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
Cu	cuivre
Fe	fer
I-TEQ	équivalent toxiques dioxines et furannes
Meddm	Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer
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)
O ₃	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
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
TU	temps universel
UIOM	Usine d'Incinération des Ordures Ménagères
US EPA	Agence américaine de protection de l'environnement
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc
UVE	Unité de Valorisation Énergétique

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

précisions sur les calculs statistiques

Sauf indication contraire, les données de base utilisées dans les calculs statistiques sont bimensuelles pour les BTX, journalières pour les fumées noires 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'AOT₄₀, 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

