

Campagne 2003 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement ARC EN CIEL

Mesure des indicateurs
Interprétation des niveaux de concentration
Indications sur la contribution de l'UIOM

Décembre 2003

SOMMAIRE

■ Synthèse des résultats.....	1
■ Introduction	8
■ Présentation du site et de son environnement.....	9
1. Caractéristiques des installations	10
2. Implantation des sites de mesure	11
3. Inventaire des sources d'émission dans l'environnement.....	13
• Inventaires d'émissions	13
• Inventaire des sources au niveau local	14
4. Proximité de la population résidentielle	15
■ Présentation des moyens de mesure mis en œuvre	16
1. Périodes d'échantillonnage	17
2. Polluants mesurés et techniques associées.....	18
• Les concentrations atmosphériques.....	18
• Les retombées atmosphériques.....	22
■ Analyse des résultats de la campagne de mesure, évaluation de la contribution d'ARC EN CIEL.....	24
1. Situations météorologiques pendant la campagne.....	25
2. Mesures des retombées atmosphériques	27
• Mesures des dépôts de dioxines et furanes.....	27
• Retombées totales et solubles en métaux lourds, en ions chlorures et sodium	30
3. Les concentrations atmosphériques.....	31
• Chlorures totaux et gazeux	31
• Métaux lourds dans l'air.....	37
• Mesure du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote sur le site Vélodrome.....	41
■ ANNEXE.....	46
Annexe 1 : Roses des vents pendant les 7 semaines de campagne.....	47
Annexe 2 : concentrations en dioxines et furanes	51

RESUME-CONCLUSIONS

Contexte et objectifs

Arc en Ciel, située à Couëron en Loire-Atlantique, est un établissement de traitement global et de valorisation des déchets urbains. Il est composé d'un centre intermédiaire de conditionnement (CIC), d'une unité d'incinération, d'une unité de compostage, de filières de valorisation matières et d'un site agricole de remblai intégré (SARI).

Le centre d'incinération constitue la source majeure des rejets atmosphériques de l'ensemble de l'usine. Ce centre comprend deux fours d'une capacité nominale de 7 tonnes/heure (représentant 102 500 tonnes/an). L'énergie dégagée par l'incinération sous forme de vapeur est dirigée soit sur un turbo-alternateur où elle produit de l'électricité consommée sur place et vendue à EDF (20 000 Mwh/an), soit vers l'usine SOLLAC voisine. Son exploitation est actuellement soumise à arrêtés préfectoraux.

Depuis 1997, Air Pays de la Loire met en œuvre et réalise la campagne annuelle de surveillance de la pollution atmosphérique dans l'environnement de l'établissement.

Dans le cadre de l'arrêté préfectoral du 14 avril 2003 qui impose une surveillance des dioxines et furanes dans l'environnement de l'usine, Air Pays de la Loire a complété le dispositif de surveillance existant par la mesure des dépôts atmosphériques de dioxines et furanes sur les 3 sites situés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine (site urbain de la Chauvinière à Nantes et site rural à la Chataigneraie en Vendée).

Ce rapport rassemble l'ensemble des résultats obtenus sur l'année 2003.

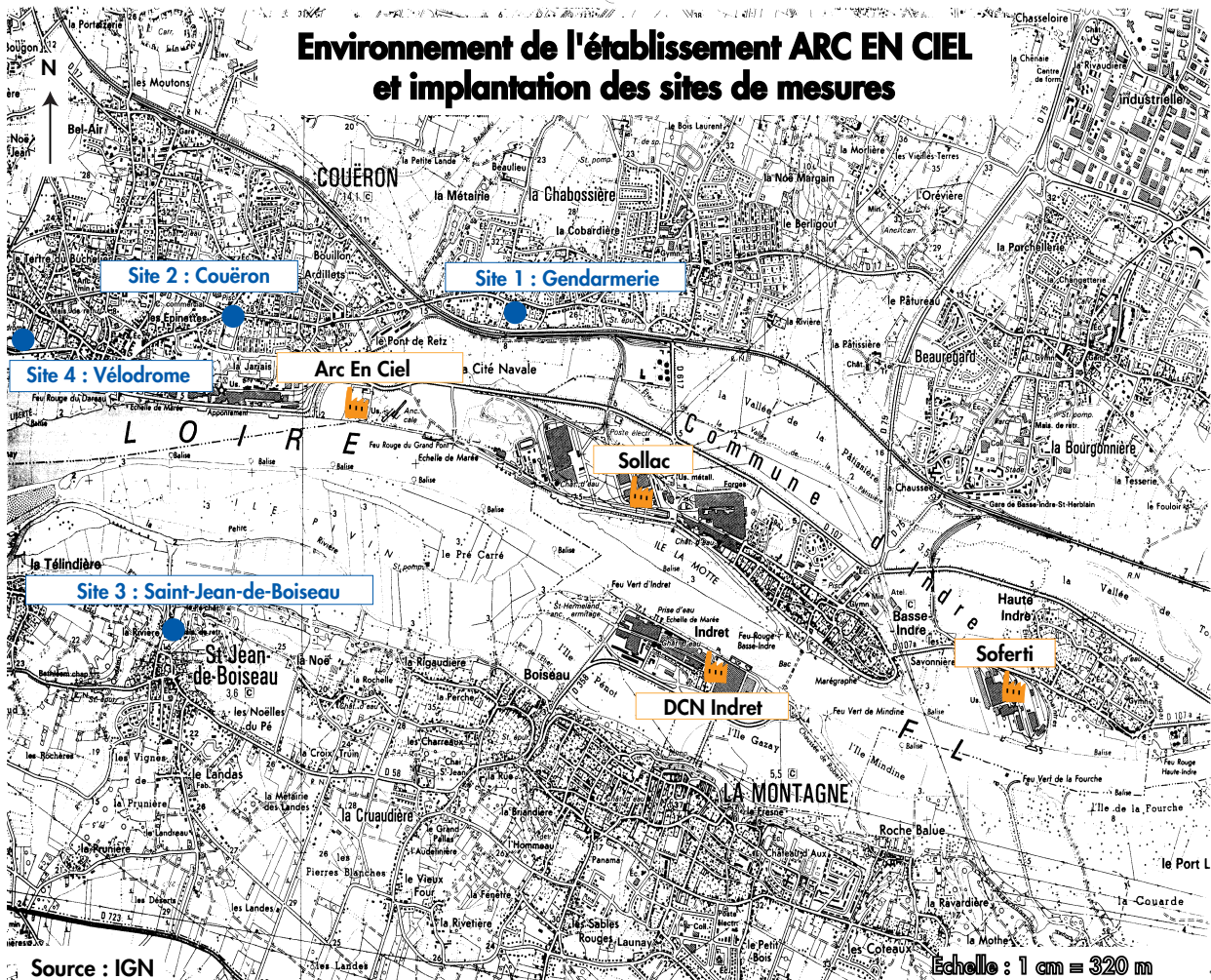
Les moyens

Quatre stations de surveillance.

Trois stations de surveillance ont été installées pendant 7 semaines entre le 24 juillet et le 11 septembre 2003 au niveau de **la Gendarmerie, dans le centre de Couëron, à Saint Jean de Boiseau** (cf. carte ci-après).

Le site Vélodrome (station permanente d'Air Pays de la Loire) accueille les appareils permanents de mesure du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote.

L'implantation des stations, validée par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, a été définie à partir d'une modélisation préalable des secteurs maxima de retombées, de la prise en compte des vents dominants et de la présence de secteur résidentiel.



Deux indicateurs de la pollution considérés : dépôts et concentrations

Deux indicateurs de la pollution atmosphérique ont été considérés dans cette étude :

- Les retombées atmosphériques ou dépôts via la collecte des eaux de pluies.
- et les concentrations atmosphériques via la mesure directe dans l'air.

De nombreux polluants mesurés

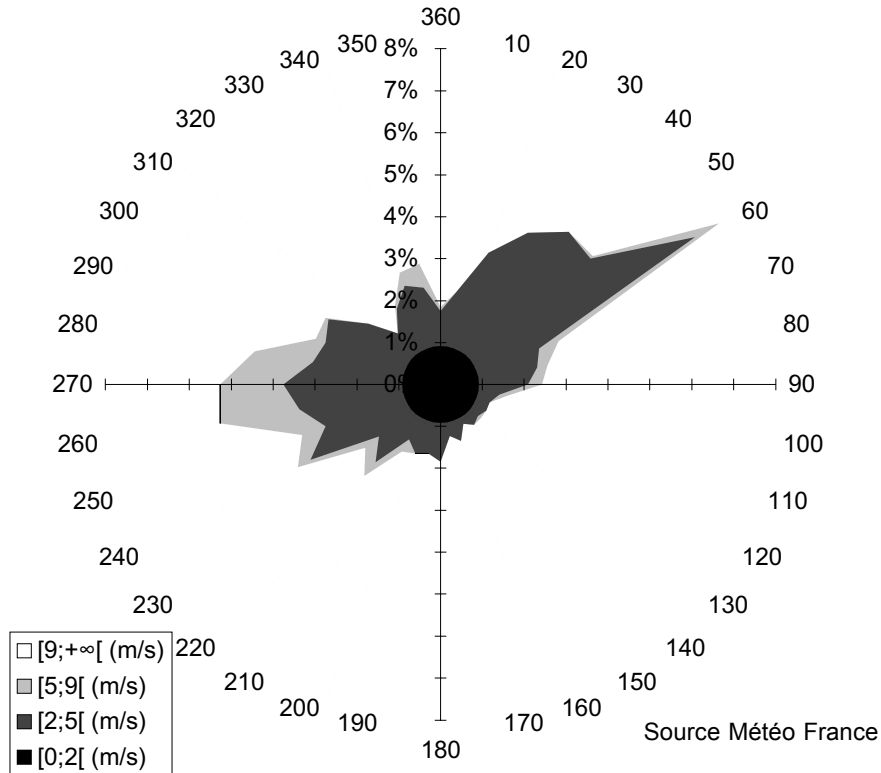
Comme les années précédentes, l'acide chlorhydrique via la mesure des chlorures, neuf métaux lourds (As, Ni, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Hg, Mn) ont été analysés dans l'air et dans la précipitation. Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote font également partie des polluants surveillés dans l'air.

Afin de répondre aux exigences de l'arrêté du 14 avril 2003, Air Pays de la Loire a complété le dispositif de surveillance existant par la mesure des dépôts atmosphériques de dioxines et furanes sur les 3 sites répartis dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine (site urbain de la Chauvinière à Nantes et site rural à la Chataigneraie, Sud Est Vendée).

LES RESULTATS

Analyse de la direction des vents

L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne (cf. rose des vents ci-dessous) montre une prédominance de vents de Nord Est et Sud Ouest conforme aux normales saisonnières.

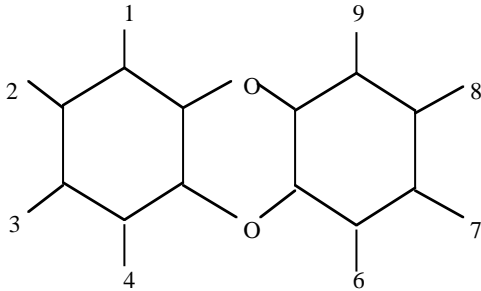


Sur la totalité de la campagne, les sites de Saint Jean de Boiseau et dans une moindre mesure le site de la Gendarmerie étaient les plus soumis au panache d'Arc en Ciel. Le site de Coüeron n'a pratiquement pas été sous les vents de l'usine.

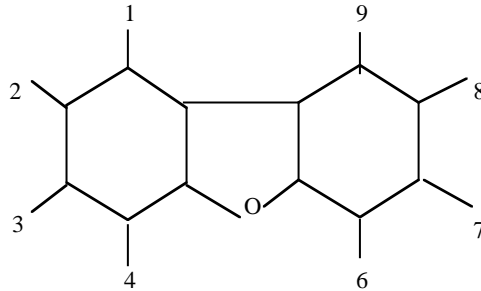
Les retombées atmosphériques

Les dépôts de dioxines et furanes

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



Dibenzo-para-dioxines



Dibenzofuranes

Formules des composés de base des PCDD et PCDF

Parmi les 210 dioxines et furanes, 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.

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 (OMS,1997) ce qui permet d'obtenir pour un échantillon donné sa teneur en « Equivalent toxiques dioxines et furanes ou I-TEQ».

Les eaux de pluies ont été collectées dans des flacons en verre préalablement nettoyés, abrités de la lumière par du papier d'aluminium et surmontés d'entonnoir en inox selon les préconisations de l'INERIS (Durif,2001).

Le tableau ci-après regroupe pour les 5 sites de mesure les dépôts exprimés en pg (équivalent toxiques)/m²/jour ainsi que les dépôts mesurés un suivi continu à la station météorologique de Bayreuth (site rural régional de fond) en Allemagne en 1994 et 1995.

	Gendarmerie	Couëron	St Jean de Boiseau	La Chauvinière	MERA	Bayreuth (Allemagne) Horstmann, 1997
dépôts total Dioxines et furanes (pg I-TEQ/m ² /j)	1,96	1,58	1,63	1,27	13,40	1,2 - 8

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

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

Les niveaux mesurés en 2003 en milieu urbain à Nantes et dans la station MERA sont du même ordre de grandeur que ceux enregistrés en zones rurale avant la mise aux normes des UIOM.

Les dépôts enregistrés à la station MERA sont légèrement supérieurs à ceux enregistrés en zones urbaines. Une éventuelle source parasite (feux de végétation par exemple) peut être à l'origine de cette différence.

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

Enfin, les dépôts enregistrés sur les trois site de surveillance d'Arc en ciel sont sensiblement égaux malgré la différence d'influence de l'UIOM

En conclusion, les rejets de dioxines et furanes d'Arc en Ciel ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les dépôts mesurés à proximité de l'établissement.

Les concentrations dans l'air

L'acide chlorhydrique dans l'air

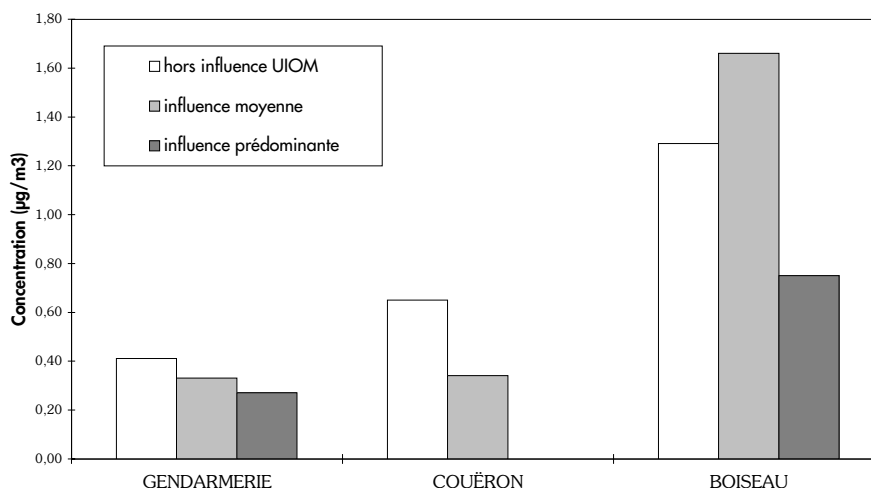
Les teneurs en acide chlorhydrique ont évolué entre 0 et $6,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les maxima ont été observés du 5 au 11 août sur le site de St Jean de Boiseau.

Les autres périodes, les niveaux en HCl sont restés le plus souvent inférieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND en 2002 sur 4 sites ruraux avant la réalisation d'une Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères variaient de $0,5$ à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. AIRPARIF a réalisé une étude sous le vent d'une UIOM en 1994 et évalué ces teneurs entre $1,5$ et $4,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La contribution de la phase gazeuse a été évaluée entre 40 et 60 % sur l'ensemble des sites. En 2002, cette contribution était estimée entre 10 et 30 %. Un apport de sels marins en provenance de l'océan plus important durant la campagne 2002 peut expliquer cette différence.

L'évaluation de l'impact des rejets d'HCl de l'installation a consisté à répartir les concentrations atmosphériques en chlorures gazeux observées sur chaque site en fonction de trois classes d'influence de l'UIOM (prédominante, moyenne et hors influence) (cf. graphique ci-après).

Persistance de l'influence d'Arc en Ciel et teneurs en HCl ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Sur les trois sites, les concentrations moyennes en chlorures gazeux sont indépendantes de la durée pendant laquelle la station est placée sous les vents de l'usine. Cette observation suggère que les rejets d'HCl de l'usine n'ont pas été détectés dans les concentrations moyennes au sol mesurées dans l'environnement de l'établissement.

[†] La teneur en acide chlorhydrique dans l'air a été estimée en prenant en compte la contribution de l'océan (apport d'ions chlorures sous forme particulaire).

Les métaux lourds dans l'air

Concentrations moyennes et comparaisons aux normes

Métal analysé	Arc en Ciel 2003	Concentrations typiques en milieu urbain ¹	Normes de qualité de l'air
Zinc	0,2 – 19 ng/m ³		
Plomb	0,02 – 7 ng/m ³		250-500 ng/m ³ (a)
Cuivre	0,12 – 6 ng/m ³		
Manganèse	0,2 – 6 ng/m ³		1000 ng/m ³
Nickel	0,1 – 4 ng/m ³	1,4-13 ng/m ³	
Chrome	0,04 – 3 ng/m ³		
Arsenic	0,02 – 0,3 ng/m ³	0,5- 3 ng/m ³	
Cadmium	0,01 – 0,2 ng/m ³	0,2 2,5 ng/m ³	10-20 ng/m ³
Mercure	< 0,03 ng/m ³		1000 ng/m ³

(a) : objectif de qualité et valeurs limite du décret du 15 février 2002

(b) : valeurs guides OMS

en bleu : éléments pour lesquels les UIOM sont considérées comme étant des sources significatives

En extrapolant à une année les résultats obtenus autour d'Arc en Ciel pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et à fortiori la valeur limite définies pour Pb dans le décret du 15 février 2002, ainsi que les normes OMS aient été respectées. Concernant le cadmium, l'arsenic et le nickel, les concentrations dans l'environnement d'Arc en Ciel se situent au niveau de la valeur inférieure des concentrations typiques observées en milieu urbain.

Indications sur l'impact d'Arc en Ciel

Sur la durée de la campagne, les sites de Boiseau et la Gendarmerie ont été les plus longtemps soumis à l'influence d'ARC EN CIEL. Le site de Couëron n'a quasiment jamais été sous les vents de l'établissement.

Dans ces conditions, il a été observé que, en moyenne, pour 4 des 9 métaux sélectionnées dans cette étude (Cu, Mn, Ni et Pb) les concentrations mesurées sur le site de la gendarmerie sont supérieures d'un facteur 2 à 3 à celles enregistrées sur le site de Couëron.

¹ Groupe de travail de la commission Européenne – octobre 200

Concentrations en dioxyde de soufre et en dioxyde d'azote

Les niveaux en dioxyde de soufre enregistrés sur le site Vélodrome sont restés très faibles et largement inférieurs aux seuils réglementaires. La pollution au dioxyde d'azote a été faible et conforme à la réglementation.

L'analyse de la pollution en fonction de la direction des vents indique un impact de l'établissement EDF de Cordemais sur la pollution au dioxyde de soufre

Concernant le dioxyde d'azote, les concentrations augmentent lorsque le site de mesure se retrouve placé sous des vents d'est, en provenance de Couëron et des industries proches, et notamment d'ARC EN CIEL.

Conclusions

De manière générale, les concentrations observées sont, comme les années précédentes, nettement en dessous des seuils réglementaires et sont aussi représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain. Les riverains de l'usine sont donc soumis à une qualité de l'air très acceptable.

INTRODUCTION

L'Arrêté Préfectoral du 2 juillet 1992 impose que l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) Arc en Ciel soit l'objet d'une surveillance annuelle de la qualité de l'air dans son environnement. Un second arrêté préfectoral en date du 14 avril 2003 impose la mise en œuvre par l'exploitant, d'un programme de surveillance de l'impact de l'installation et en particulier des dioxines sur l'environnement.

L'établissement est implanté en Loire-Atlantique sur la commune de Couëron, à environ 2 km à l'est du centre bourg, sur la rive droite de la Loire.

Depuis 1997, Air Pays de la Loire, dispositif de surveillance de la pollution atmosphérique dans la région, réalise pour la société Arc en Ciel la mise en place de la campagne de mesures ainsi que l'interprétation des résultats en terme de qualité de l'air.

Pour répondre aux objectifs de l'étude d'impact, Air Pays de la Loire a mis en place, en 2003, comme les années précédentes, sur 3 sites répartis dans l'environnement de l'usine Arc en Ciel, plusieurs systèmes de prélèvement permettant la mesure des polluants atmosphériques suivants : poussières, métaux lourds et acide chlorhydrique. Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote ont également été mesurés sur un quatrième site.

Afin de répondre aux exigences de l'arrêté du 14 avril 2003, Air Pays de la Loire a complété le dispositif de surveillance existant par la mesure des dépôts totaux de dioxines et furanes sur les 3 sites répartis dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur deux autres sites non influencés par l'usine.

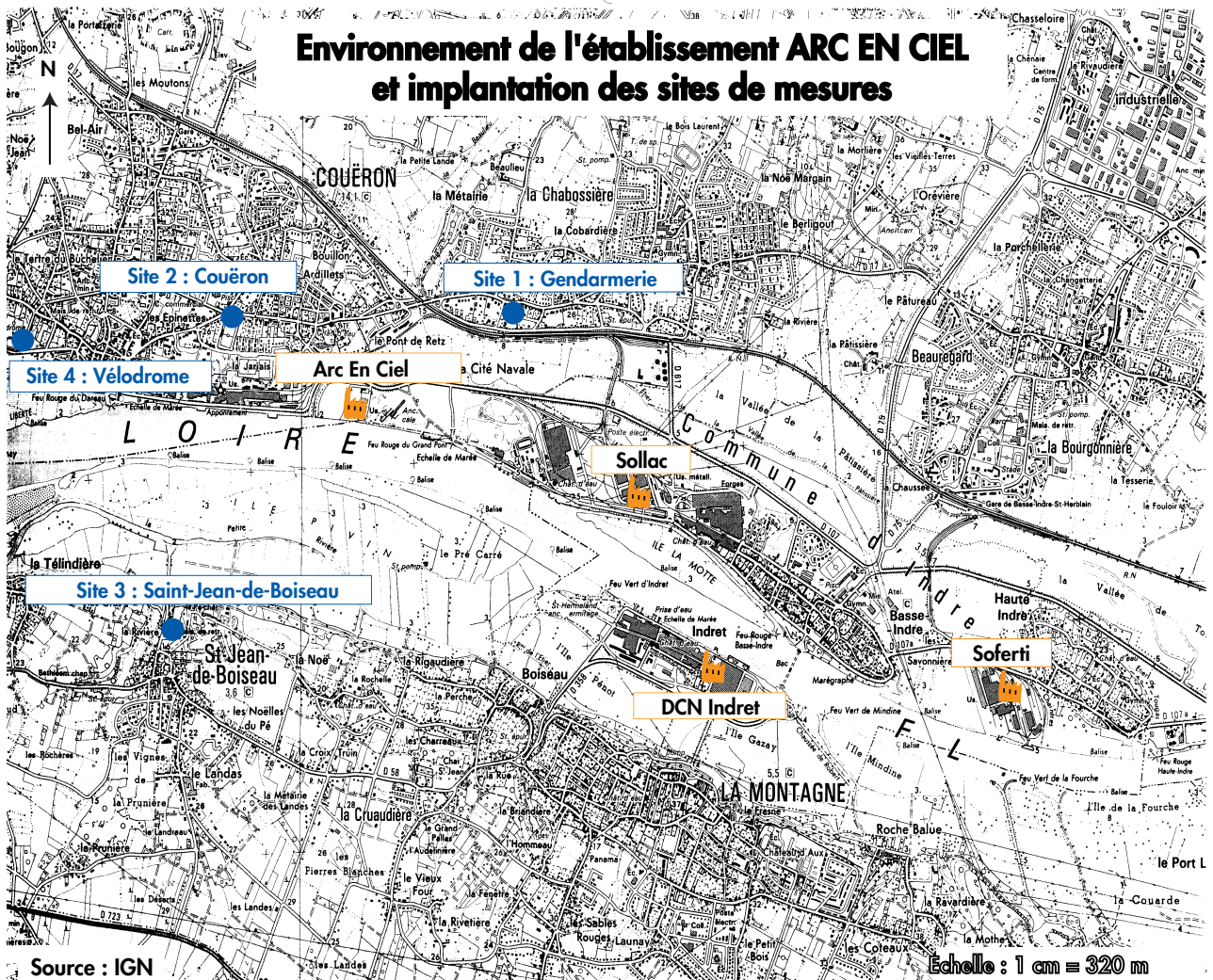
La période d'échantillonnage s'est déroulée du 24 juillet au 11 septembre 2003.

Ce rapport présente :

- L'usine ARC EN CIEL et son environnement (sources d'émission, présence de population),
- Les moyens mis en œuvre pendant la campagne,
- L'analyse des niveaux de qualité de l'air mesurée (par comparaison avec les normes de qualité de l'air et d'autres situations de référence),
- des indications de la contribution des activités d'ARC EN CIEL sur les concentrations enregistrées.

I- PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Environnement de l'établissement ARC EN CIEL et implantation des sites de mesures



I.1. Caractéristiques des installations

Arc en Ciel est un établissement de traitement global et de valorisation des déchets urbains. Il est composé d'un centre intermédiaire de conditionnement (CIC), d'une unité d'incinération, d'une unité de compostage, de filières de valorisation matières et d'un site agricole de remblai intégré (SARI).

Le site est situé sur la commune de Couëron, sur la rive droite de la Loire et est accessible par la départementale 107 (cf. plan de situation, en page précédente).

Le circuit des déchets comprend les unités de tri, de traitement et de valorisation.

Le centre d'incinération constitue la source majeure des rejets atmosphériques de l'ensemble de l'usine. Ce centre comprend deux fours d'une capacité nominale de 7 tonnes/heure (représentant 102 500 tonnes/an). L'énergie dégagée par l'incinération sous forme de vapeur est dirigée soit sur un turbo-alternateur où elle produit de l'électricité consommée sur place et vendue à EDF (20 000 Mwh/an), soit vers l'usine SOLLAC voisine.

Pour limiter l'impact de ses activités sur la qualité de l'air, l'unité d'incinération est équipée des techniques d'épuration des fumées suivantes : neutralisation par voie semi-humide, refroidissement et dépoussiérage électrostatique.

Ces dispositions permettent (réf. Arc en Ciel) de garantir des valeurs limites d'émission conformes aux prescriptions de l'Arrêté Préfectoral du 2 juillet 1992. Ces valeurs, proposées par la DRIRE des Pays de la Loire, sont plus sévères que celles exigées par l'Arrêté Ministériel du 25 janvier 1991 relatif aux installations d'incinération de résidus urbains.

I.2. Implantation des sites de mesure

Le choix de l'implantation de 3 stations de mesure a été défini, dès l'année 1992, par la DRIRE des Pays de la Loire en concertation avec Air Pays de la Loire, en tenant compte à la fois :

- De la zone de retombée maximale au sol du panache dans les conditions de stabilité atmosphérique 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'habitations,
- De la disponibilité d'infrastructures d'accueil sur le terrain.

Les caractéristiques des 3 sites de mesure retenus sont récapitulées dans le tableau 1. Ce tableau inclut également le site installé sur le stade Vélodrome sur la commune de Couëron. Cette station est prioritairement dédiée à la surveillance du dioxyde de soufre en provenance de l'établissement EDF à Cordemais mais elle est également positionnée dans les secteurs de retombées maximales du panache en provenance d'Arc en Ciel.

Tableau 1 - Caractéristiques des sites de mesure

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

Le modèle gaussien de dispersion atmosphérique mis au point en 1996 par Air Pays de la Loire à partir des travaux de A.G. FORSDYKE¹ a confirmé depuis la concordance entre les implantations de ces sites et les secteurs de retombées maxima en provenance de l'établissement Arc en Ciel. Par conséquent, le suivi historique de l'impact de l'usine est maintenu.

1 : A.G. FORSDYKE, Facteurs météorologiques de la pollution atmosphérique, Note technique 114 de l'Organisation Météorologique Mondiale (OMM).

Photo 1 - Etablissement Arc en Ciel vu du site Gendarmerie



I.3. Inventaire des sources d'émission dans l'environnement

I.3.1. INVENTAIRES D'EMISSIONS (LOCAL ET NATIONAL)

L'inventaire des sources de pollution dans l'environnement d'ARC EN CIEL a été étudié principalement à partir de :

Métaux lourds : l'inventaire sectoriel local des émissions sur l'unité urbaine de Nantes réalisé par le CITEPA pour l'année 1999

Tableau 2 - Estimation en kilogrammes des émissions de métaux lourds sur l'unité urbaine de Nantes en 1999 par secteur (CITEPA – décembre 2001)

	Transformation d'énergie	Industrie manufacturière	Traitement des déchets	Résidentiel /tertiaire	Agriculture/ sylviculture	Transport routiers	Autres transports	TOTAL
As	1,32	0,66	3,7	0	0	0	0	5,68
Hg	1,25	5,79	39,2	1,83	0	0	0	48,07
Cd	0,33	0,22	18	1,83	0	0	0	20,38
Cr	2,53	3,56	9	0,02	0	0	0	15,11
Cu	2,07	3,75	28	2,63	0	0	244	280,45
Se	1,11	0,83	0,23	0	0	0	0	2,17
Ni	179,8	89,9	2	0,03	0	0	0,06	271,79
Pb	2,55	2,16	101	36	0	4625	0,6	4767,3
Zn	7,6	13,6	3508	37,6	0	0	0	3566,8

Cet inventaire indique que sur l'unité urbaine de Nantes, le secteur du traitement des déchets constitue une source prépondérante en métaux lourds pour l'arsenic, le mercure, le cadmium, le chrome et le zinc.

Acide chlorhydrique : l'inventaire réalisé en 1994 au Royaume Uni par le National Environmental Technology Centre (NETCEN : organisme de référence sur l'environnement au Royaume-Uni)

Tableau 3 - Estimation en tonnes des émissions d'HCl au Royaume-Uni par secteur en 1994 (source : NETCEN)

COMPOSE	Grandes Installations de combustions	Autres installations de combustions (procédés, résidentiels et tertiaires, raffineries, ...)	Incinération d'ordures	Transport routier	Autres	TOTAL
HCl	15 936	2 112	1 152	< 100	négligeable	19 300

D'après cette source, le charbon est, loin devant le fuel, le principal combustible à l'origine des rejets d'HCl des installations de combustions. Le secteur des UIOM représente environ 6 % des émissions.

I.3.2. INVENTAIRE DES SOURCES AU NIVEAU LOCAL

I.3.2.1. Contributions de type industriel

Dans les environs d'Arc en Ciel sont implantés plusieurs établissements industriels (cf. plan de situation) qui peuvent contribuer à la pollution atmosphérique de l'environnement :

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

Les sociétés EDF et USINOR PACKAGING sont des émetteurs importants et sont assujetties à la taxe générale sur les activités polluantes. En revanche, les rejets de DCN Indret et SOFERTI sont plus faibles.

Tableau 4 - Rejets des établissements soumis à la taxe parafiscale dans l'environnement d'Arc en Ciel

Etablissement	Tonnages émis en 2001			
	SO2	NOx	COV	HCl
EDF	3 262	12 334	78	514
Usinor Packaging	0,3	35	98	-
ARC EN CIEL	-	188	-	-
	rejet 2000			

(Source : DRIRE des Pays de la Loire)

I.3.2.2. Transport routier

A 100 mètres de l'usine Arc en Ciel, est localisée une voie à trafic modéré (la D107). Les émissions de métaux lourds concernaient principalement le plomb à la date de l'inventaire (1999). Le plomb dans l'essence a été définitivement supprimé au 1er janvier 2000.

I.3.2.3. Transport ferroviaire

À environ 600 mètres de l'usine Arc en Ciel est située la ligne SNCF Saint Nazaire-Nantes. Selon le CITEPA, le secteur du trafic ferroviaire est responsable de la majorité des émissions de cuivre en France et au niveau local (cf. tableau 2) dont l'origine provient de l'usure des caténaires induit par le passage des locomotives.

I.4. Proximité de la population résidentielle

L'usine d'incinération est implantée sur la commune de Couëron appartenant à la Communauté Urbaine de Nantes (environ 500 000 habitants) dont le centre est localisé à 10 km à l'est.

À l'échelle locale, le site est situé à 2 km à l'est du centre ville de Couëron, à 5 km à l'ouest d'Indre, à 4 km au nord-ouest de La Montagne et à 2,5 km au nord-est de Saint Jean de Boiseau. Les données de population de ces quatre communes sont les suivantes :

Tableau 5 - Données de population des quatre communes environnant le site d'Arc en Ciel

	Population	Superficie (km²)	Densité (hab/km²)
Couëron	17 808	44,03	404
La Montagne	5 841	3,64	1 605
Saint Jean de Boiseau	4 562	11,40	400
Indre	3 643	4,72	772

(Source : INSEE 1999)

D'autre part, il existe une zone d'habitat très diffuse située à 160 m du site (lieu dit "La Cité Navale").

II. PRESENTATION DES MOYENS DE MESURE MIS EN ŒUVRE

II.1. Périodes d'échantillonnage

Tableau 6 - Dates correspondant aux périodes d'échantillonnage

Période	Dates
1	du 24 au 31 juillet
2	du 31 juillet au 7 août
3	du 7 au 14 août
4	du 14 au 21 août
5	du 21 au 28 août
6	du 28 août au 4 septembre
7	du 4 au 11 septembre

La campagne s'est déroulée du 24 juillet au 11 septembre 2003. La campagne comporte donc 7 semaines de prélèvement.

II.2. Indicateurs considérés, polluants et techniques de mesures associés

Deux types d'indicateurs de la pollution atmosphérique ont été considérés :

- Les concentrations atmosphériques
- Les retombées atmosphériques (dépôts)

Pour chaque indicateur, plusieurs polluants ont été mesurés à l'aide de différentes techniques de collecte et d'analyse.

II.2.1. Les concentrations atmosphériques

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

- 8 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⁻) et sodium (Na⁺) de façon à discriminer l'origine marine des ions Cl⁻ et déterminer les teneurs en HCl.

Pour mesurer les concentrations atmosphériques de ces polluants, Air Pays de la Loire a mis en œuvre, sur chacun des 3 sites, deux systèmes de prélèvement.

II.2.1. 1. Prélèvements par barboteurs (mesure des chlorures et du sodium)

Photo 2 - Vue du dispositif séquentiel de prélèvement par barboteurs



- Méthode : barbotage de l'air ambiant dans une solution bi-distillée (sans filtre amont),
- Pas de temps : prélèvement journalier de 0 à 24 h TU,
- Mise en œuvre : au début de chaque période d'une semaine, installation sur le site de 7 barboteurs asservis à une horloge,
- Analyse de chaque solution par le laboratoire Calydra : la méthode analytique utilisée pour mesurer l'élément sodium est l'absorption atomique avec flamme (norme NFT 90-020). Depuis l'année 1998, la détermination de la masse en ions Cl⁻ s'effectue par chromatographie ionique (norme NF ISO 10304-1) afin d'abaisser les limites de quantification.

Pour les techniques utilisées, les limites de quantification sont les suivantes :

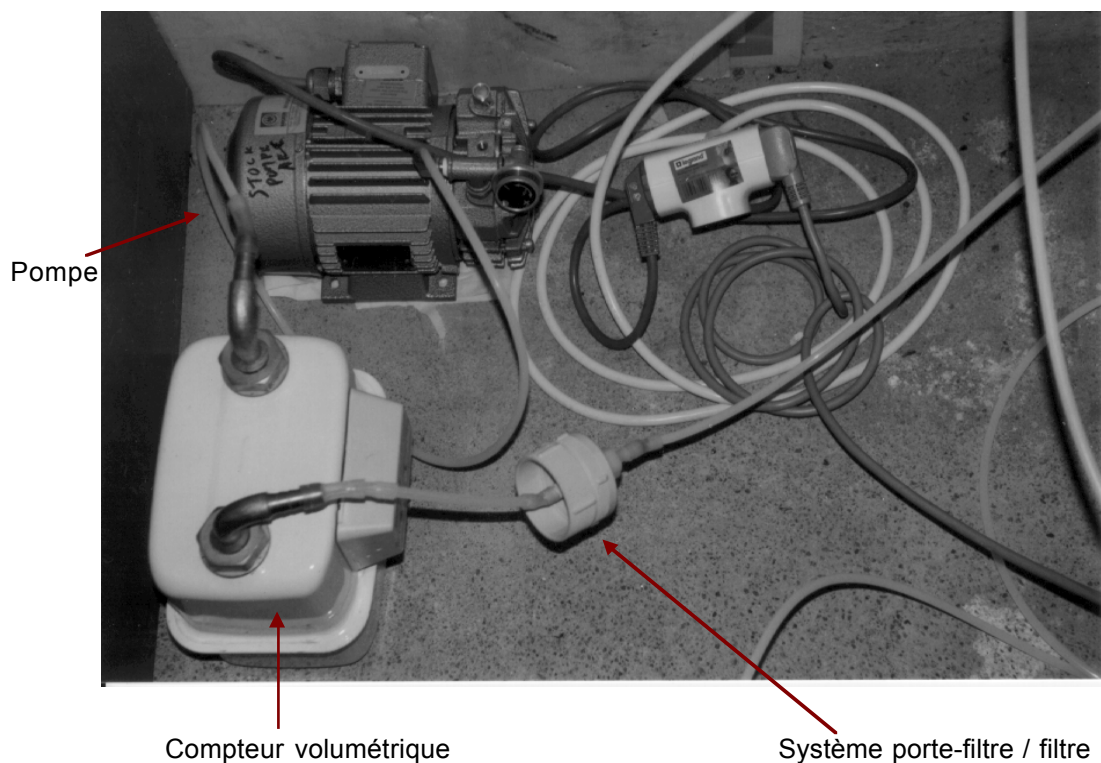
Tableau 7 - limites de quantification pour les éléments Cl⁻ et Na⁺

Limites de quantification		
	mg/l (concentration en solution)	µg/m ³ (concentration dans l'air dans les conditions de prélèvement)
Cl ⁻	0,01	0,3
Na ⁺	0,01	0,3

La mise en œuvre de cette technique est complétée par l'implantation sur chaque site d'un barboteur contenant effectivement de l'eau distillée mais ne prélevant pas l'air ambiant (barboteur "passif"). L'analyse de son contenu permet ainsi de déterminer le "blanc" de la mesure.

II.2.1. 2. Prélèvements sur filtres (mesures des métaux)

Photo 3 - Vue d'un système de prélèvement par filtre



- Méthode : collecte des particules en suspension sur des filtres en fibre de quartz avec un débit de 1,5 m³/h,
- Pas de temps : prélèvement hebdomadaire,
- Mise en œuvre : au début de chaque période d'une semaine, installation sur le site d'un système pompe-filtre,
- Analyse de chaque filtre par le laboratoire lanesco : détermination de la masse en métaux lourds selon la norme NFT 90-119 «Spectrométrie d'Absorption Atomique avec atomisation électrothermique» pour As, Cr, Cu, Mn, Ni et Pb, selon la norme NFT 90-112 «Spectrométrie d'Absorption Atomique dans la flamme» pour Zn, selon la norme NFT 90-113 «Spectrométrie d'Absorption Atomique sans flamme» pour Hg et selon la norme NF EN ISO-5961 pour Cd.

Les niveaux moyens hebdomadaires en métaux lourds (en ng/m³) 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 8 en µg/filtre et dans les conditions de prélèvement décrites ci-dessus, en ng/m³ :

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

Tableau 8 - limites de quantification pour les métaux lourds

	Limites de quantification	
	µg/filtre	ng/m ³
As	0,01	0,04
Cd	0,002	0,01
Cr	0,01	0,04
Cu	0,01	0,04
Mn	0,05	0,19
Hg	0,01	0,04
Ni	0,01	0,04
Pb	0,05	0,19
Zn	0,05	0,19

II.2.1. 3. Analyseurs automatiques (mesure du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote)

Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote sont mesurés quart d'heure par quart d'heure sur le site Vélodrome par un analyseur spécifique appartenant au réseau permanent d'Air Pays de la Loire. Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote sont détectés respectivement grâce au principe de fluorescence UV et grâce à la technique de chimiluminescence. Les données quart horaires sont stockées dans une station d'acquisition et envoyées deux fois par jour au poste central.

II.2.1. 4. Lignes de prélèvement d'air

Les dispositifs de mesure sont reliés à l'extérieur par une ligne d'échantillonnage. Un exemple type est fourni sur la photo suivante.

Photo 4 - ligne d'échantillonnage



II.2.2. Les retombées atmosphériques

II.2.2.1. Mesures des dioxines et furannes

- Méthode : collecte des précipitations atmosphériques dans des flacons en verre abrités de la lumière par du papier d'aluminium et surmontés d'entonnoir en inox (surface de collecte de 3,14 dm²). L'ensemble flacon et entonnoir est protégé dans un tube en polyéthylène fixé au sol.

Photo 5 - Vue détaillée des différents éléments constituant le collecteur



Photo 6 - Collecteur installé



- Pas de temps : du 24 juillet au 11 septembre
- Mise en œuvre : en début de campagne, installation sur le site d'un système de collecte et retrait en fin de campagne.
- Analyse des eaux de pluie par le laboratoire CARSO : détermination de 25 dioxines (polychlorodibenzo-para-dioxines ou PDD) et furanes (polychlorodibenzofuranes ou PCDF) dont 17 considérés comme toxiques. La quantification a été réalisée par Chromatographie Gazeuse Haute Résolution couplée à un Spectromètre de Masse Haute Résolution (HRGC/HRMS) selon la norme US EPA 1613. Un marquage isotopique de chaque échantillon permet déterminer les taux de récupération de chaque molécule. Les méthodes utilisées permettent d'obtenir des taux de récupération compatibles avec les valeurs cibles indiquées dans EPA 1613 (50 à 130 % pour les 17 congénères).

La limite de quantification dans l'eau est de 0,7 pg (Equivalent Toxique Dioxine , furanes I-TEQ,) par litre pour un prélèvement d'au moins un litre. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en pg I-TEQ /m²/jour. Une présentation plus complète des dioxines et furanes est reportée dans la paragraphe III.2.1.

II.2.2.2. Mesures des métaux, Chlorures et sodium

Méthode : collecte des précipitations atmosphériques dans des jauges Owen (surface d'exposition de 6,6 dm²),

Photo 8 - Vue d'une jauge Owen



- Pas de temps : 1 séquence, du 24 juillet au 11 septembre,
- Mise en œuvre : installation d'une jauge Owen sur chaque site en début de campagne et retrait en fin de campagne,
- Analyse des eaux de pluie par le laboratoire Calydra : détermination de la masse des matières en suspension (MES) par filtration sur filtre en fibre de verre, de la masse en chlorure, de la masse en métaux lourds.
La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en mg/m²/jour pour les chlorures, le sodium et les matières en suspension et en µg/m²/jour pour les métaux lourds.

III. ANALYSE DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE MESURE EVALUATION DE LA CONTRIBUTION D'ARC EN CIEL

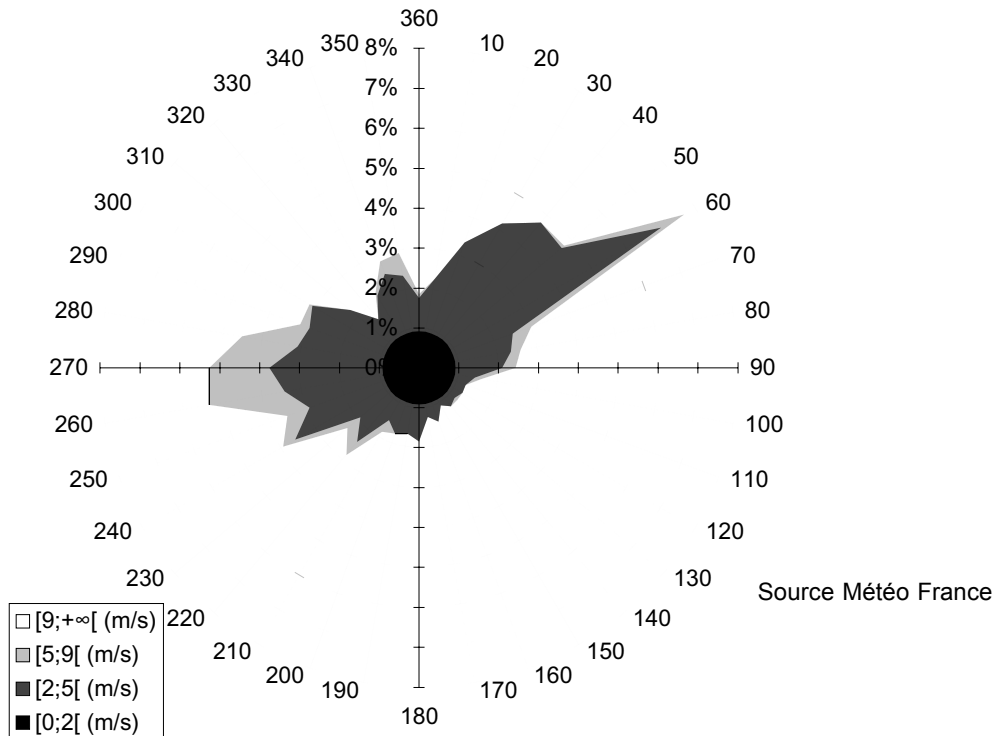
III.1. Situations météorologiques pendant la campagne

Les caractéristiques des situations météorologiques observées pour chacune des semaines de la campagne sont données s le tableau 9 ci-dessous :

Tableau 9 : caractéristique hebdomadaires des vents

Semaine	Vents dominants	Répartition de la vitesse du vent (%)			
		0 à 2	2 à 5	5 à 9	> 9
1	Vents de sud ouest faible à modéré	21,3	54,0	24,7	0
2	Vent d'est de vitesse faible	41	57,2	1,8	0
3	Vent de sud ouest et de nord est faible	45,8	52,4	1,8	0
4	Vent de sud-ouest et de nord-est faible à modéré	38,7	54,2	7,1	0
5	Vent d'est faible	19,6	75,0	5,4	0
6	Vent d'est faible à modéré	25	64,9	10,1	0
7	Vent d'ouest faible à modéré	35,1	42,9	22	0

Les roses des vents (diagramme indiquant la direction, la fréquence et la vitesse des vents) pour chacune des périodes sont données dans les graphiques de l'annexe 1. Elles permettent notamment d'apprécier la stabilité de la direction du vent. L'analyse de la direction des vents sur la totalité de la campagne (cf. rose des vents ci-dessous) montre une prédominance des vents de Nord Est et de Sud Ouest.



Le tableau 10 ci-après récapitule le nombre d'heures hebdomadaires où les vents ont porté les rejets de l'usine en direction des sites de mesure.

Tableau 10 : nombre d'heures hebdomadaires d'influence d'Arc en Ciel

Semaine	Site		
	Gendarmerie	Couëron	Boiseau
	229 - 249 °	118 - 138 °	31 - 51°
1	26	0	0
2	3	1	7
3	7	0	9
4	15	0	14
5	2	2	35
6	2	0	28
7	13	4	0
TOTAL	68	7	93

Sur la totalité de la campagne, le site de St Jean de Boiseau a été le plus souvent sous les vents d'Arc en Ciel (93 heures). Le site de la gendarmerie a été sous les vents d'Arc en Ciel pendant près de 70 heures tandis que le site de Couëron n'a quasiment jamais été sous le panache de l'usine d'incinération.

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

III.2. Mesures des retombées atmosphériques

III.2.1. Mesures des dépôts de dioxines et furanes

III.2.1.1. Les dioxines et furanes

Les dioxines (polychlororodibenzo-para-dioxines ou PCDD) et furanes (polychlorodibenzofuranes 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.

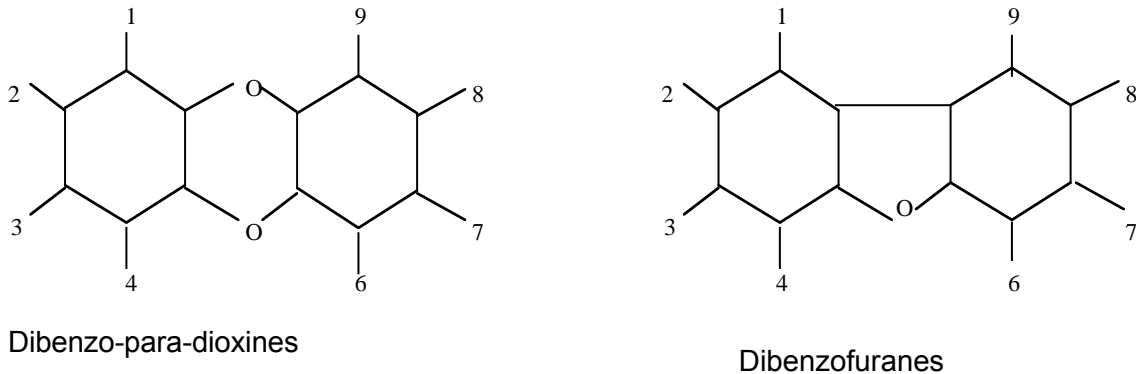


Figure 1 : Formules des composés de base des PCDD et PCDF

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

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

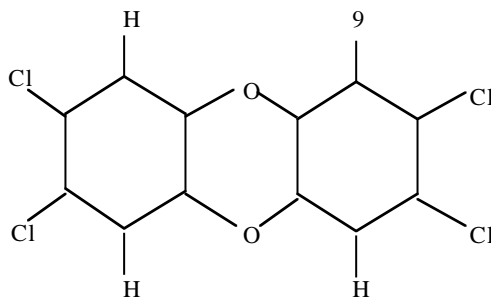


Figure 2 : Formules de la 2,3,7,8 – TCDD (« dioxine de Sévés »)

Parmi les 210 dioxines et furanes, 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 toxiques .

Tableau 11 - facteur international d'équivalent toxiques (ITEQ-F) pour les 17 congénères

Molécules	I-TEF OMS(1997)
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	0,01
Octachlorodibenzodioxine	0,0001
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,1
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,05
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,5
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,1
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	0,01
Octachlorodibenzofurane	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 le facteur d'équivalent toxique ce qui permet d'obtenir pour un échantillon donné sa teneur en « Equivalent toxiques dioxines et furanes ou I-TEQ».

Prise en compte de la contamination lors des opérations de conditionnement pour le prélèvement et l'analyse

Un collecteur témoin nettoyé dans les mêmes conditions que celles utilisées pour les collecteurs de terrain a été analysé selon le même protocoles que les échantillons. Les concentrations obtenues pour les 17 congénères toxiques sont inférieures à la limite de détection analytique indiquant l'absence de contamination lors du nettoyage et de l'analyse.

III.2.1.2. Les résultats de mesures

Rappel sur le dispositif mis en place :

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

Le tableau ci-après regroupe pour les 5 sites de mesure les dépôts exprimés en pg (équivalent toxiques)/m2/jour ainsi que les dépôts mesurés un suivi continu à la station météorologique de Bayreuth (site rural régional de fond) en Allemagne en 1994 et 1995.

Tableau 12 - dépôts de dioxines et furanes enregistrés dans l'environnement d'Arc en Ciel et sur des sites non influencés

	Gendarmerie	Couëron	St Jean de Boiseau	La Chauvinière	MERA	Bayreuth (Allemagne) ¹ Horstmann, 1997
dépôts total Dioxines et furanes (pg I-TEQ/m2/j)	1,96	1,58	1,63	1,27	13,40	1,2 - 8

Le tableau résume les dépôts typiques de dioxines et furanes (Nominé, 1999)

Tableau 13 - dépôts typiques de dioxines et furanes (Durif, 2001)

Zone	Dépôts pg ITEQ /m2/jour
Rural	5-20
Urbaine	10-85
Proche d'une source	Jusqu'à 1000

Ces tableaux appellent les commentaires suivants :

- Il faut souligner que les valeurs mentionnées par Horstmann et par Nominé 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 niveaux mesurés en 2003 en milieu urbain à Nantes et dans la station MERA sont du même ordre de grandeur que ceux enregistrés en zones rurales avant la mise aux normes des UIOM.
- Les dépôts enregistrés à la station MERA sont légèrement supérieurs à ceux enregistrés en zones urbaines. Une éventuelle source parasite (feux de végétation par exemple) peut être à l'origine de cette différence.
- La comparaison des dépôts mesurés sur les sites environnant Arc en Ciel avec celui enregistré sur le site urbain non influencé (la Chauvinière) ne montre pas de différences significatives.
- Enfin, les dépôts enregistrés sur les trois sites de surveillance d'Arc en Ciel sont sensiblement égaux malgré la différence d'influence de l'UIOM.

En conclusion, les rejets de dioxines et furanes d'Arc en Ciel ne semblent pas avoir d'impact significatif sur les dépôts mesurés à proximité de l'établissement.

¹ - Horstmann, 1997 : Sampling bulk deposition of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and furans, Atmospheric Environment Vol 31 N° 18 pp2977-2982

2 - Durif, 2001 : Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM

III.2.2 Retombées totales et solubles en métaux lourds, en ions chlorures et sodium

Les résultats d'analyse sont répertoriés dans le tableau :

Tableau 14 : retombées totales et solubles en métaux lourds , en ions chlorures et sodium

ANALYSES	UNITES	gendarmerie (sur brut)	gendarmerie (sur soluble)	Coueron (sur brut)	Coueron (sur soluble)	St J.Boiseau (sur brut)	St J.Boiseau (sur soluble)
Arsenic	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Cadmium	µg.m(-2).jour(-1)	1,2	0,2	-	-	0,4	0,2
Chlorures	mg.m(-2).jour(-1)	9,2	-	1,7	-	1,7	-
Chrome	µg.m(-2).jour(-1)	1,5	-	-	-	-	-
Cuivre	µg.m(-2).jour(-1)	19,9	15,3	9,3	3,7	12,7	3,6
Manganèse	µg.m(-2).jour(-1)	9,2	6,1	-	-	9,1	7,3
MES	mg.m(-2).jour(-1)	9,2	-	5,6	-	5,4	-
Mercure	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Nickel	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Plomb	µg.m(-2).jour(-1)	7,7	-	5,6	-	3,6	-
Sodium	mg.m(-2).jour(-1)	7,1	-	1,3	-	2,4	-
Zinc	µg.m(-2).jour(-1)	91,8	30,6	167,2	92,9	635,3	544,5

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- Les retombées en chlorures sont inférieures à celles enregistrées en 2002.
- Les niveaux de matières en suspension sont stables par rapport à 2002.
- Des traces de cadmium, de cuivre, manganèse dans les eaux de pluie, ont été détectées sur le site de la gendarmerie.

III.3. Les concentrations atmosphériques

III.3.1. Chlorures totaux et gazeux

III.3.1.1 Prise en compte de la contamination lors des opérations de conditionnement pour le prélèvement et l'analyse

Sur chacun des trois sites de mesure, un barboteur témoin, c'est-à-dire n'aspirant pas l'air extérieur, a été installé chaque semaine à proximité des systèmes de prélèvement. L'ensemble des barboteurs (actifs et passifs) a été préparé par le laboratoire Calydra. La chaîne de conditionnement et d'analyse de l'échantillon est ainsi suivie par un seul laboratoire dans le but de contrôler et de limiter les problèmes de contamination.

Le « blanc » (dont la valeur est issue de l'analyse du barboteur « passif ») est ensuite soustrait par des données massiques obtenues à partir des barboteurs actifs.

III.3.1.2. Prise en compte de l'origine marine des chlorures

Les usines d'incinération sont une source d'acide chlorhydrique (HCl) dans l'atmosphère, formée lors du processus de combustion, principalement à partir de la décomposition à 200°C des matériaux en chlorure de polyvinyle (PVC)¹. Pendant cette campagne, rappelons que le prélèvement consiste à faire barboter l'air ambiant en solution aqueuse².

L'océan Atlantique, situé à environ 60 km à l'ouest de l'établissement, est une source majeure en chlorures. Afin de discriminer cette origine marine dans l'environnement du site, les concentrations gazeuses sont estimées selon :

$$(Cl^-)_{net} = (Cl^-)_{total} - \left(\frac{Cl^-}{Na^+} \right)_{eau} \times (Na^+)$$

Où :

$(Cl^-)_{net}$: Concentration journalière ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en chlorures après discrimination de l'origine marine
 $(Cl^-)_{total}$: Concentration journalière ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en chlorures obtenue sur chaque site de mesure

$\left(\frac{Cl^-}{Na^+} \right)_{eau}$: Rapport moyen des concentrations en ions chlorures et sodium dans l'eau de mer³

(Na^+) : Concentration journalière ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en ions sodium obtenue sur chaque site de mesure

1 : P.H. BRUNNER - Approche globale des problèmes d'environnement liés à l'incinération d'ordures ménagères - Pollution Atmosphérique - juillet/septembre 1988

2 : $\text{HCl}(\text{g}) \rightarrow \text{H}^+(\text{aq}) + \text{Cl}^-(\text{aq})$

3 : Ce rapport, constant, est égal à 1,8 : T.R.S. WILSON - Salinity and the major elements of sea water - Chemical Oceanography, I (J.P. Riley and G. Skirrow, ed.) - pp 365-413 - 1975

III.3.1.3. Analyse des résultats : concentrations en ions chlorures et en HCl

Le tableau ci-dessous récapitule pour chacun des sites les concentrations totales en chlorures et les concentrations évaluées après discrimination de l'origine marine (HCl).

Tableau n° 15 : concentrations totales en chlorures et concentrations estimées en HCl

	Date	Gendarmerie		Couëron		Boiseau	
		Cl- total	HCl	Cl- total	HCl	Cl- total	HCl
S1	24/07/03	0,5	0,0	3,0	3,0	0,6	0,0
	25/07/03	0,3	0,3	2,0	2,0	0,2	0,2
	26/07/03	0,0	0,0	1,4	1,4	0,2	0,2
	27/07/03	0,0	0,0	2,2	0,8	0,8	0,8
	28/07/03	0,2	0,2	1,8	1,1	0,7	0,0
	29/07/03	0,5	0,5	1,1	1,1	0,6	0,6
	30/07/03	0,5	0,5	1,8	0,0	1,0	1,0
S2	31/07/03	1,1	1,1	2,1	1,4	2,2	1,4
	1/08/03	0,5	0,0	1,4	0,0	1,7	0,9
	2/08/03	0,7	0,0	1,4	1,4	2,2	0,0
	3/08/03	0,8	0,0	1,4	0,3	2,1	2,1
	4/08/03	1,8	0,0	1,2	1,2	3,5	0,0
	5/08/03	1,2	0,0	1,9	1,4	4,5	4,2
S3	6/08/03	1,0	0,0	1,4	0,0	6,9	5,9
	7/08/03	3,7	1,7	1,4	0,6	6,9	6,2
	8/08/03	1,5	1,5	1,6	1,6	5,9	5,9
	9/08/03	1,7	1,7	1,9	1,9	5,2	5,2
	10/08/03	2,0	2,0	1,8	1,8	5,9	5,9
	11/08/03	1,4	1,4	1,6	1,6	4,1	4,1
	12/08/03	1,6	0,9	1,4	1,4	3,0	3,0
S4	13/08/03	3,3	0,0	1,3	1,3	2,1	2,1
	14/08/03	1,6	0,0	1,7	1,1	2,6	2,6
	15/08/03	0,9	0,0	1,4	0,0	3,2	2,1
	16/08/03	0,6	0,0	0,7	0,0	1,5	0,5
	17/08/03	1,7	0,0	0,8	0,0	1,7	1,5
	18/08/03	0,6	0,0	1,1	0,0	0,9	0,1
	19/08/03	1,3	0,0	1,1	0,0	1,3	1,0
S5	20/08/03	1,4	0,0	0,6	0,0	1,4	0,0
	21/08/03	0,7	0,0	0,5	0,0	1,1	0,0
	22/08/03	1,1	0,5	1,0	0,0	2,7	0,0
	23/08/03	0,4	0,0	1,0	0,0	1,8	0,9
	24/08/03	0,8	0,0	2,8	0,0	2,0	1,1
	25/08/03	1,1	0,0	1,0	0,0	0,2	0,2
	26/08/03	3,9	0,0	1,3	0,0	3,0	0,8
S6	27/08/03	0,7	0,0	1,4	0,1	3,7	0,0
	28/08/03	1,0	0,0	1,0	0,0	2,8	0,0
	29/08/03	0,8	0,1	0,9	0,9	1,2	0,0
	30/08/03	0,8	0,8	2,5	0,4	1,5	0,2
	31/08/03	1,0	1,0	0,6	0,6	1,4	1,0
	1/09/03	0,8	0,8	0,7	0,7	1,0	1,0
	2/09/03	0,6	0,6	0,6	0,6	0,9	0,9
S7	3/09/03	0,0	0,0	0,5	0,5	1,5	0,5
	4/09/03	0,6	0,6	0,4	0,2	0,7	0,7
	5/09/03	0,5	0,3	0,0	0,0	0,5	0,0
	6/09/03	0,8	0,6	0,3	0,3	1,2	1,2
	7/09/03	0,6	0,4	0,0	0,0	0,8	0,5
	8/09/03	0,5	0,5	0,2	0,2	0,5	0,5
	9/09/03	0,4	0,2	0,0	0,0	3,3	0,1
moyenne	10/09/03	4,1	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6
	11/09/03	0,8	0,4	0,0	0,0	0,2	0,2
moyenne		0,8	0,4	1,2	0,6	2,1	1,4

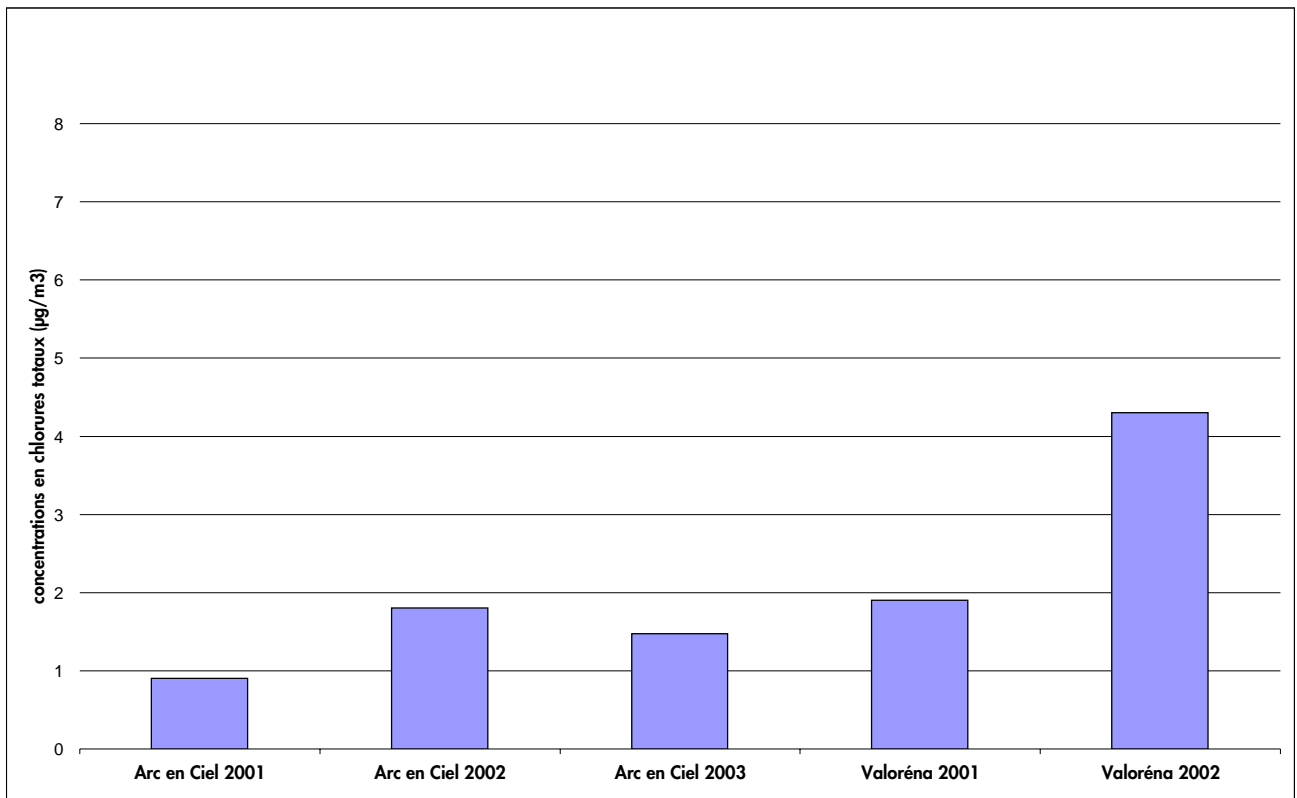
III.3.1.3.1. CHLORURES TOTAUX

Les chlorures totaux représentent la somme des deux phases gazeuse (HCl) et particulaire. Le maximum (6,9 µg/m³) a été enregistré les 6 et 7 août sur le site Boiseau par vents de Nord Est.

Contrairement à l'année précédente où les teneurs en chlorures totaux étaient parfois largement supérieures aux teneurs en HCl, les niveaux estimés en 2003 pour l'acide chlorhydrique sont proches des concentrations en chlorures. La différence de conditions météorologiques pendant les deux campagnes avec moins d'apport de chlorures en provenance de l'océan durant l'été 2003 par comparaison à l'automne –hiver 2002 peut expliquer cette observation.

Le graphique suivant représente la teneur moyenne totale en chlorures totaux sur l'ensemble de la campagne en comparaison avec quelques situations de référence : les campagnes réalisées par Air Pays de la Loire autour d'ARC EN CIEL en 2002 et VALORENA en 2001 et 2002

Graphique 2 : concentration moyenne en chlorures totaux autour d'Arc en Ciel en 2002 – comparaison avec quelques situation de références de l'agglomération nantaise



Les concentrations en chlorures totaux relevées autour d'ARC EN CIEL en 2003 sont inférieures aux teneurs observées pendant les campagnes 2001 et 2002 autour de VALORENA. Cette différence s'explique par un apport moindre de chlorures en provenance de l'océan.

III.3.1.3.2. CHLORURES GAZEUX

Les teneurs en acide chlorhydrique ont évolué entre 0 et 6,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les maxima ont été observés du 5 au 11 août sur le site de St Jean de Boiseau.

Les autres périodes, les niveaux en HCl sont restés le plus souvent inférieurs à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND² en 2002 sur 4 sites ruraux avant la réalisation d'une Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères variaient de 0,5 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. AIRPARIF³ a réalisé une étude sous le vent d'une UIOM en 1994 et évalué ces teneurs entre 1,5 et 4,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La contribution de la phase gazeuse a été évaluée entre 40 et 60 % sur l'ensemble des sites. En 2002 cette contribution était estimée entre 10 et 30 %. Un apport de sels marins en provenance de l'océan plus important durant la campagne 2002 peut expliquer cette différence.

2 : AIRNORMAND , réseau de surveillance de la qualité de l'air en Haute Normandie – Point initial avant UVE autour de Guichainville 16 pages
3 : A. PERSON, Y. LE MOULLEC, E. GILLIBERT – Evaluation et surveillance de l'impact d'une usine d'incinération d'ordures ménagères en région Parisienne – Pollution Atmosphérique – septembre 1995

III.3.1.3.3. Evaluation de l'impact d'ARC EN CIEL

La méthodologie comporte les étapes suivantes :

- Chaque jour de la campagne, le nombre d'heures H où le site s'est trouvé sous le vent d'ARC EN CIEL est calculé. Des secteurs de vent de faible écart angulaire (+/- 10°) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache : 229 - 249° pour Gendarmerie, 118 - 138° pour Couëron et 31 - 51° pour le site de Saint Jean de Boiseau. Pour l'ensemble des sites, seuls les vents établis sont comptabilisés,
- Trois classes d'influence d'ARC EN CIEL sont alors définies; elles correspondent à des situations contrastées où les stations sont susceptibles d'être plus ou moins durablement impactées par les rejets de l'usine ($H \leq 0$, $1 \leq H < 6$, $7 \leq H \leq 24$),
- Enfin pour chacune des classes, la moyenne des valeurs journalières en chlorures gazeux est déterminée (le tableau 16 regroupe les résultats obtenus).

Tableau 16 : Persistance de l'influence d'Arc en Ciel et teneurs en HCl

Fréquence	Gendarmerie		Couëron		Boiseau	
	moy.	étendue	moy.	étendue	moy.	étendue
hors influence UIOM ($H \leq 0$) <i>nombre de jours</i>	0,41	0 - 1,7	0,65	0 - 3,0	1,29	0 - 5,9
	28		45		31	
influence moyenne ($1 \leq H \leq 6$) <i>nombre de jours</i>	0,33	0 - 2,0	0,34	0 - 1,4	1,66	0-6,2
	5		5		15	
influence prédominante ($7 \leq H \leq 24$) <i>nombre de jours</i>	0,27	0 - 0,5	-	-	0,75	0-1,1
	2		0		4	

H: nombre d'heures par jour pendant lesquelles le site est placé sous les vents de l'usine (secteur angulaire de 20°)

Sur les trois sites, les concentrations moyennes en chlorures gazeux sont indépendantes de la durée pendant laquelle la station est placée sous les vents de l'usine. Cette observation suggère que les rejets d'HCl de l'usine n'ont pas été détectés dans les concentrations moyennes au sol mesurées dans l'environnement de l'établissement.

III.3.1.3.4. Evolution des teneurs en HCl entre 1997 et 2003

Les concentrations moyennes par campagne entre 1997 et 2002, sur chacun des trois sites, sont reportées dans le tableau 17 ci-dessous :

Tableau 17 : Evolution des teneurs en HCl dans l'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) entre 1997 et 2003

Période de prélèvement	Gendarmerie	Couëron	St Jean de Boiseau
1997	0,8	0,9	0,5
1998	1,2	0,3	3,6
1999	0,5	0,5	0,4
2000	0,6	0,5	0,4
2001	0,8	0,6	0,9
2002	0,2	0,2	0,2
2003	0,4	0,6	1,4

En 2003, il est observé une légère hausse des niveaux d'HCl sur les trois sites par comparaison à l'année précédente. Les conditions météorologiques très différentes durant l'été 2003 et l'automne et l'hiver 2002 peuvent expliquer cette différence.

III.3.2. Métaux lourds dans l'air

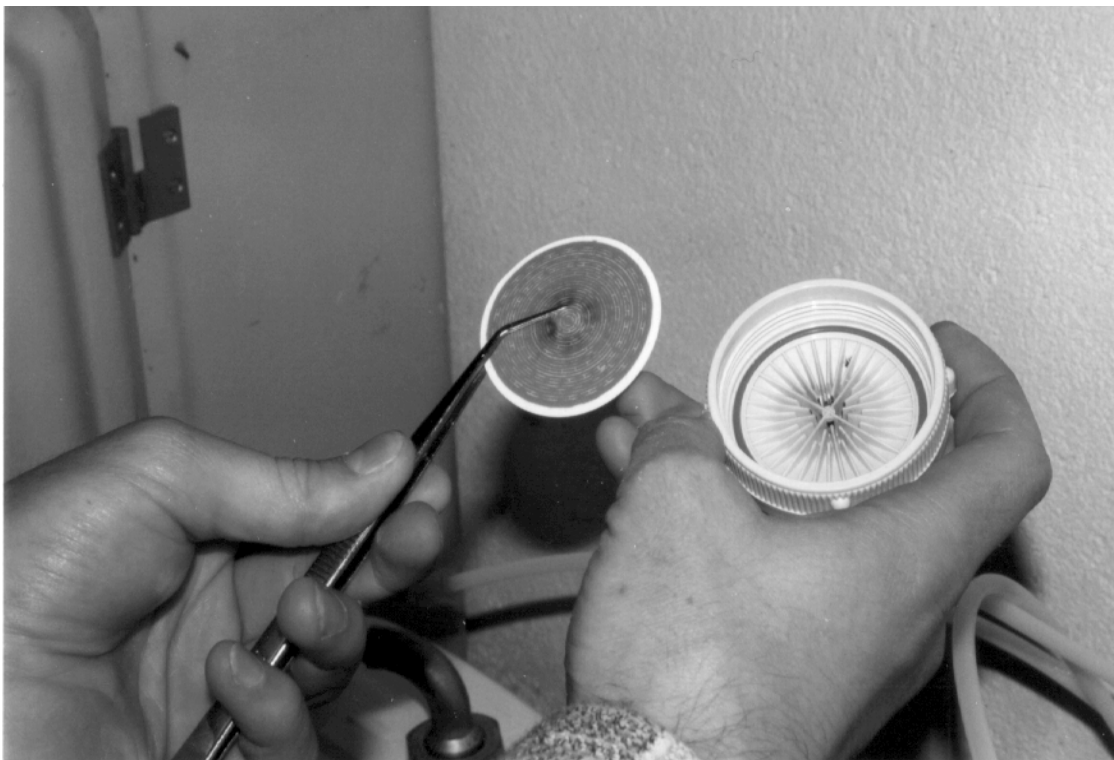
III.3.2.1. Prise en compte de la contamination lors des opérations de conditionnement pour le prélèvement et l'analyse

Sur chacun des trois sites de mesure, un filtre témoin a été installé chaque semaine à proximité des systèmes de prélèvement des poussières. Ce filtre permet de mettre en évidence la présence d'éléments issus de la composition du filtre susceptible d'interférer avec les éléments à analyser ou bien d'apprécier les contaminations éventuelles lors des manipulations en laboratoire ou lors du transport des échantillons sur site.

Le «blanc» est ensuite soustrait des données massiques obtenues à partir des filtres placés en situation de prélèvement.

III.3.2.2. Analyse des niveaux en métaux lourds dans l'air

Photo 9 : Vue d'un filtre après une semaine de prélèvement de poussières (le filtre est blanc avant sa mise en place)



Les résultats (concentrations nettes) sont regroupés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 18 : concentrations en métaux lourds (ng/m³)

Gendarmerie

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	0,03	-	0,14	0,0	1,1	0,7	1,0	1,5	4,4
S2	0,24	-	0,07	1,2	4,1	4,5	2,7	3,8	17
S3	0,31	-	0,11	1,0	3,1	5,8	3,6	5,8	13
S4	0,11	-	0,05	0,2	1,4	1,8	1,4	2,2	5
S5	0,14	-	0,08	0,7	2,3	5,4	1,4	2,6	8
S6	0,12	-	0,10	1,0	3,7	5,0	1,3	4,5	11
S7	0,17	-	0,07	0,6	2,7	3,5	0,9	3,4	12
Moyenne	0,16	-	0,09	0,7	2,6	3,8	1,8	3,4	10

Couëron

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	0,06	-	0,02	1,0	1,4	0,8	0,8	1,7	12,5
S2	0,32	-	0,08	1,8	6,3	6,3	3,2	5,5	19
S3	0,02	-	0,02	0,6	1,4	0,8	0,6	1,7	4
S4	-	-	0,03	3,0	0,3	-	1,5	0,6	5
S5	-	-	-	0,4	0,1	0,3	0,1	0,2	1
S6	-	-	-	0,2	-	-	-	-	0
S7	-	-	0,02	0,8	-	0,2	0,2	0,0	2
Moyenne	0,13	-	0,04	1,1	1,4	1,3	0,9	1,6	6

Boiseau

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	-	-	0,01	0,2	0,1	-	0,3	0,5	2,4
S2	0,12	-	0,04	0,0	0,5	0,5	0,8	2,0	0
S3	0,21	-	0,07	0,4	0,9	1,7	1,5	3,5	7
S4	0,08	-	0,04	0,4	1,6	0,2	1,1	2,3	7
S5	0,04	-	0,04	0,5	0,7	2,9	0,7	1,7	5
S6	0,09	-	0,07	0,4	0,7	2,1	0,6	2,5	6
S7	0,08	-	0,05	0,5	1,1	2,4	0,7	2,3	6
Moyenne	0,10	-	0,05	0,4	0,8	1,4	0,8	2,1	5

Remarque : Par hypothèse pour le calcul de la moyenne, une valeur inférieure ou égale à la limite de quantification est prise égale à cette limite.

Appréciation globale des niveaux obtenus

De façon générale, les teneurs en métaux lourds sont restées inférieures à 20 ng/m³ sur l'ensemble des sites de mesure.

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

- Les éléments majeurs : Zn et Pb dont les teneurs moyennes se situent le plus souvent entre 2 et 10 ng/m³,
- Les éléments mineurs : Cr, Cu, Mn et Ni dont les concentrations moyennes sont comprises le plus souvent entre 1 et 2 ng/m³,
- les éléments traces : As, Hg et Cd dont les niveaux sont soit le plus souvent indétectables, soit légèrement au-dessus du seuil de quantification.

Comparaison aux normes

Parmi les 9 métaux mesurés pendant la campagne, 4 font l'objet de valeurs guides OMS suivantes (tableau 19) principalement en raison de leur toxicité à des concentrations élevées :

Tableau 19 : valeurs guides de l'OMS

Métal	Valeur guide OMS
Cadmium (Cd)	1-5 ng/m ³ sur un an (zone rurale) 10-20 ng/m ³ sur un an (zone urbaine)
Plomb (Pb)	0,5-1 µg/m ³ sur un an
Manganèse (Mn)	1 µg/m ³ sur un an
Mercuré (Hg)	1 µg/m ³ sur un an

Le décret du 15 février 2002 fixe un objectif de qualité (valeur vers laquelle il faut tendre) 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 heure).

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

En extrapolant à une année les résultats obtenus autour d'Arc en Ciel pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et à fortiori la valeur limite définies pour Pb, ainsi que les normes OMS aient été respectées.

III.3.2.2.1. Indications sur l'impact d'ARC EN CIEL

Sur la durée de la campagne, les sites de Boiseau et la Gendarmerie ont été les plus longtemps soumis à l'influence d'ARC EN CIEL. Le site de Couëron n'a quasiment jamais été sous les vents de l'établissement.

Dans ces conditions, il a été observé que, en moyenne, pour 4 des 9 métaux sélectionnées dans cette étude (Cu, Mn, Ni et Pb) les concentrations mesurées sur le site de la gendarmerie sont supérieures d'un facteur 2 à 3 à celles enregistrées sur le site de Couëron.

III.3.2.2.2. Evolution des teneurs en métaux lourds entre 1992 et 2003

Les concentrations moyennes par campagne entre 1992 et 2003, sur chacun des trois sites, sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 20 : évolution temporelle des concentrations moyennes en métaux sur les 3 sites de mesure

Gendarmerie

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1992	0,79	0,69	0,37	2,35	10,4	5,13	9,62	21	
1993	1,07	0,44	0,52	0,93	8,68	2,42	2,22	31,46	
1995	1,2	1,59	0,46	1,85	21,75	6,4	3,66	39,27	
1996	0,24	0	0,1	2,11	9,97	2,28	3,09	11,96	
1997	0,2	0	0,2	6,8	3,4	6,5	3,4	11,5	24,1
1998	0,7	0	0,1	3,4	9,3	2,5	1,4	19,9	28
1999	0,1	0,1	0,1	3,3	1,1	1,1	0,8	7,1	5,1
2000	0,4	0,2	0,1	0,5	1,5	1,4	0,7	3,4	9,2
2001	0,5	-	0,2	4,7	3,7	3,5	4,5	8,8	24,9
2002	0,4	-	0,2	0,3	2,7	1,9	0,7	4,8	14,0
2003	0,2	-	0,1	0,7	2,6	3,8	1,8	3,4	10,3

Couëron

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1992	0,43	0,49	0,37	1,2	8,78	4,45	7,44	24,6	
1993	0,78	0,95	0,41	1,34	10,07	3,57	2,82	31,4	
1995	1,19	0,69	0,45	1,93	29,08	11,57	4,43	57,4	
1996	0,96	0	0,21	2,24	23,15	7,64	3,46	28,91	
1997	0,3	0	0,1	2,2	6,1	7,8	1,5	16,2	29,8
1998	0,3	0,1	0	1,8	2,3	2	0,7	10,6	23,8
1999	0,5	0,0	0,1	0,9	1,5	4,4	0,8	7,5	8,8
2000	0,7	0,10	0,10	1,7	1,9	3,8	1,3	5,2	13,4
2001	0,5	-	0,20	1,5	6,2	7,3	1,4	12,9	33,3
2002	0,4	-	0,20	1,5	3,2	2,5	1,3	5,6	26,0
2003	0,1	-	0,04	1,1	1,4	1,3	0,9	1,6	6,2

St Jean de Boiseau

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
1992	0,86	0,68	0,36	1,85	23,8	3,34	7,7	12,8	
1993	0,87	0,51	0,46	1,32	34,1	1,79	2,7	18,88	
1995	1,23	0,64	0,31	1,33	85,5	2,65	3,7	33,45	
1996	0,17	0	0,41	1,94	21	2,78	4,3	15,87	
1997	0,2	0	0,2	2,2	2,6	2,7	1,5	5,5	13,1
1998	0,2	0	0	2,4	2	3,4	1,2	10,6	10,1
1999	0,1	0,0	0,1	0,6	3,0	0,9	0,4	3,9	5,1
2000	1,5	0,1	0,1	0,5	1,2	1,6	0,9	2,9	8,3
2001	0,4	-	0,2	0,6	3,6	4,1	1,1	6,8	18,0
2002	0,2	-	0,2	0,3	0,7	0,4	0,5	3,6	7,0
2003	0,1	-	0,05	0,4	0,8	1,4	0,8	2,1	4,9

Depuis 1997, les niveaux en métaux lourds ont globalement diminué par rapport aux années précédentes. Cette diminution doit surtout être liée à la prise en compte explicite, depuis cette date, des problèmes de contamination lors des opérations de conditionnement et d'analyse. En 2003, la baisse des teneurs en métaux constatée en 2002 se poursuit.

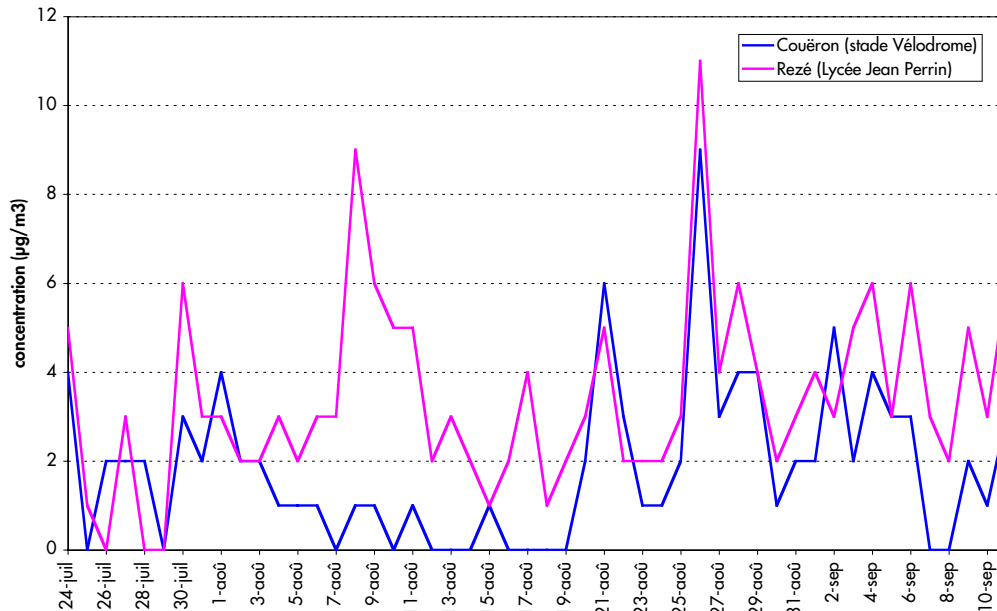
III. 4.5. Mesure du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote sur le site Vélodrome

L'étude suivante porte sur l'analyse des niveaux en dioxyde de soufre et en dioxyde d'azote obtenus sur la station Vélodrome (site 4) du 24 juillet au 11 septembre 2003.

III. 4.5.1. Évolution des teneurs en dioxyde de soufre

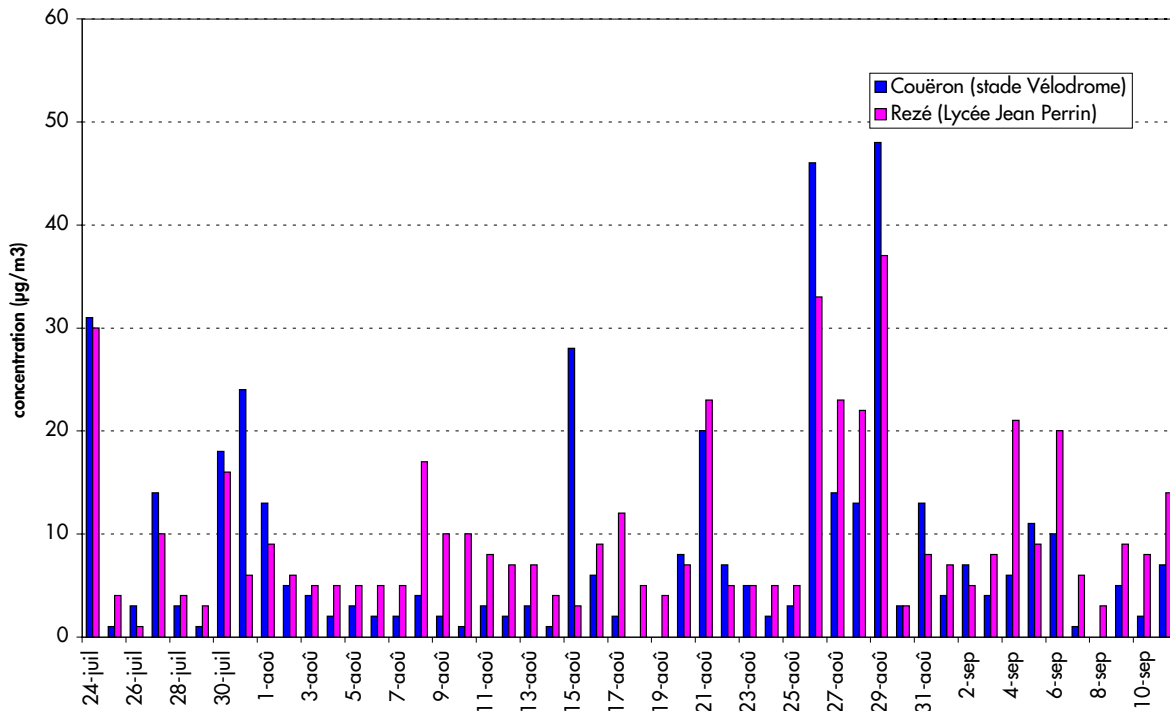
Les deux graphiques suivants représentent respectivement l'évolution des moyennes journalières et celle des maxima horaires journaliers.

Graphique 3 : Evolution des moyennes journalières en SO₂



Les moyennes journalières ont évolué entre 0 et 9 µg/m³, soient des niveaux très faibles, comparables à ceux observés en 2002. Elles sont restées très largement en dessous de l'objectif de qualité fixé à 125 µg/m³. Les niveaux moyens mesurés au stade Vélodrome sont sensiblement identiques à ceux mesurés dans l'agglomération nantaise à Rezé.

Graphique 4 : Evolution des maxima horaires journaliers en SO2

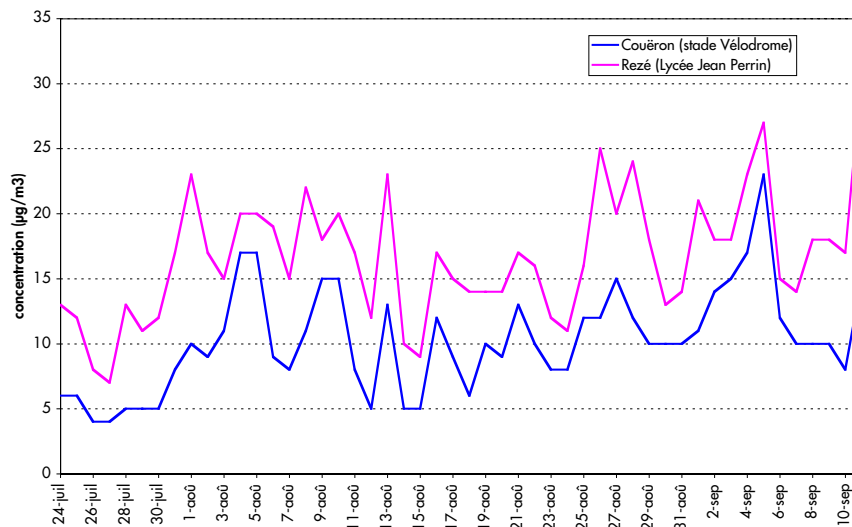


Les maxima horaires sont également demeurés faibles avec un maximum de 48 µg/m³ valeur plus de 6 fois plus faible que le seuil d'information de la population fixé à 300 µg/m³ en moyenne sur une heure. Les niveaux de pointes enregistrés au stade Vélodrome sont comparables à ceux mesurés à Rezé.

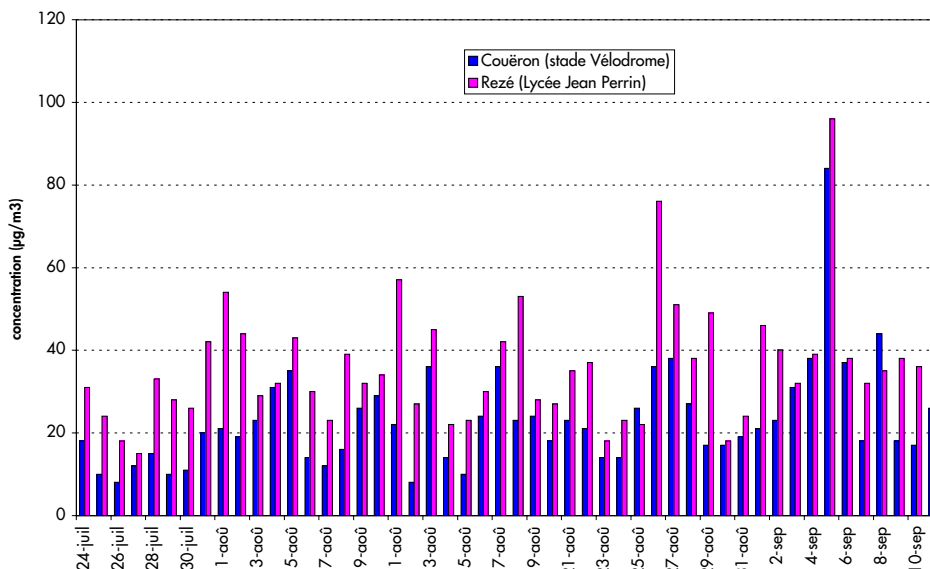
En conclusion, les teneurs en dioxyde de soufre sur le site Vélodrome peuvent être qualifiées de très faibles à faibles et comparables à celles enregistrées dans le centre de l'agglomération nantaise.

III.3.2.2.3. Evolution des teneurs en dioxyde d'azote

Graphique 5 : Evolution des moyennes journalières en NO2



Graphique 6 : Evolution des maxima horaires journaliers en SO2



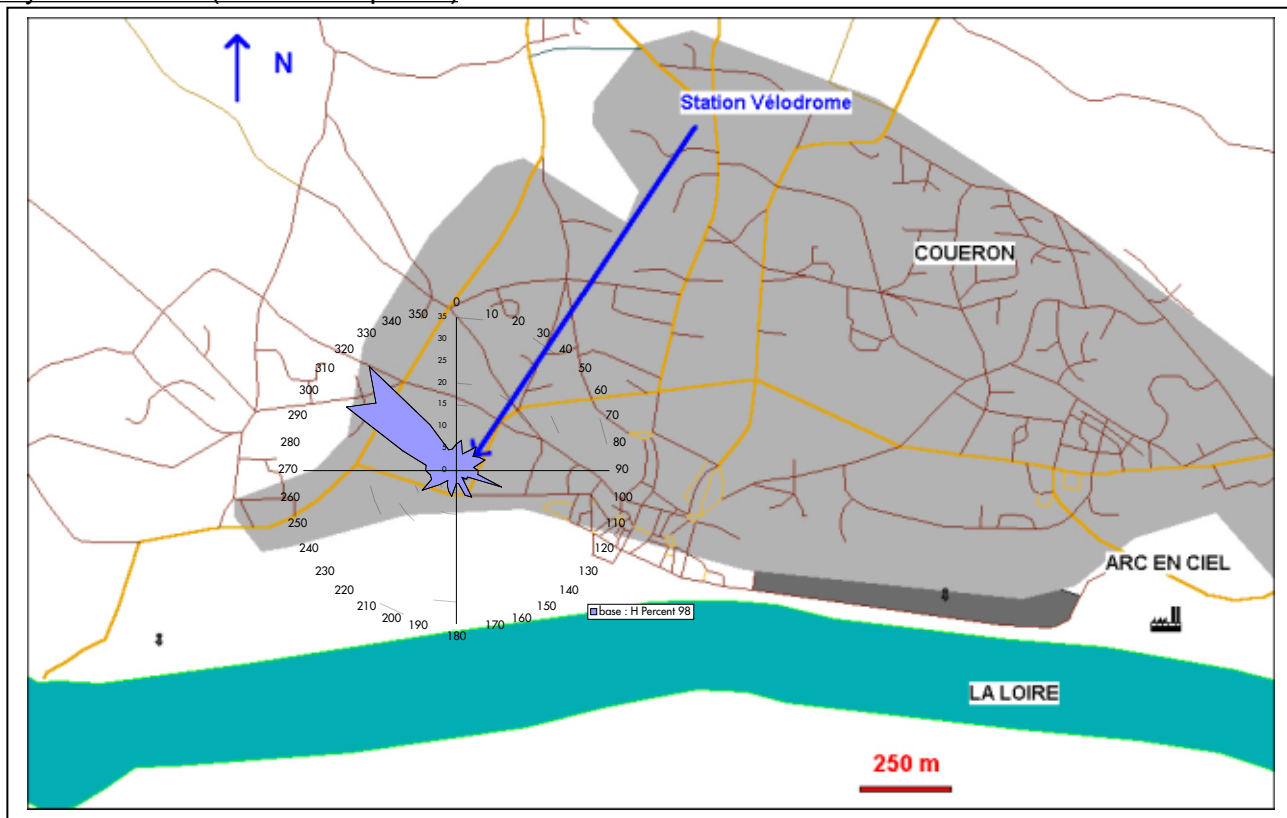
Les niveaux moyens et de pointe en NO2 sont demeurés à des niveaux faibles pendant la campagne de mesure. Le maximum horaire a atteint 84 µg/m³ et est resté plus de deux fois plus faible que le seuil d'information fixé à 200 µg/m³ en moyenne sur une heure.

Par comparaison, les niveaux enregistrés à Rezé sont systématiquement plus élevés que ceux mesurés à Couëron. La moyenne sur la période d'étude s'élève à 17 µg/m³ tandis qu'elle n'atteint que 10 µg/m³ à Couëron. Cette différence est certainement due à des émissions dues au trafic automobile plus importante dans le centre de l'agglomération nantaise.

III.3.2.2.4. Analyse de l'impact d'Arc en Ciel

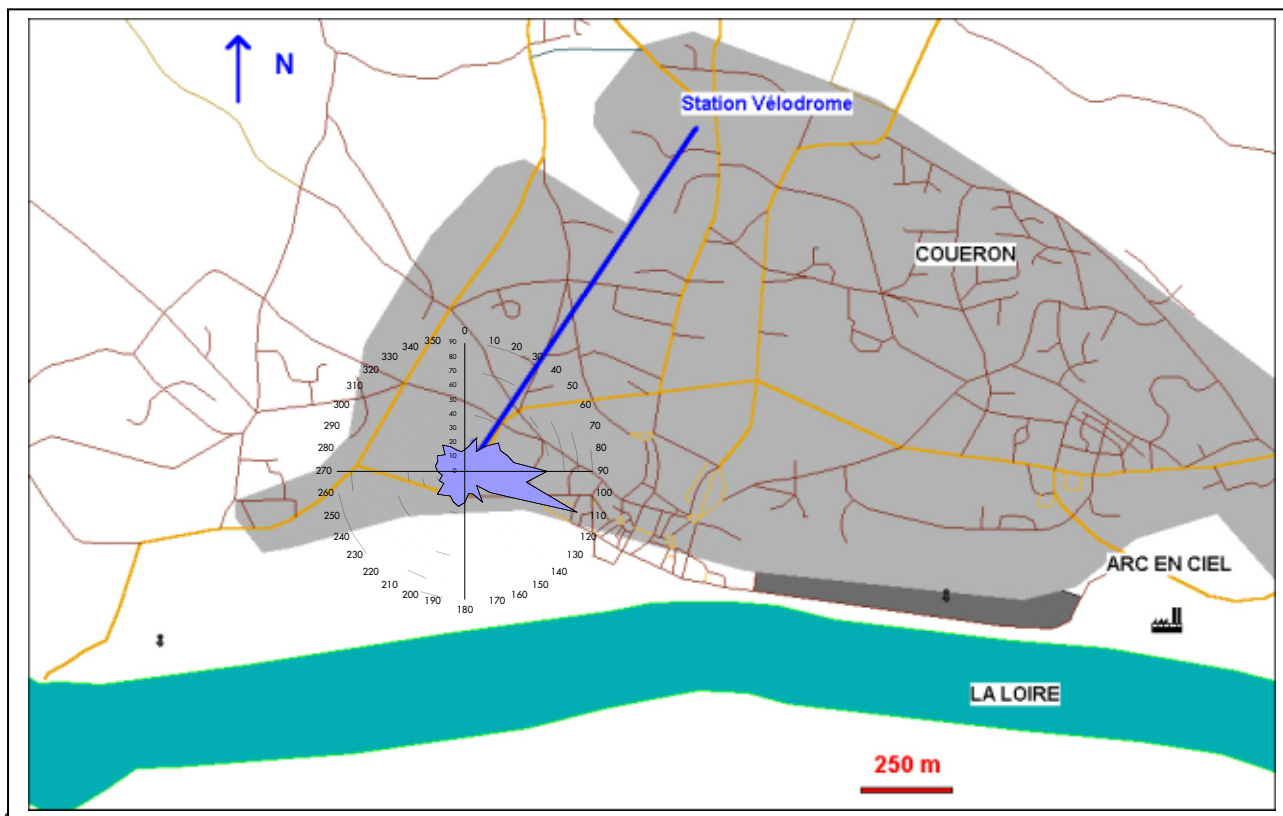
L'analyse de l'impact d'ARC EN CIEL est étudiée pour le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote à partir de l'étude des roses de pollution qui indiquent l'intensité de la pollution observée en fonction de la direction des vents. Cette représentation permet d'identifier les secteurs de vent dans lesquels les sources de pollution sont présentes.

Dioxyde de soufre (niveaux de pointe)



L'analyse de la pollution maximale en fonction de la direction des vents n'indique pas d'élévation particulière de la pollution au dioxyde de soufre lorsque le site Véodrome se trouve localisé sous les vents d'ARC EN CIEL. C'est principalement lorsque ce site se retrouve sous les vents de l'établissement EDF (secteur 290 – 320 ° par rapport au nord) que la pollution a tendance à augmenter tout en restant largement inférieure aux seuils réglementaires comme le montrent les graphiques 3 et 4.

Dioxyde d'azote (niveaux de pointe)

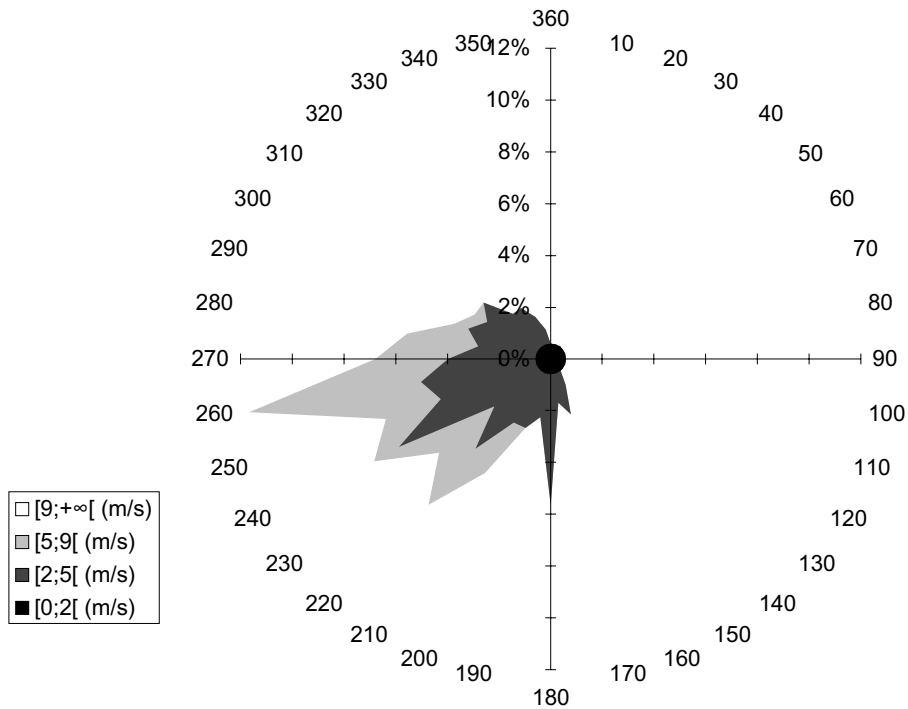


Pour des vents en provenance d'ouest, la pollution au dioxyde d'azote est la moins élevée en raison de l'absence de tissu urbain ou industriel proche. Cette pollution augmente lorsque le site est placé sous les vents de Couëron et des industries localisées sur les communes de Couëron et d'Indre (Arc en Ciel, Usinor Packaging, DCN Indret et Soferti).

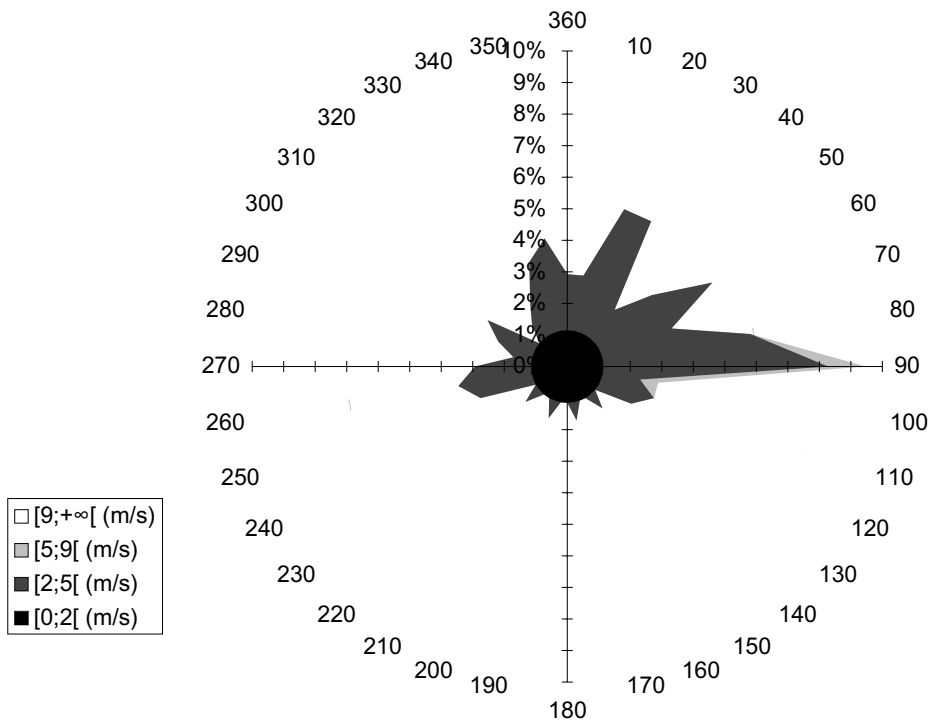
ANNEXE

ANNEXE 1 : roses des vents pendant les 7 semaines de campagne (source Météo France)

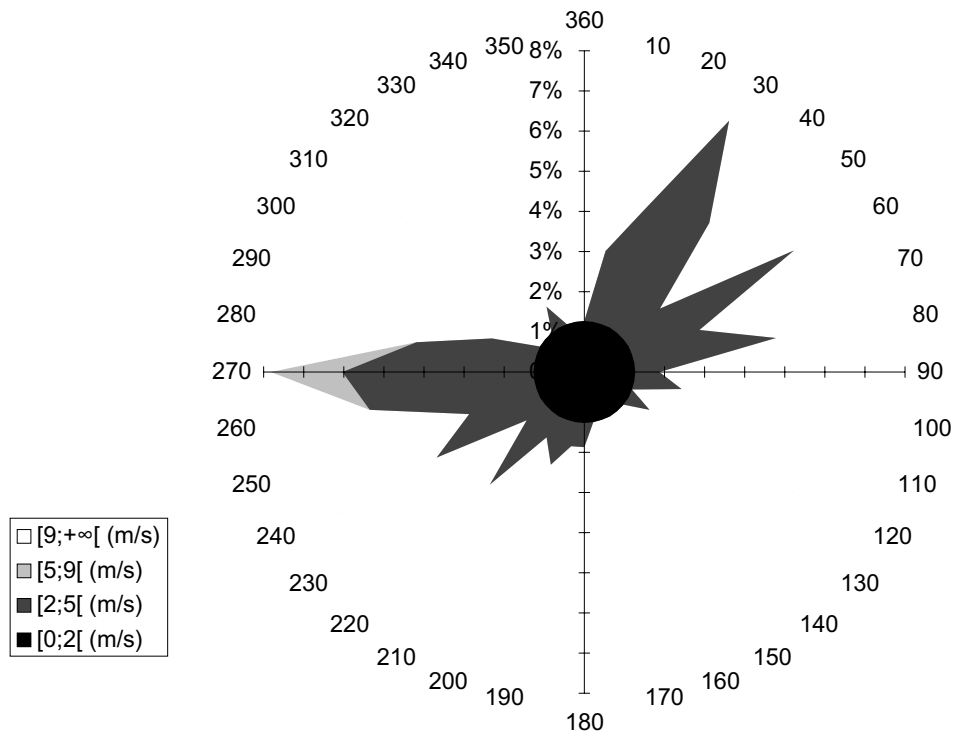
Rose des vents du 24 juillet au 31 juillet 2003 (semaine 1) à Nantes Atlantique



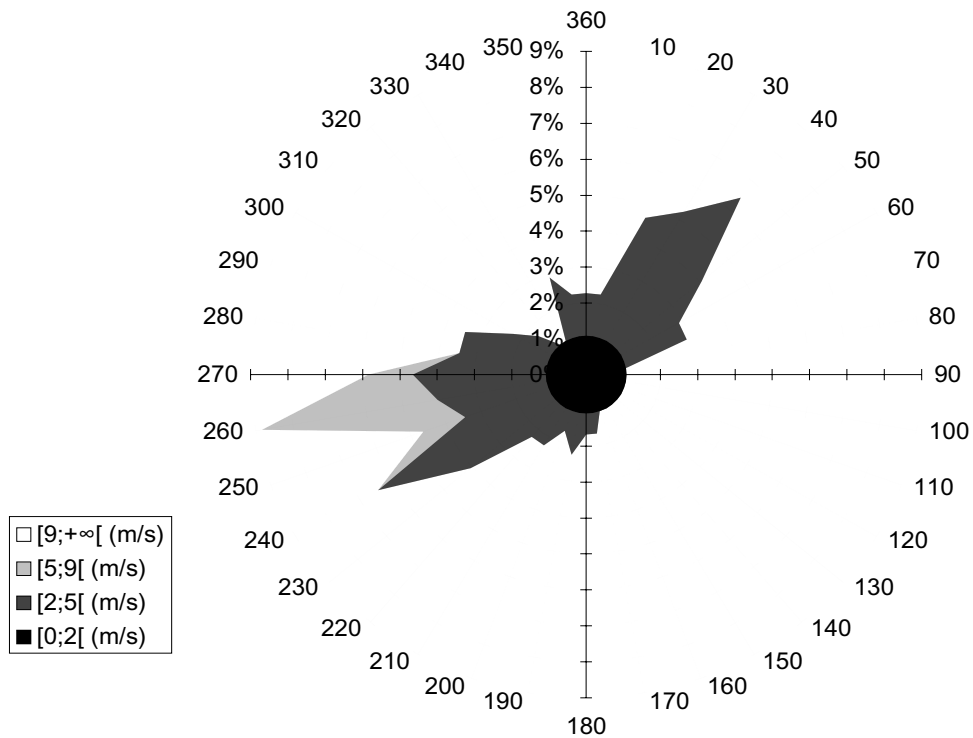
Rose des vents du 31 juillet au 7 août 2003 (semaine 2) à Nantes Atlantique



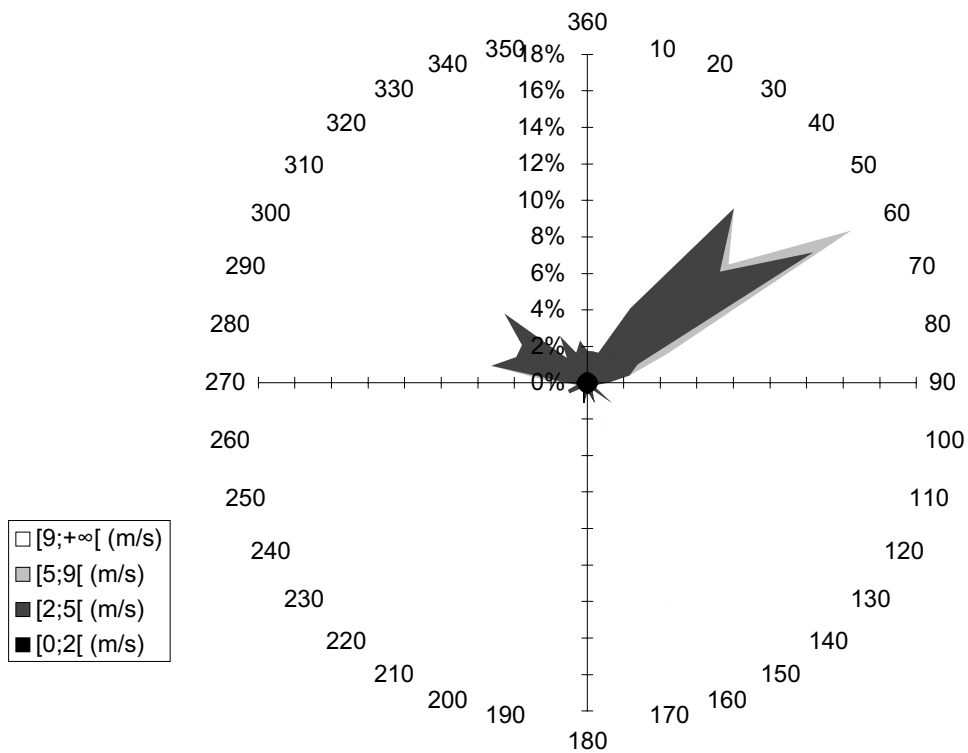
les vents du 7 août au 14 août 2003 (semaine 3) à Nantes Atlantique



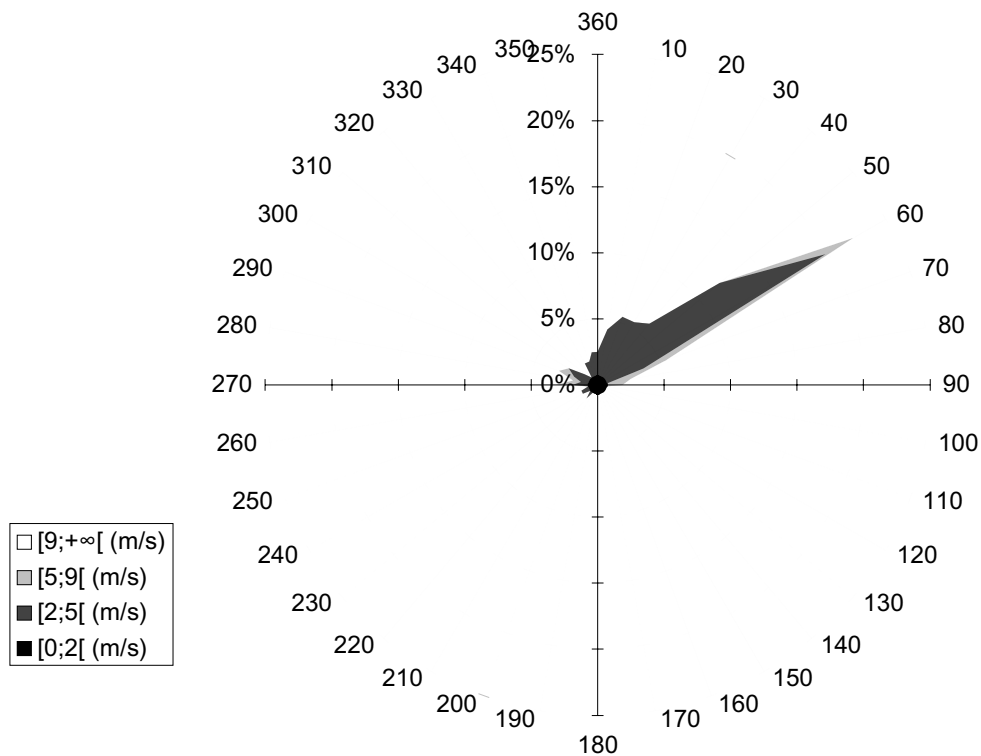
Rose des vents du 14 août au 20 août 2003 (semaine 4) à Nantes Atlantique



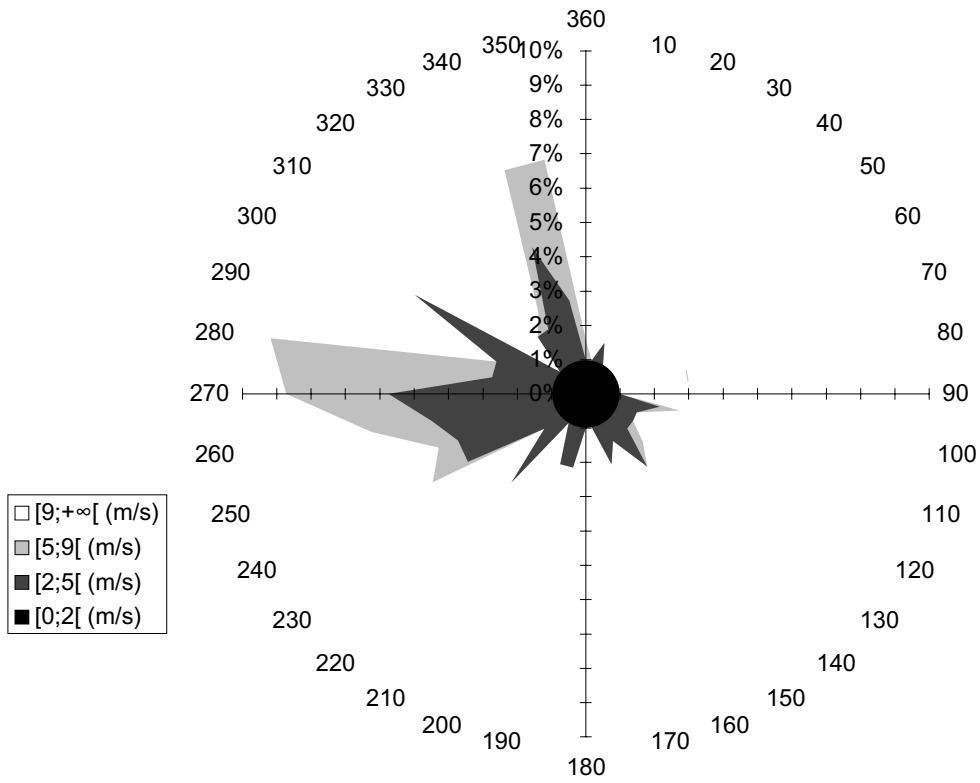
Rose des vents du 21 août au 27 août 2003 (semaine 5) à Nantes Atlantique



Rose des vents du 27 août au 4 septembre 2003 (semaine 6) à Nantes Atlantique



Rose des vents du 4 septembre au 11 septembre 2003 (semaine 11) à Nantes Atlantique



ANNEXE2 : Concentration en dioxines et furanes

Couëron

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	7,57
Pentachlorodibenzodioxines	4,25
Hexachlorodibenzodioxines	12,21
Heptachlorodibenzodioxines	64,17
Octachlorodibenzodioxine	192,4
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	280,6
Tetrachlorodibenzofuranes	9,6
Pentachlorodibenzofuranes	1,47
Hexachlorodibenzofuranes	28,51
Heptachlorodibenzofuranes	38,78
Octachlorodibenzofurane	15,76
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	94,1
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	1,91
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	1,42
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	34,54
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,7
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,53
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,93
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,98
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,61
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,05
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	10,1
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	nd
Total I-TEQ	2,2

Gendarmerie

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	11,48
Pentachlorodibenzodioxines	7,18
Hexachlorodibenzodioxines	14,19
Heptachlorodibenzodioxines	47,8
Octachlorodibenzodioxine	120,39
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	201
Tetrachlorodibenzofuranes	16,84
Pentachlorodibenzofuranes	12,49
Hexachlorodibenzofuranes	22,05
Heptachlorodibenzofuranes	21,23
Octachlorodibenzofurane	14,91
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	87,5
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,59
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,66
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	2,14
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	1,97
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	25,8
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,92
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,57
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,51
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,45
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,07
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,06
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	8,5
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	nd
Total I-TEQ	2,9

St Jean de Boiseau

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	10,92
Pentachlorodibenzodioxines	7,08
Hexachlorodibenzodioxines	10,09
Heptachlorodibenzodioxines	23,86
Octachlorodibenzodioxine	60,2
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	112,1
Tetrachlorodibenzofuranes	20,81
Pentachlorodibenzofuranes	6,71
Hexachlorodibenzofuranes	10,86
Heptachlorodibenzofuranes	6,86
Octachlorodibenzofurane	5,97
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	51,2
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,33
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,34
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,32
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	1,67
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	1,44
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	13,3
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,72
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,62
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,08
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,83
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,98
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	4,62
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	nd
Total I-TEQ	2,2

La Chauvinière

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	10,8
Pentachlorodibenzodioxines	4,33
Hexachlorodibenzodioxines	8,23
Heptachlorodibenzodioxines	35,66
Octachlorodibenzodioxine	88,28
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	147,3
Tetrachlorodibenzofuranes	14,42
Pentachlorodibenzofuranes	10,91
Hexachlorodibenzofuranes	19,36
Heptachlorodibenzofuranes	25,69
Octachlorodibenzofurane	9,89
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	80,3
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	1,06
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,86
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	20,61
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,61
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,48
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,86
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,59
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,17
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,43
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	4,8
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	nd
Total I-TEQ	1,7

Station MERA

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	9,36
Pentachlorodibenzodioxines	2,08
Hexachlorodibenzodioxines	4,9
Heptachlorodibenzodioxines	16,37
Octachlorodibenzodioxine	33,91
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	66,6
Tetrachlorodibenzofuranes	19,65
Pentachlorodibenzofuranes	41,87
Hexachlorodibenzofuranes	74,47
Heptachlorodibenzofuranes	32,34
Octachlorodibenzofurane	10,32
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	178,7
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,22
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,32
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,82
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	0,71
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	8,72
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	3,81
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	9,94
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	10,09
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	26,26
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	8,41
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,63
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,98
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	12,61
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	6,82
Total I-TEQ	11