

Campagne 2003 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement VALORENA

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

Février 2004

SOMMAIRE

■ Résumé - conclusions.....	1
■ Introduction	13
■ Présentation du site et de son environnement.....	14
1. Caractéristiques des installations	16
2. Implantation des sites de mesure	17
3. Inventaire des sources d'émission dans l'environnement.....	19
• Inventaires d'émissions	19
• Inventaire des sources au niveau local	20
4. Proximité de la population résidentielle	21
■ Présentation des moyens de mesure mis en œuvre	22
1. Périodes d'échantillonnage	23
2. Polluants mesurés et techniques associées.....	24
• Les concentrations atmosphériques.....	24
• Les retombées atmosphériques.....	28
■ Analyse des résultats de la campagne de mesure, évaluation de la contribution de VALORENA.....	30
1. Situations météorologiques pendant la campagne.....	31
2. Mesures des retombées atmosphériques	33
• Mesures des dépôts de dioxines et furanes.....	33
• Retombées totales et solubles en métaux lourds, en ions chlorures et sodium	36
3. Les concentrations atmosphériques.....	37
• Chlorures totaux et gazeux	37
• Métaux lourds dans l'air.....	42
• Mesure du dioxyde d'azote à l'usine des eaux.....	47
■ ANNEXE.....	50
Annexe 1 : Roses des vents pendant les 7 semaines de campagne.....	51
Annexe 2 : concentrations en dioxines et furanes	55

Métrologie
Mise en page
Etude
Cartographie
Analyses de laboratoires sous traitées
Analyses de laboratoires sous traitées
Analyses de laboratoires sous traitées

A. TRICOIRE
B. POUSSIN
F. DUCROZ
F. PENVEN
CARSO
IANESCO Chimie
ATEST-CALYDRA

RESUME-CONCLUSIONS

Contexte et objectifs

Initialement réalisée sur le dioxyde de soufre et sur l'analyse des eaux de pluie, la surveillance de la qualité de l'air autour de l'Usine d'Incineration des Ordures Ménagères (UIOM) VALORENA a été redéployée pour l'année 2000, à la demande de la DRIRE des Pays de la Loire, sur la mesure dans l'air d'une large gamme d'indicateurs représentatifs des composés émis lors de l'incinération (acide chlorhydrique et neuf métaux lourds).

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, à la demande de VALORÉNA, Air Pays de la Loire a complété en 2003 le dispositif de surveillance existant par la mesure des dépôts atmosphériques de dioxines et furanes sur les 3 sites situés dans l'environnement de VALORENA et sur deux autres sites non influencés par l'usine (site urbain de la Chauvinière à Nantes et site rural à la Chataîgneraie en Vendée).



Collecteur de précipitations utilisé pour la mesure des dépôts de dioxines et furanes

Ce rapport rassemble l'ensemble des résultats obtenus.

Les moyens

Trois stations de surveillance

Trois stations de surveillance ont été installées pendant 7 semaines entre le 2 octobre et le 20 novembre 2003 à **l'Usine des eaux, au niveau des pépinières du grand Blottereau et au niveau de la rue giffard dans le quartier du Vieux Doulon.**

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.

Environnement de l'établissement VALORENA et implantation des sites de mesure



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.
- Les concentrations atmosphériques via la mesure directe dans l'air.

De nombreux polluants mesurés

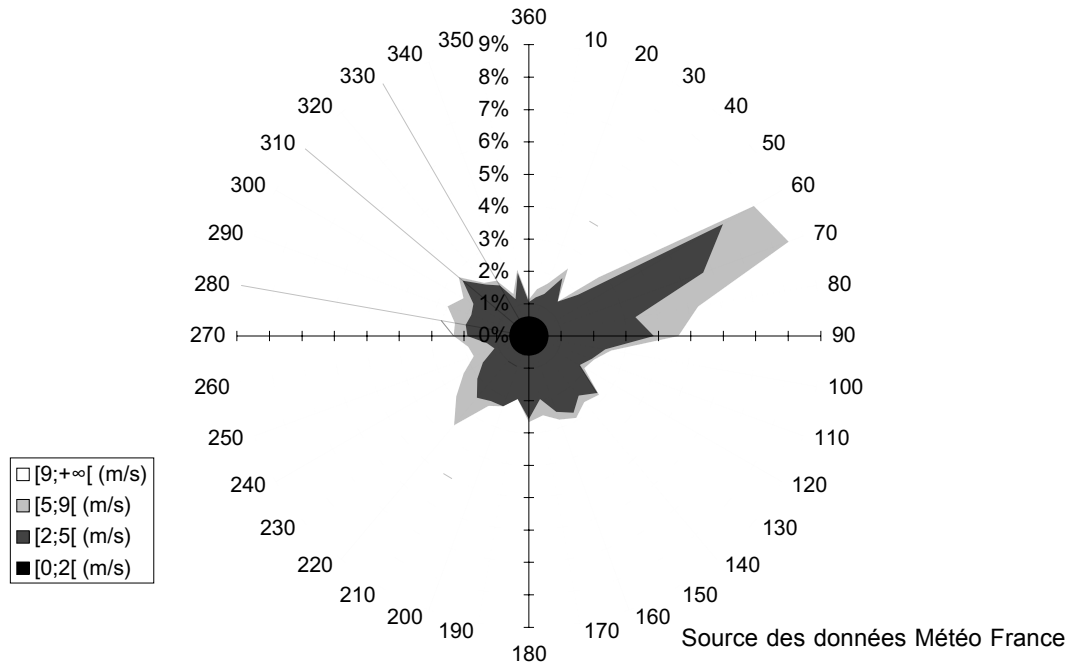
Comme les années précédentes, **l'acide chlorhydrique via la mesure des chlorures, neuf métaux lourds** (As, Ni, Cd, Pb, Zn, Cr, Cu, Hg, Mn) ont été analysés dans l'air et dans la précipitation. **Le dioxyde d'azote** fait également partie des polluants surveillés dans l'air.

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 de VALORENA 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 nette prédominance de vents de Nord Est.



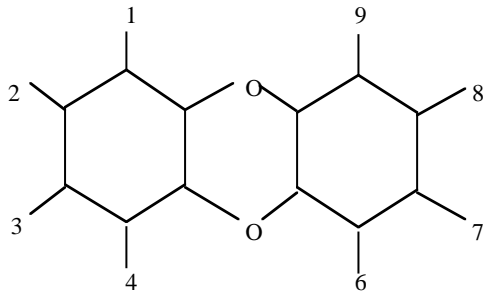
Sur la totalité de la campagne, l'usine des eaux a été 3 fois plus souvent sous les vents de VALORENA que les 2 autres sites.

Les sites du Grand Blottreau et du Vieux Doulon ont été soumis à l'influence de l'UIOM pendant sensiblement la même durée.

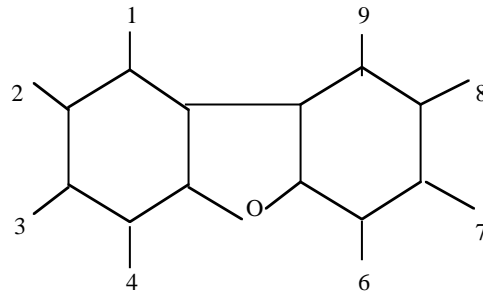
Les retombées atmosphériques

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). Les analyses ont été confiées au laboratoire CARSO accrédité COFRAC n°1-0765 pour les analyses des dioxines et furanes dans l'environnement et les eaux naturelles.

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 par un suivi continu à la station météorologique de Bayreuth (site rural régional de fond) en Allemagne en 1994 et 1995 et les dépôts enregistrés par Air Pays de la Loire en 2003 autour de l'UIOM d'Arc en Ciel.

	Usine des Eaux	Blottereau	Vieux Doulon	La Chauvinière	MERA	Bayreuth (Allemagne) Horstmann, 1997	Arc enCiel 2003 (Air Pays de la Loire 2003)
dépôts total Dioxines et furanes (pg I-TEQ/m ² /j)	18,0	20,6	17,8	3,6	10,9	1,2 - 8	1,3 - 13,4

Dépôts de dioxines et furanes enregistrés dans l'environnement de VALORÉNA 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 très faibles et du même ordre de grandeur.
- Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude sont cohérentes et légèrement supérieures à celles réalisées par Air Pays de la Loire à proximité de l'UIOM d'Arc en Ciel. Il faut souligner ici que la pluviométrie, 4 fois plus importante lors de cette étude par comparaison à la campagne réalisée l'été 2003 autour d'Arc en Ciel, contribue à la supériorité des dépôts enregistrés à l'automne 2003.
- Par comparaison le dépôt de dioxines et furanes enregistré à la station MERA est supérieur à celui mesuré sur le site urbain non influencé de la Chauvinière. Il faut toutefois nuancer cette observation sachant que selon Durif 2001, seule une différence supérieure à 10 pgITEQ/m²/j doit être considérée comme significative.
- Les dépôts enregistrés à proximité de VALORENA sont supérieurs à ceux enregistrés sur le site de la Chauvinière toutefois la différence constatée, compte tenu de la valeur minimale de 10 pgITEQ/m²/j utilisée comme caractérisation d'une différence significative, est très faible.
- Enfin les dépôts enregistrés sur les 3 sites de surveillance de l'UIOM sont identiques malgré la différence d'influence de l'UIOM.

En conclusion, il n'apparaît pas d'impact significatif (variation supérieure à 10 pgITEQ/m²/j) des rejets de VALORENA sur les dépôts de dioxines et furanes mesurés à proximité qui demeurent à des niveaux très faibles de l'ordre des niveaux observés en sites ruraux et urbains.

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

Dépôts typiques de dioxines et furanes selon Durif 2001 (valeurs antérieures à la mise aux normes des UIOM suite à l'application de la directive 2000/76/CE).

Les concentrations dans l'air

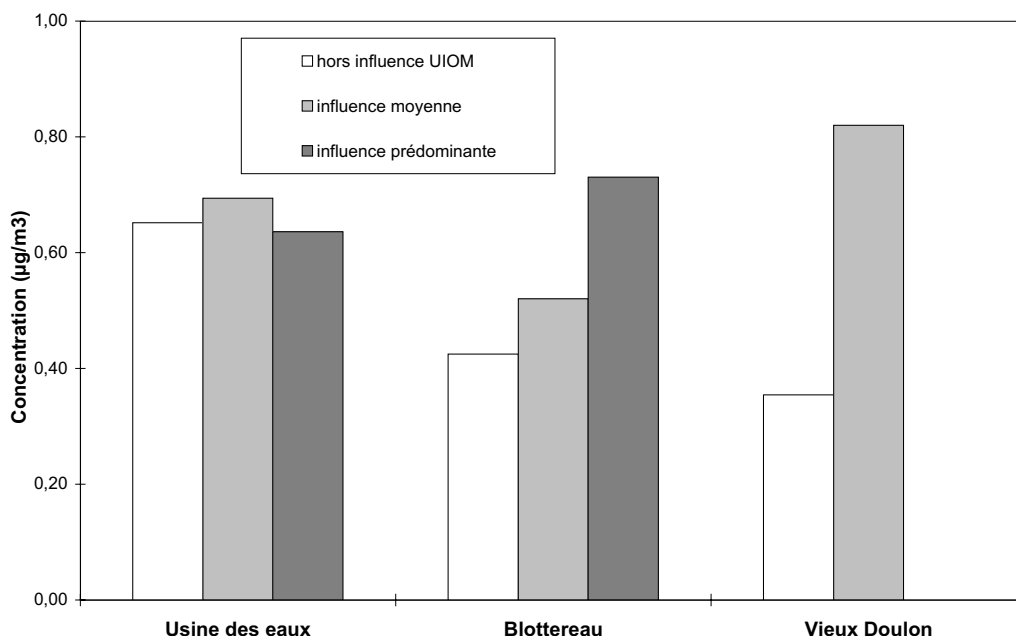
L'acide chlorhydrique dans l'air

Les teneurs en acide chlorhydrique ont évolué entre 0 et 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

À titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND en 2002¹ sur 4 sites ruraux avant la réalisation d'une Usine d'Incinération d'Ordures Ménagères variaient de 0,5 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. AIRPARIF² 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 20 et 40 %. 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).



Durant la totalité de la campagne, le nombre de journées avec influence prédominante a été faible (inférieur ou égal à 2 jours) pour les sites Blottereau et Vieux Doulon. Seul le site de l'usine des eaux a été notablement sous les vents de VALORENA (10 jours sous influence prédominante). Sur ce site, les concentrations en HCl sont demeurées homogènes quelque soit le type d'influence de l'UIOM.

En conclusion, il ne peut pas être établi sur la base des mesures réalisées, un impact systématique des rejets de l'UIOM sur les concentrations atmosphériques en HCl mesurées à proximité, celles-ci sont typiques de celles généralement observées en milieu urbain.

¹ Air Normand, réseau de surveillance de la qualité de l'air en Haute Normandie -point initial avant UVE autour de Guichainville, 16 pages

² A; Person, Y. le Moulec, E. Gillibert : évaluation et surveillance de l'impact d'une usine d'incinération d'ordures ménagères en région parisienne - pollution atmosphérique - septembre 95

Campagne 2003 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement VALORÉNA
Air Pays de la Loire – E-FDz040045-FDz – janvier 2004

Les métaux lourds dans l'air

Concentrations moyennes et comparaisons aux normes

Métal analysé	VALORENA 2003 (concentrations moyennes selon les sites)	VALORENA 2002 (concentrations moyennes selon les sites)	Concentrations typiques en milieu urbain ³	Normes de qualité de l'air
Zinc	11 – 24 ng/m ³	10 - 30 ng/m ³		
Plomb	6 – 8,5 ng/m ³	3 - 12 ng/m ³		250-500 ng/m ³ (a)
Cuivre	1,4 - 6,2 ng/m ³	2 – 11 ng/m ³		
Manganèse	0,9 – 1,4 ng/m ³	1 - 5 ng/m ³		1000 ng/m ³ (b)
Nickel	0,6 – 1,7 ng/m ³	0,6 - 1,5 ng/m ³	1,4-13 ng/m ³	
Chrome	0,3 – 0,6 ng/m ³	0,3 - 0,6 ng/m ³		
Arsenic	0,3 - 0,4 ng/m ³	0,2 - 0,6 ng/m ³	0,5 - 3 ng/m ³	
Cadmium	0,1 – 0,2 ng/m ³	0,1 - 0,2 ng/m ³	0,2 - 2,5 ng/m ³	10-20 ng/m ³ (b)
Mercure	< 0,04 ng/m ³	< 0,04 ng/m ³		1000 ng/m ³ (b)

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

(b) : valeurs guides OMS

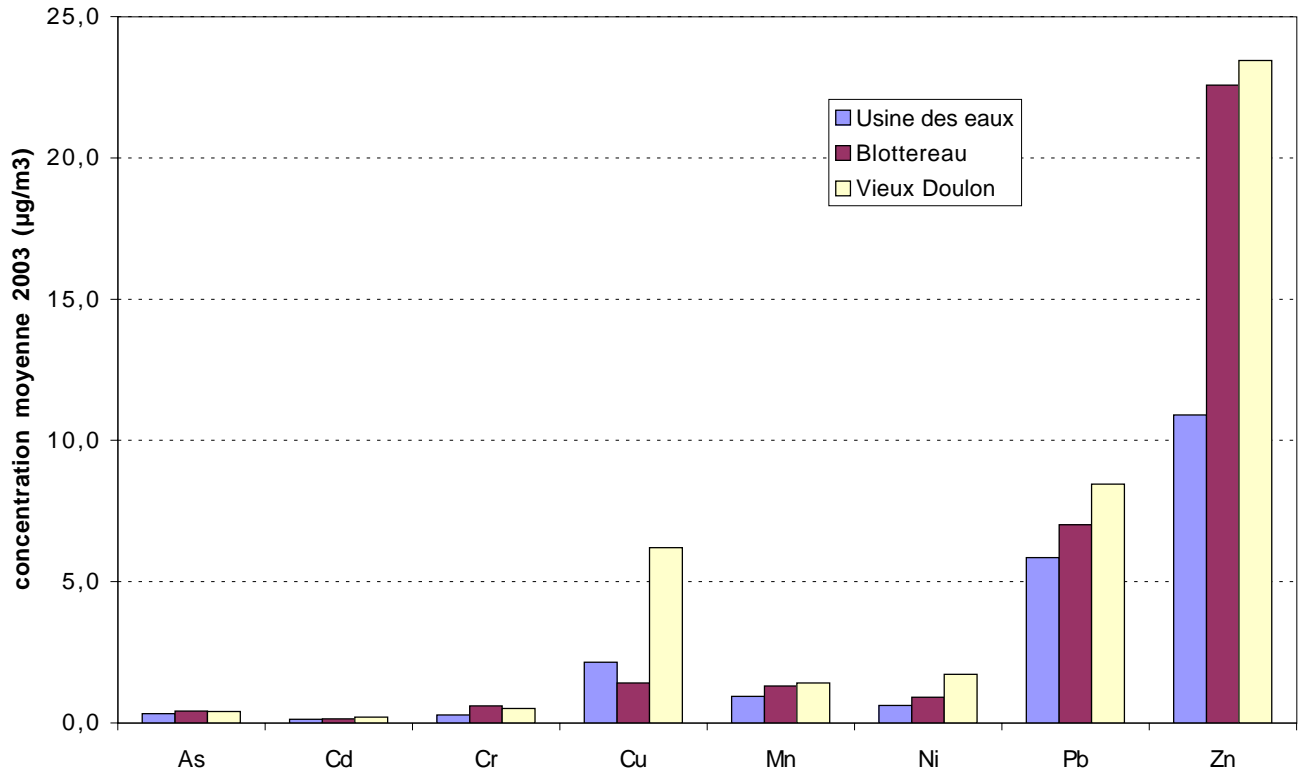
en bleu : éléments pour lesquels les UIOM sont considérées comme étant des sources significatives

En extrapolant à une année les résultats obtenus autour de VALORENA pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et a fortiori la valeur limite fixées pour le plomb par le décret du 15 février 2002, ainsi que les normes OMS aient été respectées. Pour le plomb, la moyenne sur les 7 semaines de campagne (7ng/m³) est 36 fois plus faible que l'objectif de qualité.

³ groupe de travail de la commission européenne -octobre 2000
Campagne 2003 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement VALORÉNA
Air Pays de la Loire – E-FDz040045-FDz – janvier 2004

Indications sur l'impact de VALORENA

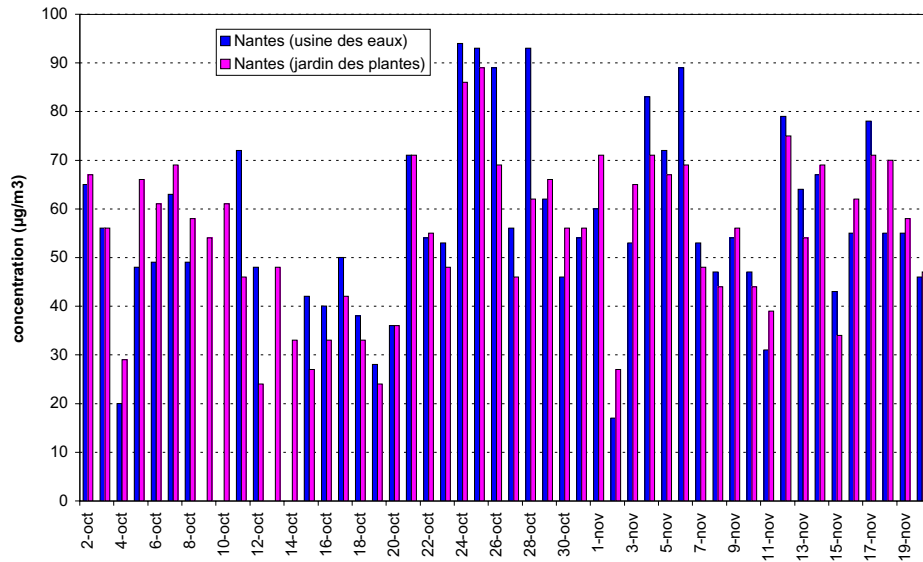
Sur la durée de la campagne, le site de l'usine des eaux a été le plus longtemps soumis à l'influence de VALORENA. Les sites de Blottereau et du Vieux Doulon ont été près de 3 fois moins sous les vents de l'UIOM. Malgré cette influence plus importante, les teneurs en métaux mesurés à l'usine des eaux sont inférieures à celles enregistrées sur les 2 autres sites (cf. graphique ci-dessous). En conséquence, comme en 2002, il n'est pas déterminé d'impact spécifique de l'usine VALORENA sur les concentrations en métaux mesurés à proximité.



Concentrations en dioxyde d'azote

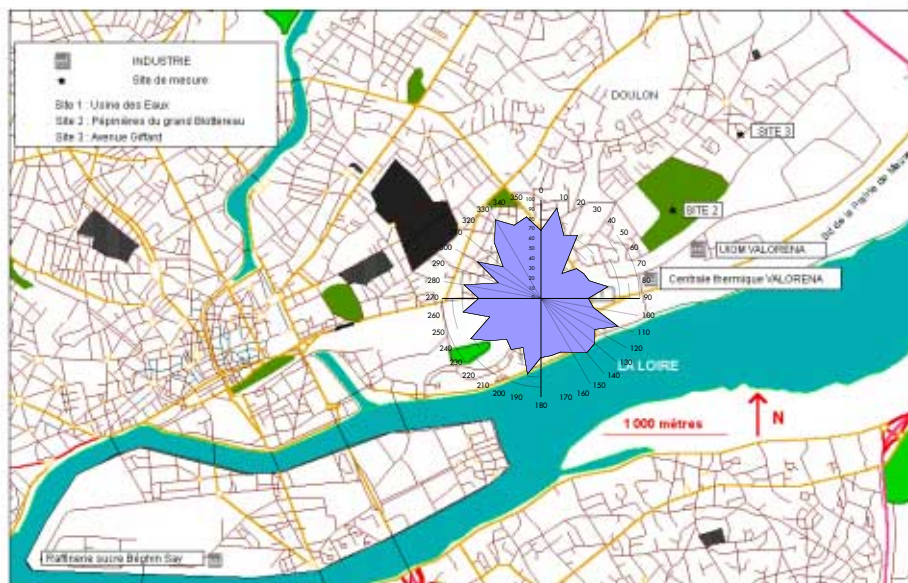
Les niveaux en dioxyde d'azote enregistrés à l'usine des eaux sont restés faibles et largement inférieurs aux seuils réglementaires.

Par comparaison les niveaux enregistrés à l'usine des eaux sont très proches à ceux mesurés au Jardin des Plantes à Nantes.



Evolution des maxima horaires journaliers en NO2

L'analyse de l'impact de VALORENA par l'étude des roses de pollution ne montre aucune augmentation significative des niveaux au NO2 lorsque les vents sont en provenance de l'UIOM. Ceci suggère que les éventuelles émissions de NOx par VALORENA n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO2 mesurées à proximité.



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 soumis à une qualité de l'air très acceptable.

INTRODUCTION

L'Arrêté Préfectoral du 9 décembre 1998 impose que l'Usine d'Incinération des Ordures Ménagères (UIOM) VALORENA 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 dans le secteur Est de la commune de Nantes entre le quartier résidentiel de Doulon au nord et de la Loire au sud.

Depuis 2000, Air Pays de la Loire, dispositif de surveillance de la pollution atmosphérique dans la région, réalise pour la société VALORENA 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 VALORENA, plusieurs systèmes de prélèvement permettant la mesure des polluants atmosphériques suivants : poussières, métaux lourds, acide chlorhydrique et dioxyde d'azote.

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.

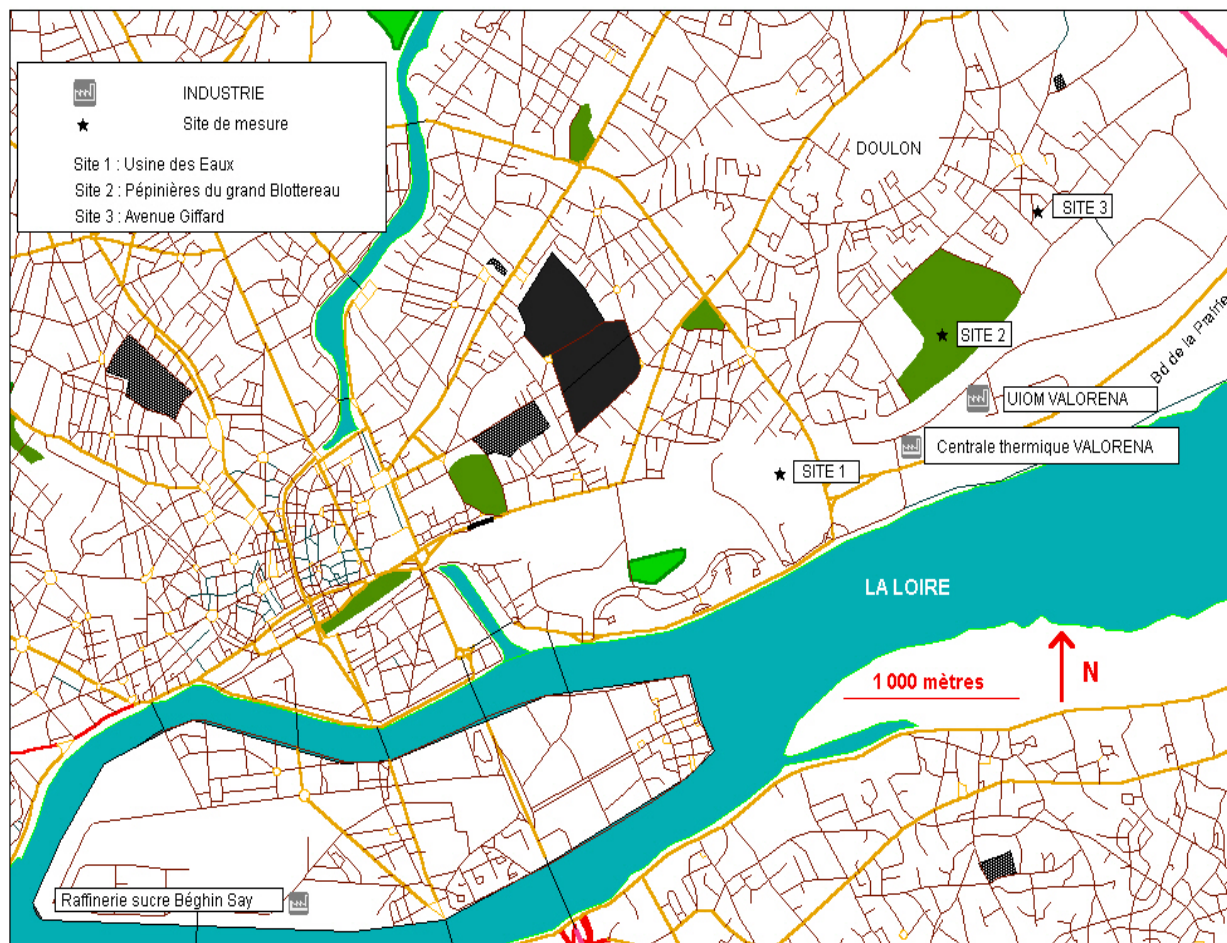
La période d'échantillonnage s'est déroulée du 2 octobre au 20 novembre 2003.

Ce rapport présente :

- L'usine VALORENA 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 de VALORENA sur les concentrations enregistrées.

I- PRESENTATION DU SITE ET DE SON ENVIRONNEMENT

Environnement de l'établissement VALORENA et implantation des sites de mesure



I.1. Caractéristiques des installations

Le site est situé au lieu-dit "La Prairie des Mauves" sur la commune de Nantes, sur la rive droite de la Loire et à 750 mètres au sud du quartier de Doulon (cf. plan de situation).

VALORENA est un établissement d'incinération de déchets urbains. Il est composé :

- D'une fosse de réception des ordures ménagères et déchets industriels et commerciaux assimilables à ces dernières (capacité de stockage de 2 700 tonnes),
- De deux fours d'incinération d'une capacité unitaire de 9,5 tonnes/heure (soit une capacité d'incinération nominale annuelle de 150 000 tonnes). Les brûleurs fonctionnent au fuel lourd,
- D'une chaîne automatique et indépendante d'alimentation des fours permettant la réception de déchets contaminés provenant d'établissements sanitaires et assimilés, d'une capacité de 1,8 tonnes/heure,
- D'une unité de traitement des gaz de combustion comprenant, pour chaque ligne de four, un électro-filtre, une tour de lavage à l'eau, et un évaporateur des eaux de lavage des gaz.

En septembre 2000, un dispositif d'injection de charbon actif des fumées a été mis en place afin de ramener, par anticipation aux futures normes Européennes, le taux d'émission des dioxines et furanes en dessous de la valeur seuil de 0,1 ng/m³.

Photo 1 : Vue de l'usine VALORENA depuis les Pépinières du Grand Blottereau



I.2. Implantation des sites de mesure

L'implantation des 3 stations de mesure a été définie par AIR PAYS DE LA LOIRE et validée par la DRIRE, sur la base des critères suivants :

- Identification des zones de retombées maximales au sol du panache dans les conditions de stabilité atmosphérique les plus fréquemment rencontrées (classes météorologiques C et D selon la classification de Pasquill),
- Prise en compte des vents dominants (sud-ouest et nord-est),
- Repérage des zones habitées,
- Évaluation de la disponibilité d'infrastructures d'accueil sur le terrain.

Les caractéristiques des 3 sites de mesure retenus (cf. plan de situation) sont récapitulées dans le tableau 1.

Tableau 1 - Caractéristiques des sites de mesure

N° Site	Nom	Adresse ou localisation	Distance à l'UIOM	Particularité
1	USINE DES EAUX	Boulevard de Seattle	1 250 mètres au sud-ouest	sous les vents dominants de nord-est (principalement en période estivale)
2	BLOTTEREAU	Parc du Grand Blottereau	300 mètres au nord	Dans le local technique des Pépinières; sous les vents dominants de sud
3	VIEUX DOULON	Rue Giffard	1 150 mètres au nord-est	Sous les vents dominants de sud-ouest; au sein d'un quartier résidentiel

Le site 3, localisé en 2001 au niveau de l'avenue Enklays, a été déplacé pour la campagne 2002 vers la rue Giffard, sur le terrain de M. LE GUERNEVE. La proximité des deux sites garantit l'historique du suivi des niveaux de pollution de l'air dans la zone.

Photo 2 : Vue du site du Vieux Doulon



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

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

L'inventaire des sources de pollution dans l'environnement de VALORENA 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 l'agglomération Nantaise, les deux émetteurs industriels soumis à la Taxe Générale sur les Activités Polluantes les plus proches sont :

- Le site ERIDANIA BEGHIN SAY, société de raffinage et de conditionnement de sucre, localisé à 4 500 mètres au sud-ouest sur l'île Beaulieu. La principale installation de combustion de cet établissement est une chaudière charbon. Le modèle de dispersion des polluants indique que sur l'ensemble des conditions de dispersion testées (stabilité atmosphérique ou vent fort), l'impact des rejets¹ de ERIDANIA BEGHIN SAY semble négligeable au niveau du site VALORENA.
- La centrale thermique VALORENA, localisée à 1 km au sud-ouest de l'UIOM. L'installation fonctionne au fuel lourd et au gaz naturel en appoint et secours de l'UIOM. L'impact de cette source devrait être limité.

Tableau 4 : Rejets des établissements soumis à la taxe générale sur les activités polluantes dans l'environnement de VALORENA

Etablissement	Tonnages émis en 2000 ou 2001			
	SO ₂	NO _x	COV	HCl
VALORENA UIOM	2	223	0,4	10
VALORENA Centrale thermique	19	7	-	-
BEGHIN -SAY	186	104	-	2

(Source : DRIRE des Pays de la Loire)

chiffre 2001

I.3.2.2. Transport routier

Entre 300 et 500 mètres des sites de mesure est localisée une voie à fort trafic (estimé à environ 30 000 véhicules/jour – source : Ville de Nantes). 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 300 mètres des stations de mesure est située la ligne SNCF Nantes-Paris. Selon le CITEPA, Le secteur du trafic ferroviaire est responsable de la majorité des émissions de cuivre en France (cf. tableau 2) dont l'origine provient de l'usure des caténaires induit par le passage des locomotives.

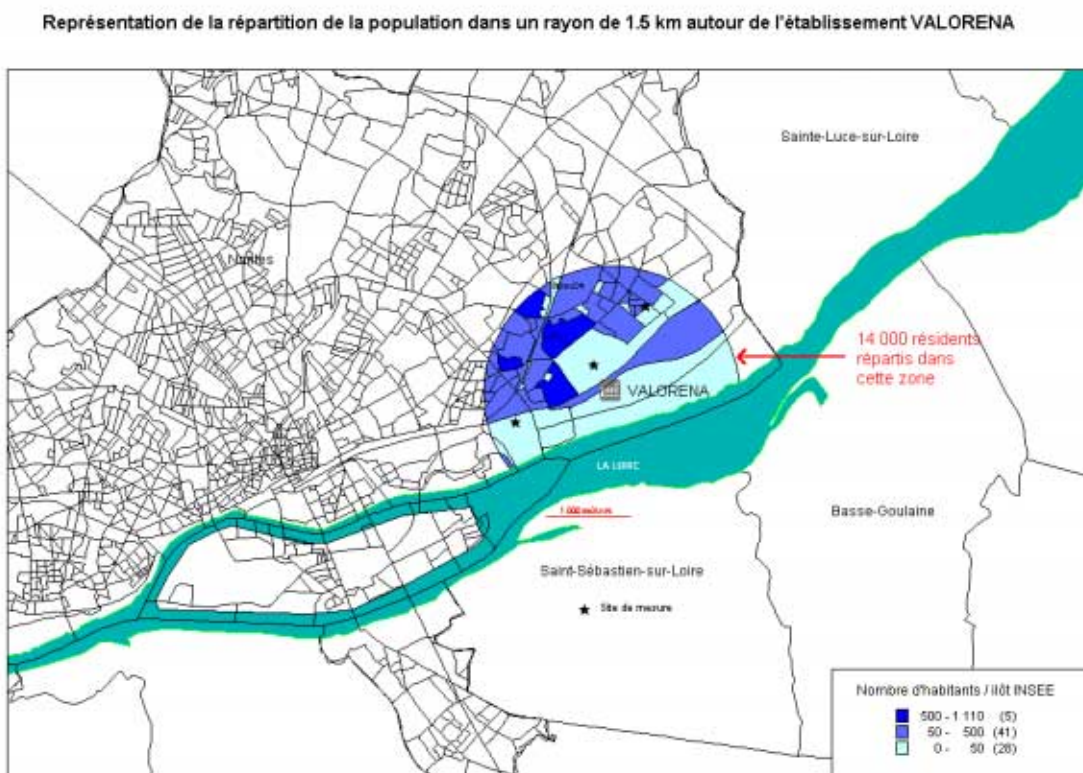
¹ Les paramètres d'émission (hauteur cheminée, tonnage émis dans l'année, répartition annuelle) nous ont été communiqués par l'établissement BEGHIN-SAY.

I.4. Proximité de la population résidentielle

L'usine d'incinération est implantée à l'est de la commune de Nantes (270 000 habitants au Recensement Général de la Population 1999) entre le quartier de Doulon au nord et la Loire au sud.

Le nombre d'habitants potentiellement soumis aux retombées de l'installation a été estimé par un croisement, réalisé sous SIG (Système d'Information Géographique) entre les données de population au niveau de l'îlot INSEE et un cercle de 1,5 km autour de l'UIOM, distance au-dessous de laquelle l'influence de l'UIOM est la plus significative. Cette influence a été évaluée par modélisation des retombées des polluants gazeux (cf. page 12).

Le nombre d'habitants compris dans cet espace est évalué à près de 14 000 résidents répartis principalement au nord-ouest de la zone, donc a priori à l'écart des vents dominants.



II. PRESENTATION DES MOYENS DE MESURE MIS EN ŒUVRE

II.1. Périodes d'échantillonnage

Tableau 5 - Dates correspondant aux périodes d'échantillonnage

Période	Dates
1	du 2 au 9 octobre
2	du 9 au 16 octobre
3	du 16 au 23 octobre
4	du 23 au 30 octobre
5	du 30 octobre au 6 novembre
6	du 6 au 13 novembre
7	du 13 au 20 novembre

La campagne s'est déroulée du 2 octobre au 20 novembre 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, 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 3 - 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 ATEST-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 :

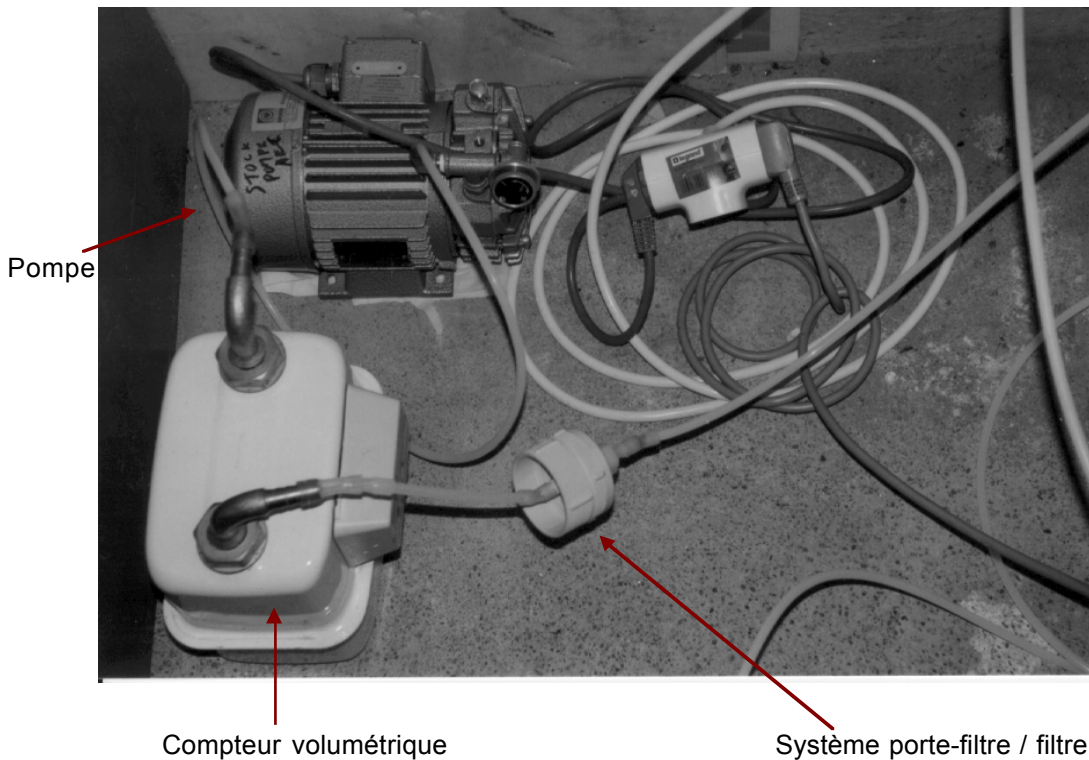
Tableau 6 - limites de quantification pour les éléments Cl⁻ et Na⁺

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 4 - 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 7 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 7 - 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. Analyseur automatique (mesure du dioxyde d'azote)

Le dioxyde d'azote est mesuré quart d'heure par quart d'heure à l'usine des eaux par un analyseur spécifique appartenant au réseau permanent d'Air Pays de la Loire. Le dioxyde d'azote est détecté par 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 5 – Vue d'une ligne de prélèvement sur le site des Pépinières du Grand Blottereau



II.2.2. Les retombées atmosphériques

II.2.2.1. Mesures des dioxines et furanes

- 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 6 - Vue détaillée des différents éléments constituant le collecteur



Photo 7 - Collecteur installé



- Pas de temps : du 2 octobre au 13 novembre.
- 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 de déterminer les taux de récupération de chaque molécule. Les méthodes utilisées permettent d'obtenir des taux de récupération compatibles avec les valeurs cibles indiquées dans EPA 1613 (50 à 130 % pour les 17 congénères).

La limite de quantification dans l'eau est de 0,7 pg (Equivalent Toxique Dioxine , 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 : 2 séquences, du 2 au 30 octobre et du 30 octobre au 20 novembre,
- Mise en œuvre : installation d'une jauge Owen sur chaque site en début de séquence et retrait en fin de séquence,
- Analyse des eaux de pluie par le laboratoire ATEST-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 DE VALORENA

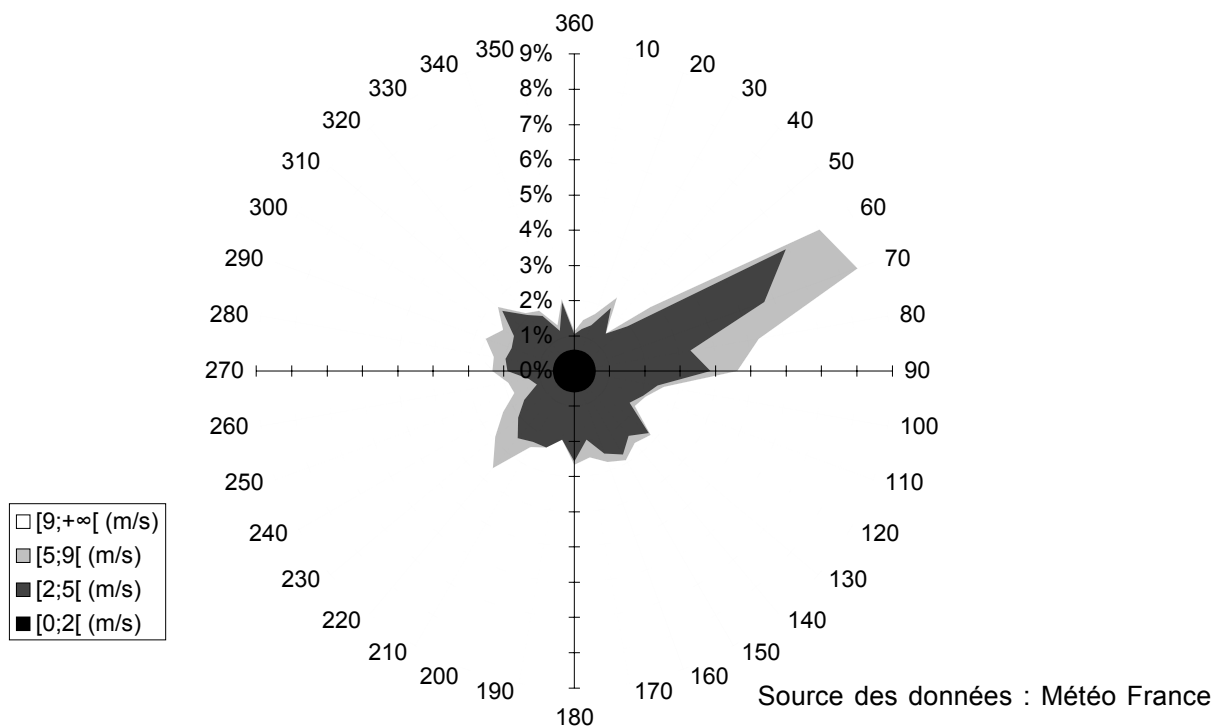
III.1. Situations météorologiques pendant la campagne

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

Tableau 8 : 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 nord ouest faible à modéré	13,7	67,3	16,1	3,0
2	Vent d'est de vitesse faible	36,3	50,0	13,7	0,0
3	Vent d'est faible à modéré	13,7	61,3	25,0	0,0
4	Vent d'est de vitesse faible	45,8	44,0	10,1	0,0
5	Vent de sud est faible à sud ouest modéré	8,3	61,9	29,8	0,0
6	Vent de nord est faible	13,7	77,4	8,9	0,0
7	Vent de sud est à sud ouest faible à modéré	23,2	61,9	14,9	0,0

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 9 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 9 : nombre d'heures hebdomadaires d'influence de VALORENA

Semaine	Site		
	usines des eaux	Blottereau	vieux Doulon
	62°-82°	137 °-157°	189°-209°
1	4	6	3
2	43	2	1
3	48	5	1
4	10	0	2
5	0	20	16
6	38	7	7
7	1	15	11
total	144	55	41

Sur la totalité de la campagne, le site de l'usine des eaux a été 3 fois plus souvent sous les vents de VALORENA que les deux autres sites. Les sites du Grand Blottereau et du Vieux Doulon ont été soumis à l'influence de l'UIOM pendant sensiblement la même durée (respectivement 55 et 41 heures).

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.

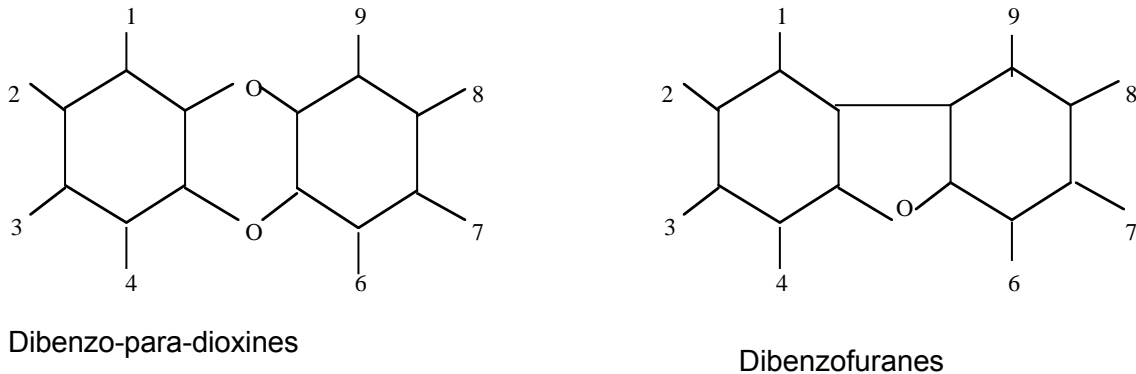


Figure 1 : Formules des composés de base des PCDD et PCDF

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 :

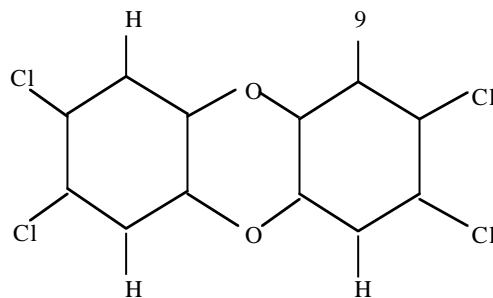


Figure 2 : Formules de la 2,3,7,8 – TCDD (« dioxine de Sévés »)

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 10 - 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 protocole que les échantillons. Les concentrations obtenues pour les 17 congénères toxiques sont inférieures ou proches de 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 de VALORENA (Usine des eaux, Blottreau et Vieux Doulon) 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 Chataîgneraie en Sud Est Vendée) ont également disposé 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, les dépôts mesurés un suivi continu à la station météorologique de Bayreuth (site rural régional de fond) en Allemagne en 1994 et 1995 et les dépôts mesurés par Air Pays de la Loire en 2003 autour de l'UIOM Arc en Ciel.

Tableau 12 - dépôts de dioxines et furanes enregistrés dans l'environnement de VALORENA et sur des sites non influencés

	Usine des Eaux	Blottereau	Vieux Doulon	La Chauvinière	MERA	Bayreuth (Allemagne) Horstmann, 1997	Arc enCiel 2003 (Air Pays de la Loire 2003)
dépôts total Dioxines et furanes (pg I-TEQ/m ² /j)	18,0	20,6	17,8	3,6	10,9	1,2 - 8	1,3 - 13,4

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 /m ² /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 Durif 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 très faibles et du même ordre de grandeur.
- Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude sont cohérentes et légèrement supérieures à celles réalisées par Air Pays de la Loire à proximité de l'UIOM d'Arc en Ciel³. Il faut souligner ici que la pluviométrie, 4 fois plus importante lors de cette étude par comparaison à la campagne réalisée l'été 2003 autour d'Arc en Ciel, contribue à la supériorité des dépôts enregistrés à l'automne 2003.
- Par comparaison le dépôt de dioxines et furanes enregistré à la station MERA est supérieur à celui mesuré sur le site urbain non influencé de la Chauvinière. Il faut toutefois nuancer cette observation sachant que selon Durif 2001, seule une différence supérieure à 10 pgITEQ/m²/j doit être considérée comme significative.
- Les dépôts enregistrés à proximité de VALORENA sont supérieurs à ceux enregistrés sur le site de la Chauvinière toutefois la différence constatée, compte tenu de la valeur minimale de 10 pgITEQ/m²/j utilisée comme caractérisation d'une différence significative, est très faible.
- Enfin les dépôts enregistrés sur les 3 sites de surveillance de l'UIOM sont identiques malgré la différence d'influence de l'UIOM.

En conclusion, il n'apparaît pas d'impact significatif des rejets de VALORENA sur les dépôts de dioxines et furanes mesurés à proximité qui demeurent à des niveaux très faibles de l'ordre des niveaux ruraux et urbains.

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

3 - Air Pays de la Loire 2003 : campagne 2003 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement ARC EN CIEL

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

PERIODE 1 (du 02/10 au 30/10)

ANALYSES	UNITES	Usine des Eaux (sur brut)	Usine des Eaux (sur soluble)	Blottreau (sur brut)	Blottreau (sur soluble)	Vieux Doulon (sur brut)	Vieux Doulon (sur soluble)
Arsenic	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Cadmium	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Chlorures	mg.m(-2).jour(-1)	3,7	-	4,0	-	4,1	-
Chrome	µg.m(-2).jour(-1)	3,1	-	-	-	-	-
Cuivre	µg.m(-2).jour(-1)	15,3	12,2	19,2	16,0	15,4	15,4
Manganèse	µg.m(-2).jour(-1)	18,3	12,2	19,2	16,0	18,5	9,3
MES	mg.m(-2).jour(-1)	15,3	-	25,6	-	49,4	-
Mercur	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Nickel	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Plomb	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Sodium	mg.m(-2).jour(-1)	2,8	-	3,7	-	4,4	-
Zinc	µg.m(-2).jour(-1)	122,1	91,6	256,3	160,2	771,1	586,0

PERIODE 2 (du 30/10 au 20/11)

ANALYSES	UNITES	Usine des Eaux (sur brut)	Usine des Eaux (sur soluble)	Blottreau (sur brut)	Blottreau (sur soluble)	Vieux Doulon (sur brut)	Vieux Doulon (sur soluble)
Arsenic	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Cadmium	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Chlorures	mg.m(-2).jour(-1)	8,5	-	11,0	-	9,3	-
Chrome	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Cuivre	µg.m(-2).jour(-1)	12,7	9,6	7,3	10,9	20,1	10,1
Manganèse	µg.m(-2).jour(-1)	12,7	6,4	47,3	43,7	16,8	13,4
MES	mg.m(-2).jour(-1)	-	-	25,5	-	43,6	-
Mercur	µg.m(-2).jour(-1)	2,9	2,5	1,5	-	1,0	-
Nickel	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	36,4	-	-	-
Plomb	µg.m(-2).jour(-1)	-	-	-	-	-	-
Sodium	mg.m(-2).jour(-1)	5,8	-	5,7	-	7,0	-
Zinc	µg.m(-2).jour(-1)	159,3	-	-	-	201,2	-

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- Les retombées en chlorures sont inférieures à celles enregistrées en 2002. Ces résultats sont cohérents avec les concentrations totales en chlorures mesurées dans l'air.
- Dans les retombées atmosphériques de la campagne VALORENA 2003, on retrouve comme en 2002 à l'exception du Plomb, les éléments principaux déterminés dans les poussières sur filtre : zinc, cuivre et manganèse.
- Aucune trace de cadmium dans les eaux de pluie, n'a été détecté sur l'ensemble des sites durant les 2 séquences de mesure.

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 ATEST-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 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° 14 : concentrations totales en chlorures et concentrations estimées en HCl

	Date	Usine des eaux		Blottereau		Vieux Doulon	
		Cl- total	HCl	Cl- total	HCl	Cl- total	HCl
S1	2/10/03	14,9	0,0	0,67	0,7		
	3/10/03	3,2	0,0	0,79	0,7	2,1	0,3
	4/10/03	3,6	0,0	0,87	0,0	1,3	0,2
	5/10/03	3,3	0,0	0,28	0,0	1,9	0,0
	6/10/03	2,1	0,0	0,55	0,4	3,0	0,7
	7/10/03	5,0	0,0	1,83	0,9	2,4	0,7
	8/10/03	6,5	0,0	0,93	0,5	0,4	0,0
S2	9/10/03	1,7	1,5	1,04	1,0	6,2	0,3
	10/10/03	1,8	1,6	0,30	0,3	3,3	0,0
	11/10/03	0,8	0,8	0,06	0,1	1,3	0,0
	12/10/03	0,1	0,1	0,06	0,0	0,2	0,2
	13/10/03	0,5	0,5	0,07	0,0	1,4	0,2
	14/10/03	0,8	0,8	0,32	0,0	1,0	0,8
	15/10/03	0,0	0,0	0,98	0,0	1,1	0,0
S3	16/10/03	0,6	0,0	0,29	0,1	0,5	0,0
	17/10/03	3,3	0,0	1,18	0,0	2,4	2,4
	18/10/03	0,4	0,0	2,36	0,0	0,3	0,0
	19/10/03	1,9	0,0	1,94	0,0	0,7	0,0
	20/10/03	1,0	0,2	0,31	0,0	0,4	0,2
	21/10/03	0,4	0,0	0,53	0,5	0,3	0,0
	22/10/03	0,1	0,0	1,56	0,0	5,8	0,0
S4	23/10/03	2,8	0,0	0,65	0,7	10,7	0,0
	24/10/03	0,4	0,4	1,61	1,6	0,0	0,0
	25/10/03	4,3	1,1	0,00	0,0	0,5	0,5
	26/10/03	6,6	0,8	2,15	0,0	0,3	0,0
	27/10/03	3,2	1,3	0,00	0,0	2,1	0,0
	28/10/03	4,1	1,7	0,38	0,4	4,7	0,0
	29/10/03	3,3	1,4	0,41	0,4	0,0	0,0
S5	30/10/03	2,1	1,9	1,95	0,6	3,0	0,5
	31/10/03	0,8	0,8	1,88	1,1	3,9	2,1
	1/11/03	0,1	0,1	0,07	0,1	1,9	1,7
	2/11/03	1,8	1,0	1,33	1,1	2,9	2,1
	3/11/03	1,1	0,9	3,47	0,7	3,3	0,5
	4/11/03	0,1	0,1	1,28	0,5	0,4	0,0
	5/11/03	0,1	0,1	3,02	0,2	0,4	0,4
S6	6/11/03	0,8	0,8	1,22	1,2	2,4	0,4
	7/11/03	1,1	1,1	1,32	1,3	2,2	2,2
	8/11/03	1,0	1,0	0,06	0,1	16,2	0,8
	9/11/03	1,7	1,7	1,58	1,6	2,0	1,7
	10/11/03	5,7	2,5	1,64	1,0	0,9	0,9
	11/11/03	1,7	1,4	0,06	0,1	0,1	0,1
	12/11/03	0,5	0,5	2,04	0,5	2,8	1,9
S7	13/11/03	4,1	2,5	2,19	0,9	1,2	0,0
	14/11/03	1,0	1,0	1,21	0,5	2,3	1,0
	15/11/03	0,7	0,7	0,39	0,4	0,8	0,8
	16/11/03	1,3	0,6	0,37	0,4	0,1	0,1
	17/11/03	1,0	1,0	1,26	1,1	0,6	0,6
	18/11/03	0,4	0,2	1,00	0,8	0,7	0,7
	19/11/03	0,8	0,8	0,39	0,4	0,3	0,1
	20/11/03	0,1	0,1	0,00	0,0	0,0	0,0
Moyenne		2,1	0,7	1,0	0,5	2,1	0,5

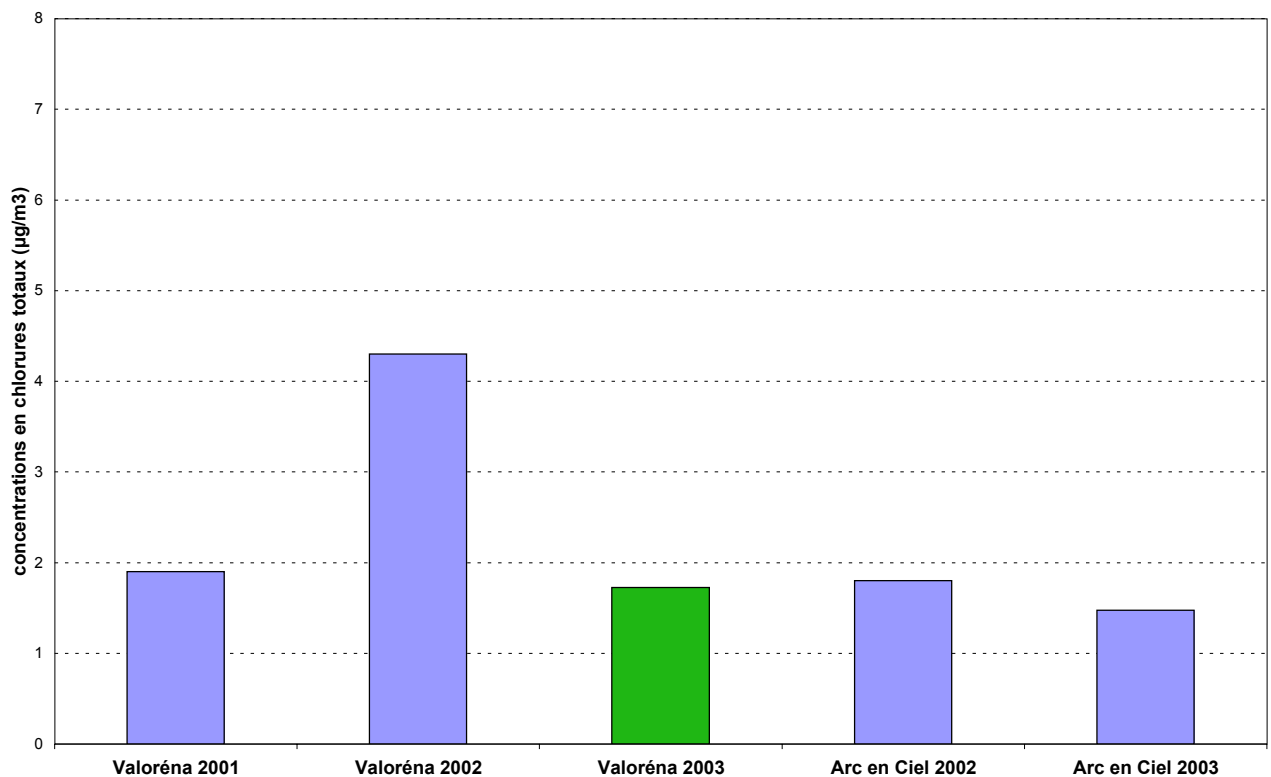
III.3.1.3.1. CHLORURES TOTAUX

Les chlorures totaux représentent la somme des deux phases gazeuse (HCl) et particulaire. Le maximum ($14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a été enregistré le 2 octobre 2003 à l'usine des eaux.

D'après le tableau 14, les teneurs en chlorures totaux sont en moyenne 3 fois plus élevées que les teneurs estimées en HCl. Les niveaux de chlorures enregistrés dans l'environnement de VALORENA sont le plus souvent liés à l'apport de l'Océan Atlantique.

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 2003 et VALORENA en 2001 et 2002

Graphique 2 : concentration moyenne en chlorures totaux autour de VALORENA en 2003 – comparaison avec quelques situations de référence de l'agglomération nantaise



Les concentrations en chlorures totaux relevées autour de VALORENA en 2003 sont inférieures à celles mesurées pendant la campagne 2002 autour de VALORENA. Cette différence s'explique par un apport moindre de chlorures en provenance de l'océan. En revanche, elles sont sensiblement identiques à celles enregistrées en 2001 et aux teneurs observées en 2002 et 2003 dans l'environnement d'Arc en Ciel.

III.3.1.3.2. CHLORURES GAZEUX

Les teneurs en acide chlorhydrique ont évolué entre 0 et 2,5 µg/m³.

Les autres périodes, les niveaux en HCl sont restés le plus souvent inférieurs à 2 µg/m³. À 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 µg/m³. AIRPARIF³ a réalisé une étude sous le vent d'une UIOM en 1994 et évalué ces teneurs entre 1,5 et 4,9 µg/m³.

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 20 et 40 %. 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 de VALORENA

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 de VALORENA est calculé. Des secteurs de vent de faible écart angulaire (+/- 10°) sont considérés afin de respecter le caractère directionnel du panache : 62° - 82° pour Usine des Eaux, 137° - 157° pour Blottereau et 189° - 209° pour le site du Vieux Doulon. Pour l'ensemble des sites, seuls les vents établis sont comptabilisés dans l'analyse,
- Trois classes d'influence de VALORENA 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 15 regroupe les résultats obtenus).

Tableau 15 : Persistance de l'influence de VALORENA et teneurs en HCl

Fréquence	usine des eaux		Blottereau		Vieux Doulon	
	moy.	étendue	moy.	étendue	moy.	étendue
hors influence UIOM ($H \leq 0$) <i>nombre de jours</i>	0,65	0 - 2,5 33	0,42	0 - 1,6 36	0,35	0 - 2,4 34
influence moyenne ($1 \leq H \leq 6$) <i>nombre de jours</i>	0,69	0 - 1,3 7	0,52	0 - 1,6 12	0,82	0 - 2,1 16
influence prédominante ($7 \leq H \leq 24$) <i>nombre de jours</i>	0,64	0 - 2,5 10	0,73	0,5-0,9 2	-	- 0

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

Durant la totalité de la campagne, le nombre de journées avec influence prédominante a été faible (inférieur ou égal à 2 jours) pour les sites Blottereau et Vieux Doulon. Seul le site de l'usine des eaux a été notablement sous les vents de VALORENA (10 jours sous influence prédominante). Sur ce site, les concentrations en HCl sont demeurées homogènes quelque soit le type d'influence de l'UIOM.

En conclusion, il ne peut pas être établi sur la base des mesures réalisées, un impact systématique des rejets de l'UIOM sur les concentrations atmosphériques en HCl mesurées à proximité, celles-ci sont typiques de celles généralement observées en milieu urbain.

III.3.2. Métaux lourds dans l'air

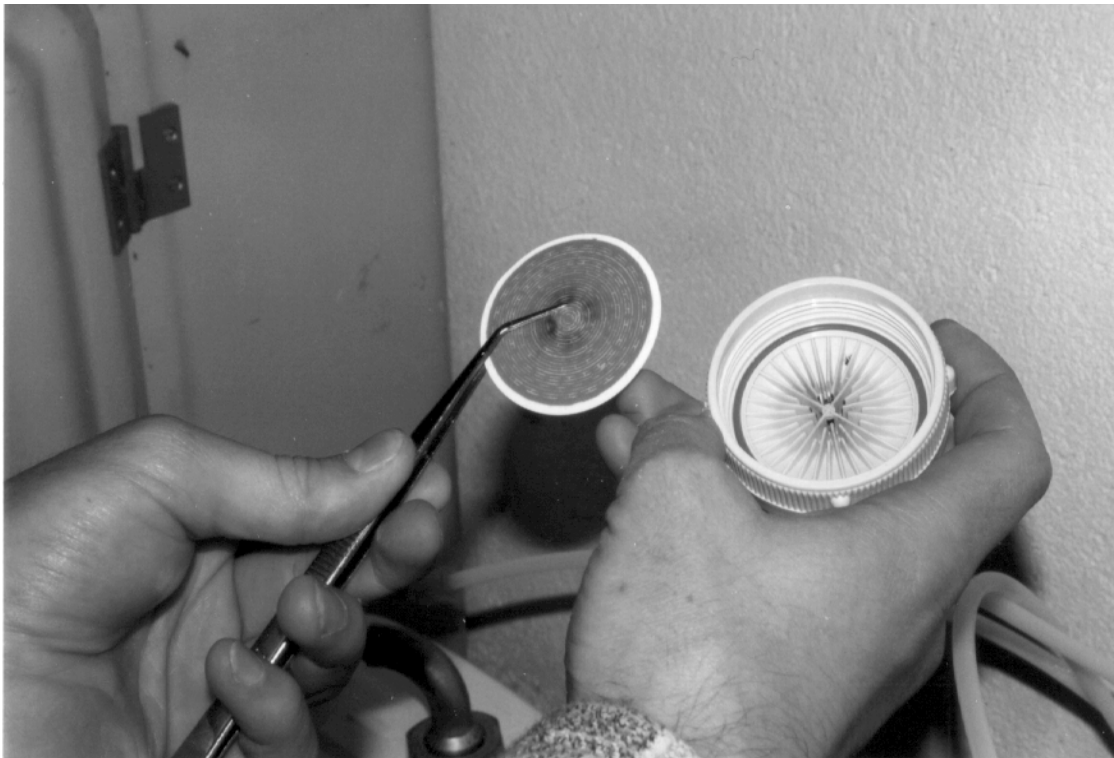
III.3.2.1. Prise en compte de la contamination lors des opérations de conditionnement pour le prélèvement et l'analyse

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 16 : concentrations en métaux lourds (ng/m³)

Usine des eaux

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	-	-	0,02	0,0	0,8	0,3	0,4	1,2	2,7
S2	0,40	-	0,15	0,5	3,2	1,6	1,0	8,4	17,3
S3	0,44	-	0,26	0,5	3,4	2,0	0,9	11,2	20,4
S4	0,44	-	0,18	0,3	3,0	1,0	1,0	8,2	13,7
S5	0,21	-	0,07	0,3	1,1	0,7	0,3	2,9	5,5
S6	0,27	-	0,15	0,3	2,7	0,8	0,4	6,7	9,8
S7	0,15	-	0,07	0,1	0,9	0,3	0,3	2,5	6,8
Moyenne	0,32	-	0,13	0,3	2,1	0,9	0,6	5,8	10,9

Blottereau

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	0,14	-	0,06	0,4	2,3	1,3	1,2	3,5	6,3
S2	0,33	-	0,13	0,6	5,0	3,7	1,6	7,6	18,3
S3	0,40	-	0,21	0,6	5,8	4,8	1,5	11,1	27,2
S4	1,08	-	0,23	0,9	9,9	7,5	2,5	10,3	43,3
S5	0,26	-	0,09	0,5	5,6	3,7	0,6	3,4	19,0
S6	0,47	-	0,18	0,7	11,7	5,6	1,1	9,6	33,8
S7	0,24	-	0,08	0,5	4,6	1,7	0,6	3,5	10,1
Moyenne	0,42	-	0,14	0,6	1,4	1,3	0,9	7,0	22,6

Vieux Doulon

	As	Hg	Cd	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Zn
S1	-	-	-	0,5	0,2	-	0,2	-	3,2
S2	0,52	-	0,15	0,0	7,2	4,8	2,5	11,2	0,2
S3	0,43	-	0,21	0,7	5,4	4,7	1,6	10,7	23,9
S4	0,47	-	0,29	0,7	8,8	0,2	2,2	10,5	47,8
S5	0,30	-	0,14	0,3	4,9	2,5	0,5	4,7	17,9
S6	0,46	-	0,27	0,7	11,2	6,2	1,1	8,6	42,6
S7	0,21	-	0,18	0,6	5,6	2,8	3,9	4,9	28,4
Moyenne	0,40	-	0,21	0,5	6,2	1,4	1,7	8,4	23,4

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 50 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 5 et 30 ng/m³,
- Les éléments mineurs : Cu, Mn et Ni dont les concentrations moyennes sont comprises le plus souvent entre 1 et 6 ng/m³,
- les éléments traces : As, Hg, Cd et Cr dont les concentrations moyennes sont inférieures à 0,5 ng/m³ voire inférieures à la limite de détection pour Hg.

Comparaison aux normes

Parmi les 9 métaux mesurés pendant la campagne, 4 font l'objet de valeurs guides OMS suivantes (tableau 17) principalement en raison de leur toxicité à des concentrations élevées :

Tableau 17 : 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
Mercure (Hg)	1 µg/m ³ sur un an

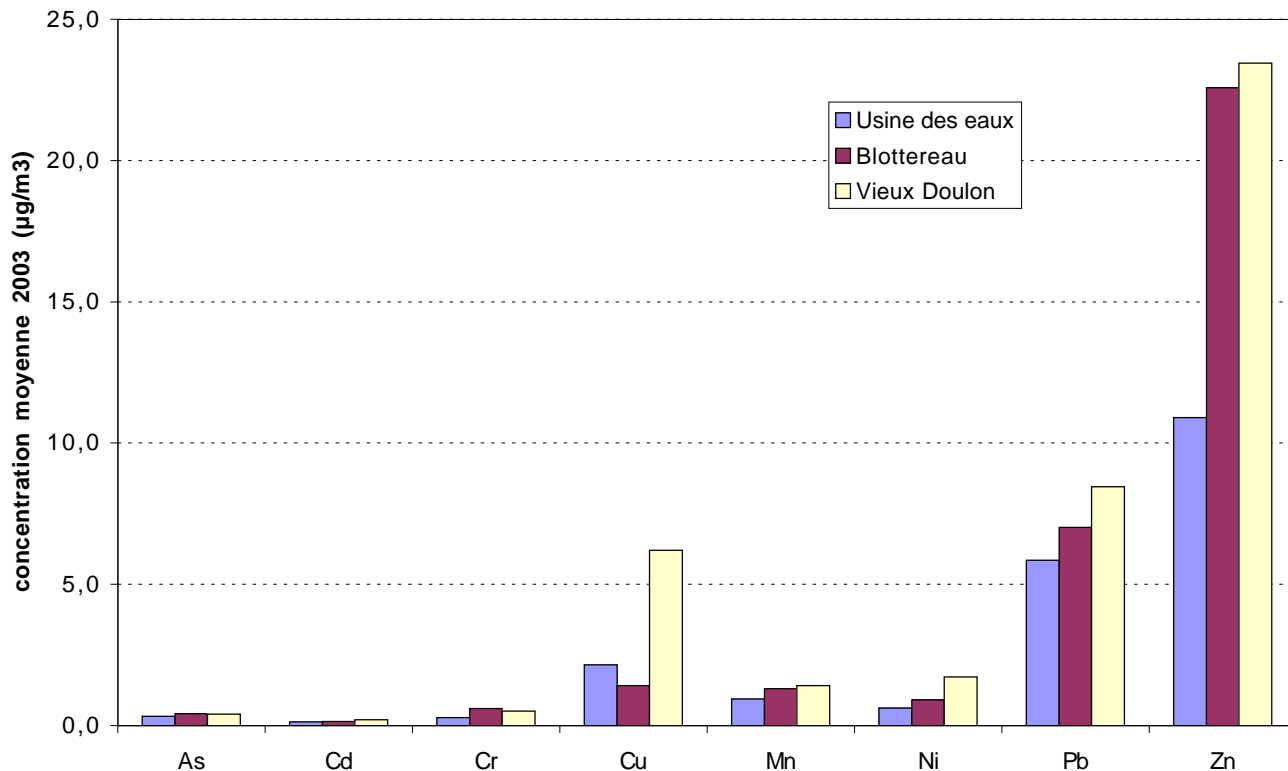
Le décret du 15 février 2002 fixe un objectif de qualité (valeur vers laquelle il faut tendre) pour le plomb à 250 ng/m³ en moyenne sur une année et une valeur limite à ne pas dépasser (500 ng/m³ en moyenne sur heure).

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 de VALORENA pendant les 7 semaines, il est très vraisemblable que l'objectif de qualité et a fortiori la valeur limite définies pour Pb, ainsi que les normes OMS aient été respectées. Pour le plomb, la moyenne sur les 7 semaines de campagne (7 ng/m³) est 36 fois plus faible que l'objectif de qualité.

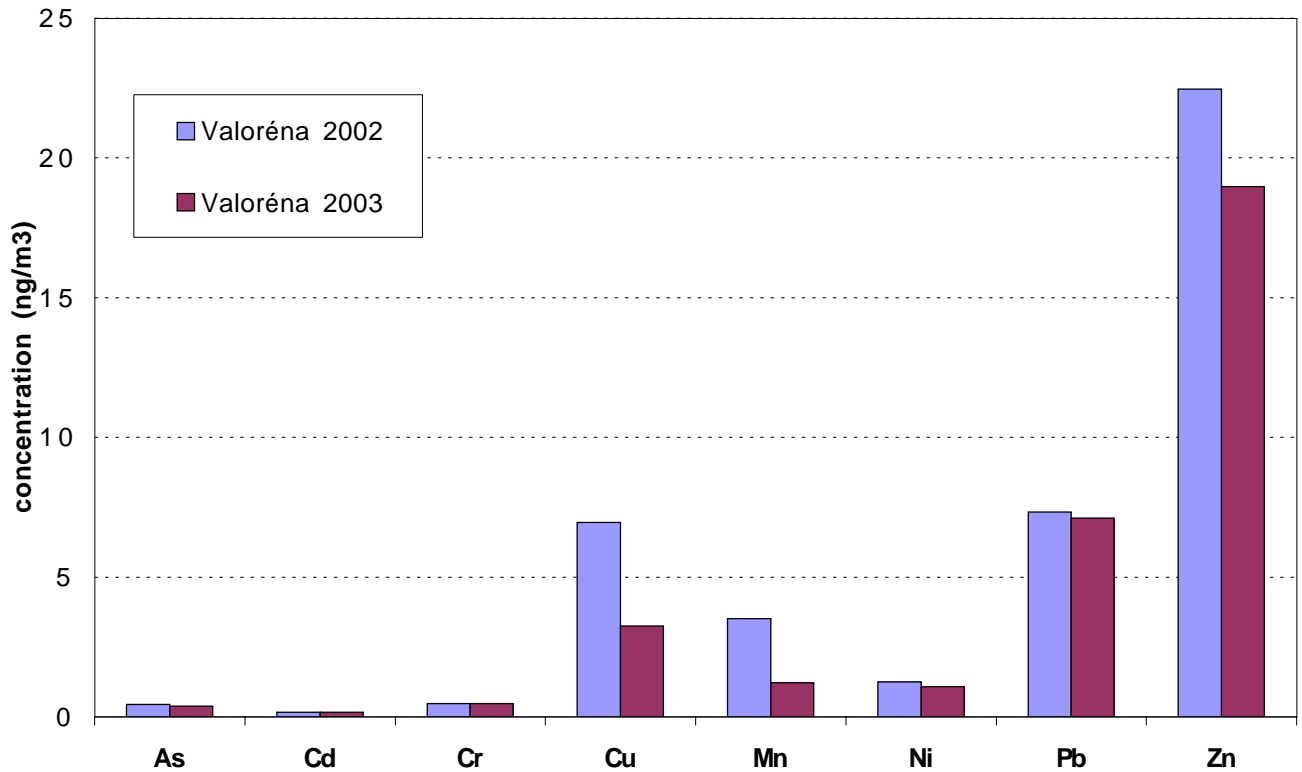
III.3.2.2.1. Indications sur l'impact de VALORENA

Sur la durée de la campagne, le site de l'usine des eaux a été le plus longtemps soumis à l'influence de VALORENA. Les sites de Blottereau et du Vieux Doulon ont été près de 3 fois moins sous les vents de l'UIOM. Malgré cette influence potentiellement plus importante, les teneurs en métaux mesurés à l'usine des eaux sont inférieures à celles enregistrées sur les 2 autres sites (cf. graphique ci-dessous). En conséquence, comme en 2002, il n'est pas déterminé d'impact spécifique de l'usine VALORENA sur les concentrations en métaux mesurés à proximité.



III.3.2.2.2. Evolution des teneurs en métaux lourds entre 2002 et 2003

Les concentrations moyennes mesurées sur l'ensemble des sites en 2002 et 2003, sur chacun des trois sites, sont reportées dans le graphique suivant :

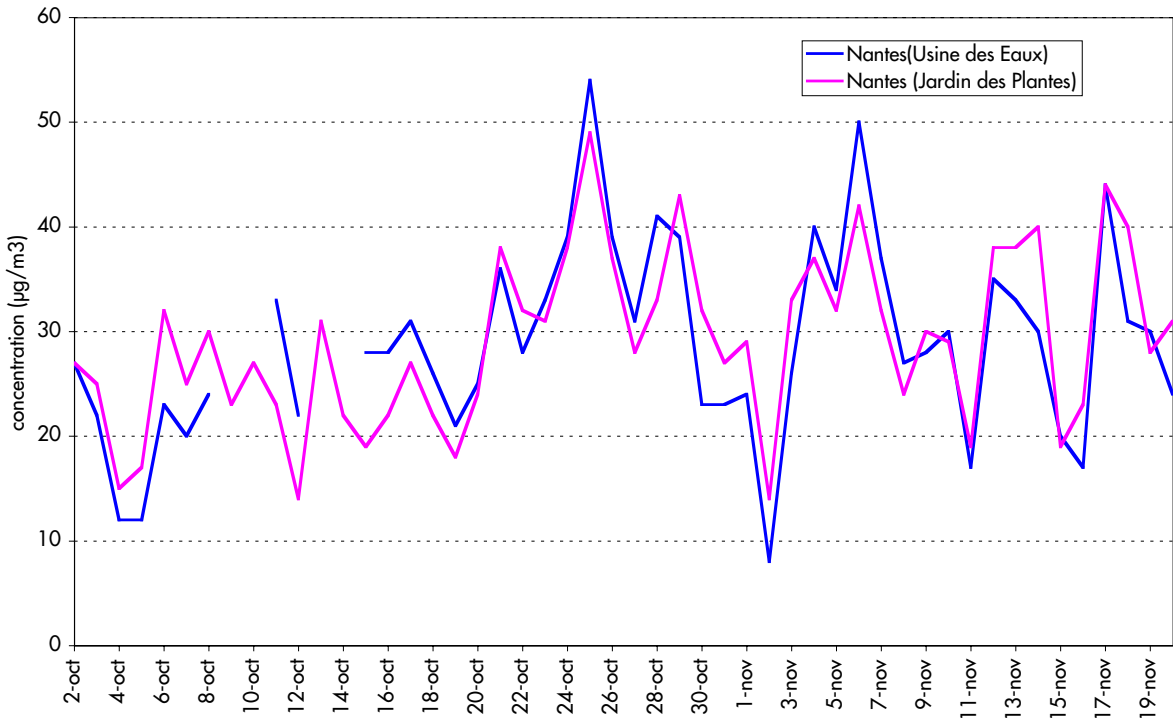


D'après ce graphique les teneurs moyennes enregistrées en 2003 pour l'ensemble des 9 métaux sont inférieures à celles mesurées en 2002.

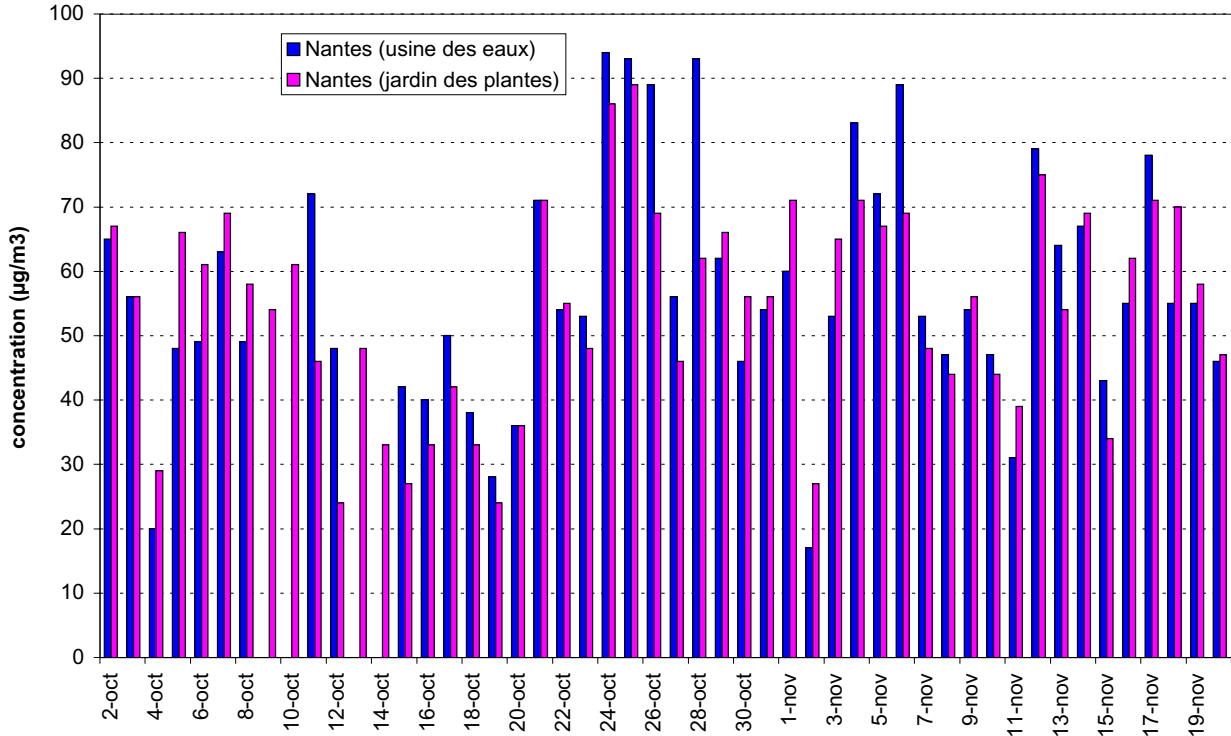
III. 4.5. Mesure du dioxyde d'azote sur le site de l'Usine des eaux

Le site de l'usine des eaux est également équipé d'un analyseur de dioxyde d'azote. Cet équipement fait partie intégrante du dispositif de surveillance de la qualité de l'air autour de l'usine VALORENA. Les graphiques suivants montrent l'évolution temporelle des moyennes journalières et des maxima horaires en dioxyde d'azote mesurés à l'usine des eaux durant les 7 semaines de campagne.

Graphique 5 : Evolution des moyennes journalières en NO2



Graphique 6 : Evolution des maxima horaires journaliers en NO2



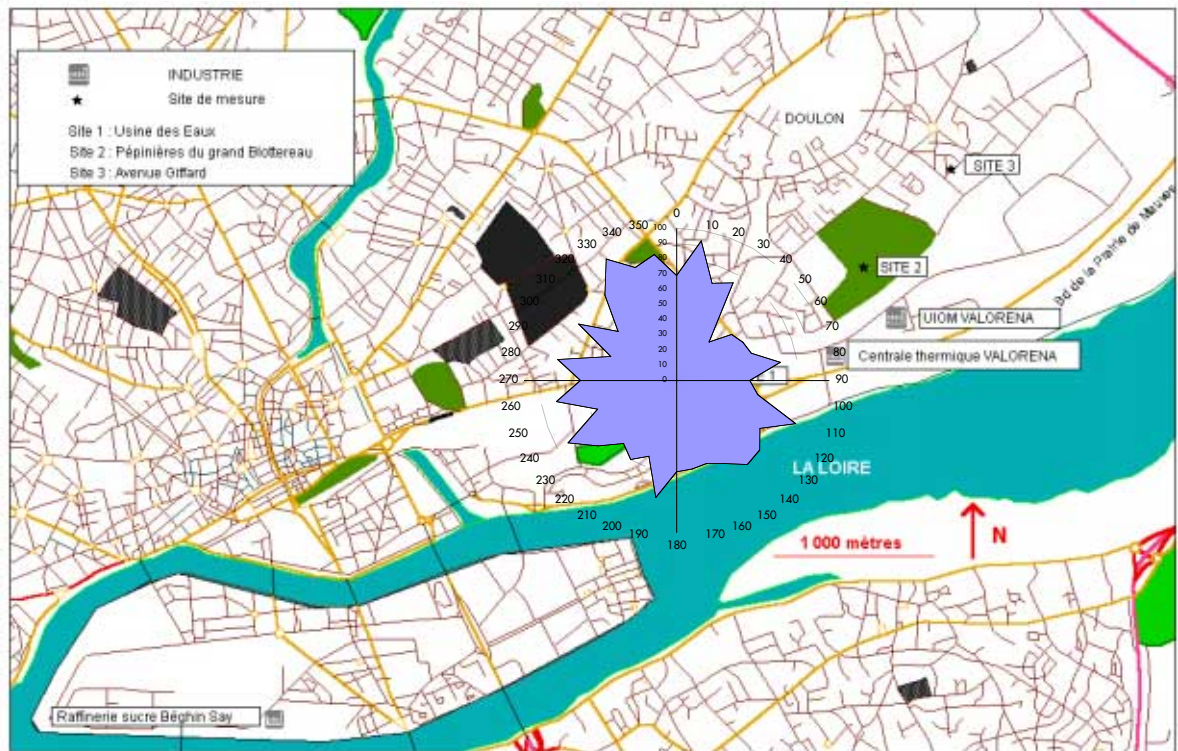
Les niveaux moyens et de pointe en NO₂ sont demeurés à des niveaux faibles pendant la campagne de mesure. Le maximum horaire a atteint 94 µg/m³ et est resté plus de deux fois plus faible que le seuil d'information fixé à 200 µg/m³ en moyenne sur une heure.

Par comparaison, les niveaux enregistrés à l'usine des eaux sont sensiblement identiques à ceux mesurés au Jardin des Plantes à Nantes ; les moyennes en NO₂ enregistrées durant la campagne de mesure sur ces 2 sites sont égales (29 µg/m³).

III.3.2.2.4. Analyse de l'impact de VALORENA

L'analyse de l'impact de VALORENA est étudiée pour le dioxyde d'azote à partir de l'étude de la rose de pollution qui indique l'intensité de la pollution en NO₂ mesurée à l'usine des eaux 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 d'azote (niveaux de pointe)

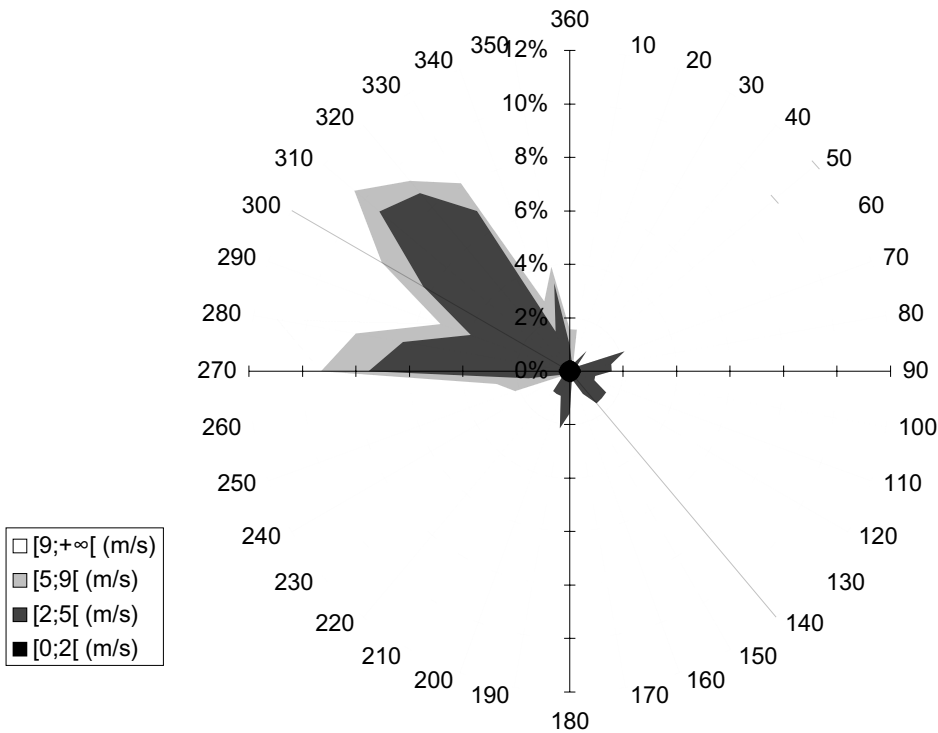


Pour des directions de vents comprises entre 60° et 80° soient des vents en provenance de VALORENA, aucune augmentation particulière des niveaux en NO_2 n'est détectée. Ceci suggère alors que les éventuelles émissions de NO_x par VALORENA n'ont pas d'impact détectable sur les teneurs atmosphériques en NO_2 mesurées à proximité.

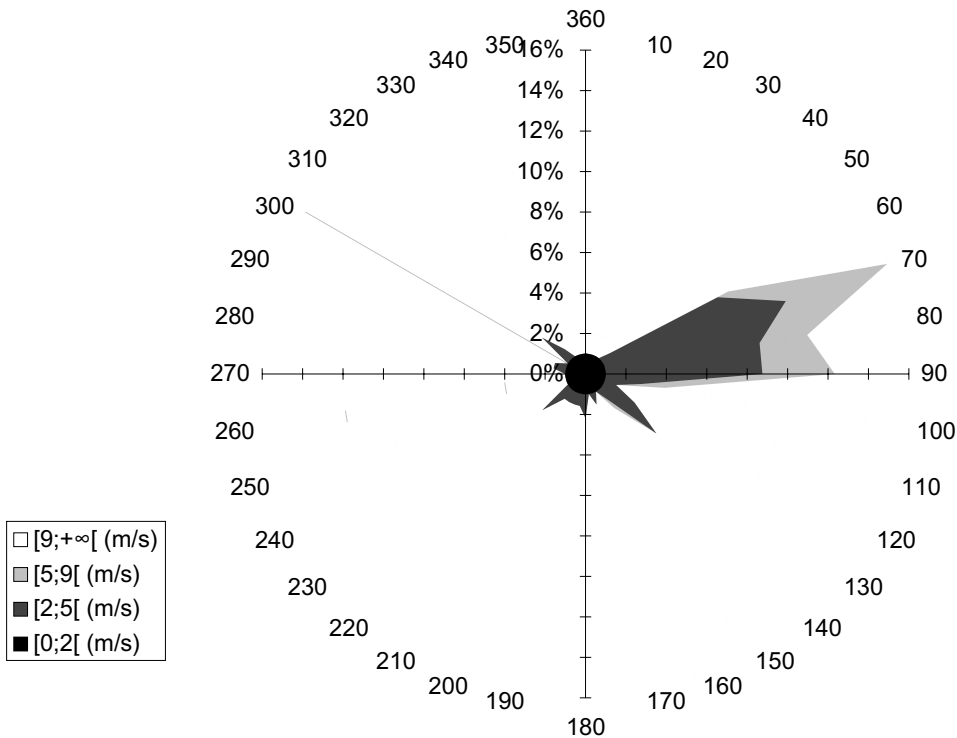
ANNEXE

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

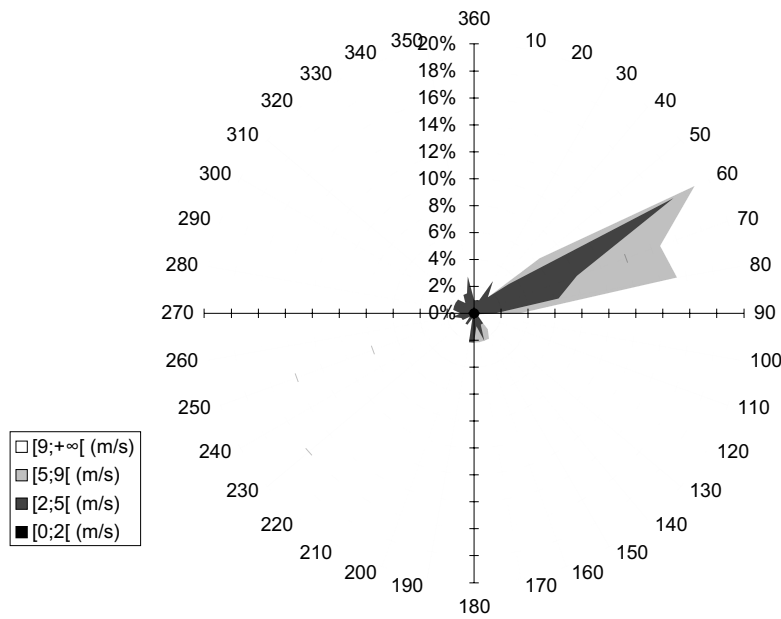
Rose des vents du 2 au 9 octobre 2003 à Nantes Atlantique



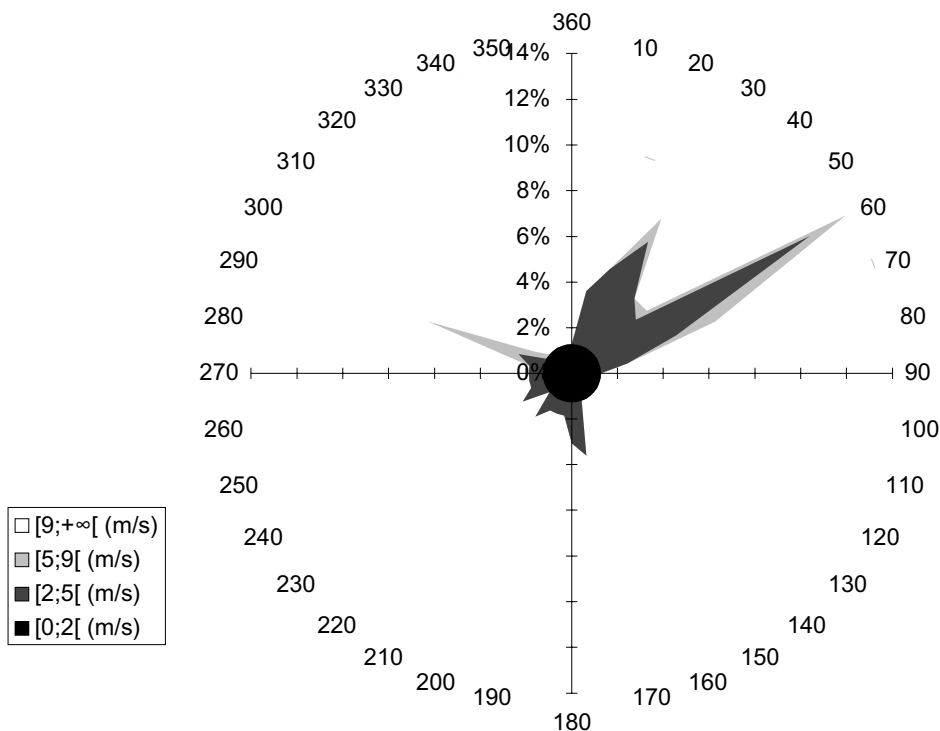
Rose des vents du 9 au 16 octobre 2003 à Nantes Atlantique



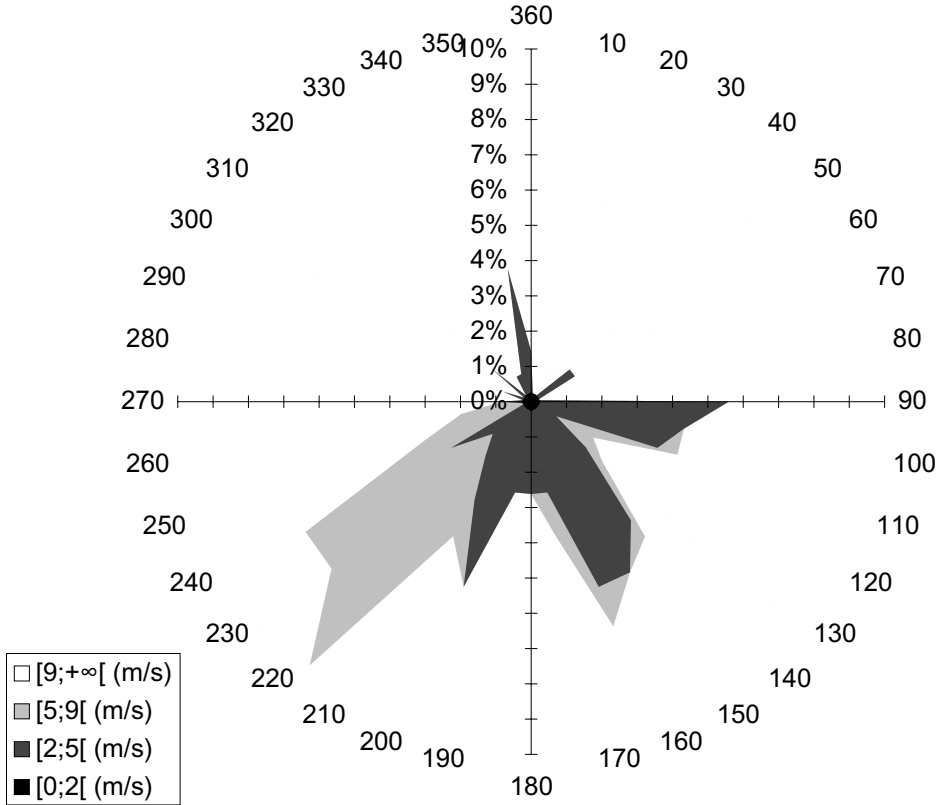
Rose des vents du 16 au 23 octobre 2003 à Nantes Atlantique



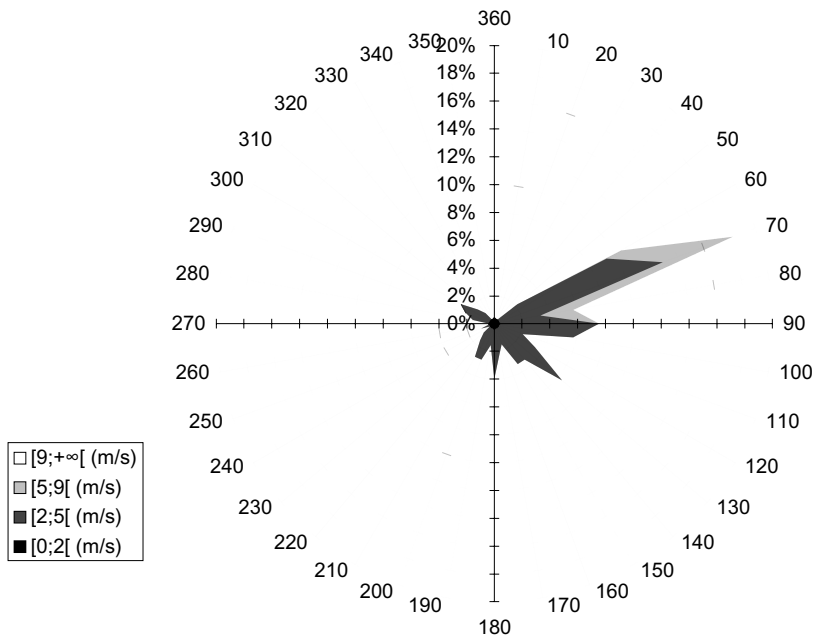
Rose des vents du 23 au 30 octobre 2003 à Nantes Atlantique



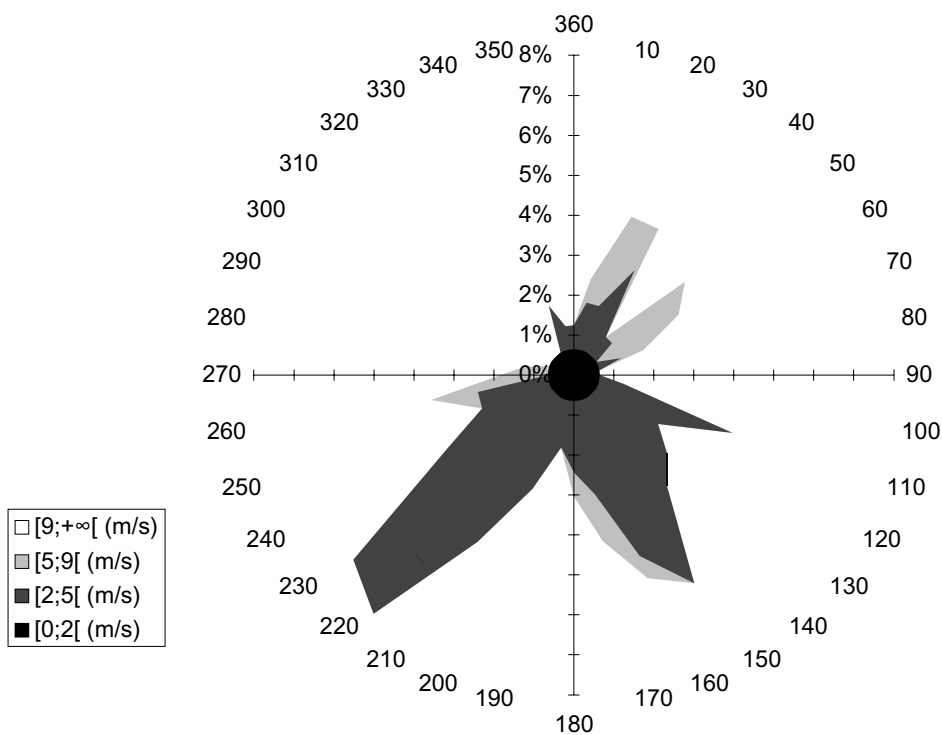
**Rose des vents du 30 octobre au 6 novembre 2003
à Nantes Atlantique**



**Rose des vents du 6 au 13 novembre 2003
à Nantes Atlantique**



Rose des vents du 13 au 20 novembre 2003 à Nantes Atlantique



ANNEXE2 : Concentration en dioxines et furanes

Usine des eaux

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	29,90
Pentachlorodibenzodioxines	32,27
Hexachlorodibenzodioxines	19,88
Heptachlorodibenzodioxines	24,10
Octachlorodibenzodioxine	37,52
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	134,50
Tetrachlorodibenzofuranes	28,00
Pentachlorodibenzofuranes	37,52
Hexachlorodibenzofuranes	38,58
Heptachlorodibenzofuranes	15,84
Octachlorodibenzofurane	6,33
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	126,30
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,18
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	1,18
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,70
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	2,98
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	12,41
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	1,10
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,90
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	6,07
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,34
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,62
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	4,50
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	8,65
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	2,03
Total I-TEQ	6,40

Blottereau

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	68,75
Pentachlorodibenzodioxines	94,19
Hexachlorodibenzodioxines	48,27
Heptachlorodibenzodioxines	33,78
Octachlorodibenzodioxine	52,12
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	297,10
Tetrachlorodibenzofuranes	35,97
Pentachlorodibenzofuranes	47,60
Hexachlorodibenzofuranes	36,82
Heptachlorodibenzofuranes	17,53
Octachlorodibenzofurane	8,47
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	146,40
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	0,16
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,93
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,84
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	3,74
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	3,15
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	18,37
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	1,84
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	2,10
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	6,40
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,18
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,48
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,57
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	0,13
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	9,81
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	1,86
Total I-TEQ	6,70

Vieux Doulon

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	65,55
Pentachlorodibenzodioxines	82,53
Hexachlorodibenzodioxines	47,41
Heptachlorodibenzodioxines	32,36
Octachlorodibenzodioxine	46,4
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	274,3
Tetrachlorodibenzofuranes	35,08
Pentachlorodibenzofuranes	30,52
Hexachlorodibenzofuranes	24,71
Heptachlorodibenzofuranes	17,29
Octachlorodibenzofurane	9,55
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	117,2
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	0,96
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,46
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	4,15
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	5,52
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	18,3
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	1,92
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,62
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	4,55
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	2,36
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	2,97
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	3,25
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	11,1
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	2,37
Total I-TEQ	6,1

La Chauvinière

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	80,09
Pentachlorodibenzodioxines	79,66
Hexachlorodibenzodioxines	18,13
Heptachlorodibenzodioxines	10,78
Octachlorodibenzodioxine	20,25
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	208,9
Tetrachlorodibenzofuranes	7,39
Pentachlorodibenzofuranes	0,74
Hexachlorodibenzofuranes	1,42
Heptachlorodibenzofuranes	3,08
Octachlorodibenzofurane	2,4
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	15
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	1,97
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	1,21
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	6,88
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,37
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,28
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,46
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,33
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	1,79
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	nd
Total I-TEQ	1,06

Station MERA

molécules	concentration (pg par kg)
Tetrachlorodibenzodioxines	30,05
Pentachlorodibenzodioxines	32,67
Hexachlorodibenzodioxines	25,31
Heptachlorodibenzodioxines	18,37
Octachlorodibenzodioxine	33,04
Somme Tetra- to Octachlorodibenzodioxines	139,4
Tetrachlorodibenzofuranes	17,1
Pentachlorodibenzofuranes	10,43
Hexachlorodibenzofuranes	8,77
Heptachlorodibenzofuranes	8,56
Octachlorodibenzofurane	4,69
Somme Tetra- to Octachlorodibenzofuranes	49,6
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzodioxine	nd
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	0,31
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzodioxine	1,68
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzodioxine	2,39
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzodioxine	10,39
2,3,7,8-Tetrachlorodibenzofurane	0,94
1,2,3,7,8-Pentachlorodibenzofurane	0,72
2,3,4,7,8-Pentachlorodibenzofurane	1,86
1,2,3,4,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,99
1,2,3,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	0,96
2,3,4,6,7,8-Hexachlorodibenzofurane	1,59
1,2,3,7,8,9-Hexachlorodibenzofurane	nd
1,2,3,4,6,7,8-Heptachlorodibenzofurane	5,06
1,2,3,4,7,8,9-Heptachlorodibenzofurane	1,28
Total I-TEQ	2,5