

## ***Mise en œuvre et validation de WinOSPM (Operational Street Pollution Model) sur trois rues de Nantes***



Mai 2003

## RESUME / CONCLUSION

---

### Introduction

Afin de disposer d'un outil d'évaluation de la qualité de l'air à l'échelle de la rue, dont la surveillance ne peut être systématisée en raison de la variabilité spatiale des concentrations d'une voie de circulation à l'autre, Air Pays de la Loire a fait l'acquisition du **modèle WinOSPM** (Operational Street Pollution Model dans sa version Windows). Ce modèle, développé par un institut public danois, le NERI (National Environmental Research Institute), a fait l'objet de nombreuses campagnes d'évaluation en Europe. Les qualités scientifiques de ce modèle sont prouvées.

L'objectif de l'étude présentée dans ce rapport est d'éprouver la validité de ce modèle sur 3 rues de la ville de Nantes pour lesquelles des données de pollution sont disponibles (rue de Strasbourg, rue Crébillon et boulevard Victor Hugo).

### Localisation des rues modélisées et des stations de mesure



Les objectifs recherchés sont de modéliser les niveaux de concentration pour ces 3 rues et pour les polluants pris en compte par WinOSPM (benzène, oxydes d'azote, monoxyde de carbone et

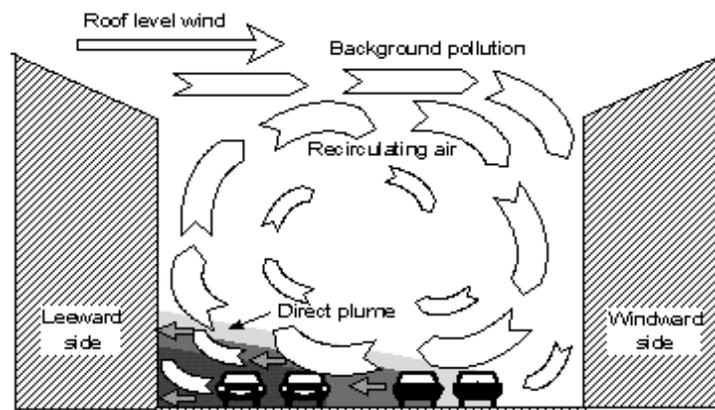
particules PM10), d'évaluer la performance du modèle en comparant pour les trois années étudiées (1999, 2000 et 2001), les concentrations modélisées avec les valeurs observées.

## Présentation de WinOSPM

Le modèle WinOSPM dont Air Pays de la Loire a fait l'acquisition en octobre 2002 est une version d'évaluation, non commerciale, fonctionnant sous Windows.

OSPM est un modèle destiné à la modélisation de rues "canyons", c'est à dire de rues étroites bordées de bâtiments. Il s'agit d'un modèle analytique parce qu'il repose sur l'analyse physique du problème de l'écoulement et des équations qui le décrivent.

En entrée, WinOSPM nécessite de connaître le trafic et la vitesse horaire des véhicules, le parc automobile, la météorologie (vitesse et direction du vent, température et rayonnement), la configuration de la rue (hauteur des bâtiments, discontinuité du bâti, largeur et orientation de la rue) et les concentrations horaires des différents polluants. En sortie, WinSOPM donne les concentrations horaires modélisées des différents polluants de chaque côté du centre de la rue. La connaissance de la variation verticale de la pollution est également possible.



Principe de modélisation de l'écoulement dans une rue "canyon" par le modèle OSPM [2]

La concentration totale modélisée résulte de la somme de la pollution spécifique due à la rue et de la pollution de fond. Le premier terme (la concentration spécifique due à la rue) s'exprime comme la somme d'une contribution directe issue du panache de pollution émis par les voitures circulant dans la rue, et d'une contribution de recirculation due à l'entraînement et au transport des polluants accumulés par le mouvement de rotation de l'écoulement.

## Présentation des données

La configuration des rues a été construite à partir de données objectives transmises par le laboratoire CERMA de l'Ecole d'Architecture de Nantes.

Le trafic routier à chaque heure de la journée a été estimé à partir de la connaissance du trafic moyen journalier annuel (source : comptages routiers de la Ville de Nantes) dans chaque rue et de la répartition horaire de débit de véhicules pour différents types de jour (jours de semaine, week-end, jours fériés, vacances). Un parc automobile français moyen a été appliqué à l'identique pour chacune des 3 rues (les voitures particulières représentant 85 % du total des véhicules).

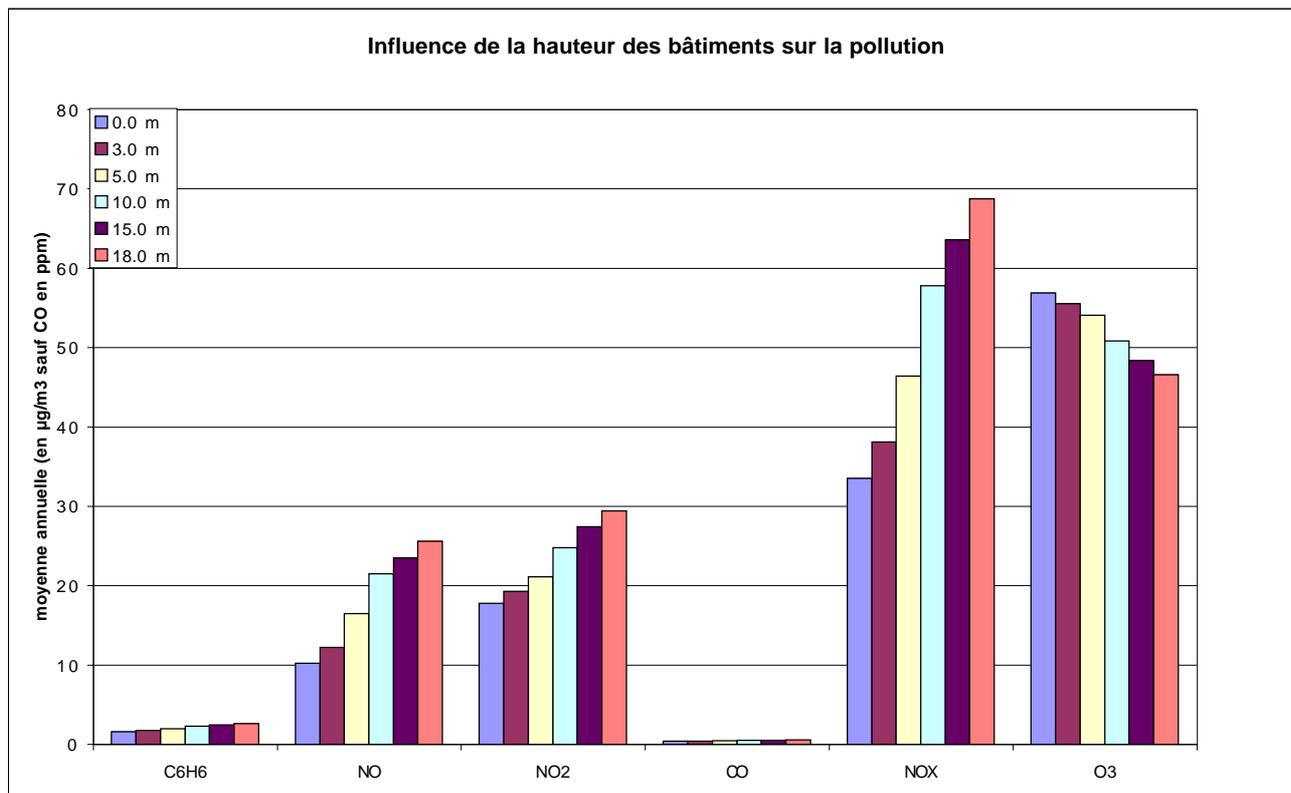
Les émissions des véhicules ont été estimées directement par WinOSPM sur la base des données de trafic à partir de son module de calcul interne basé sur la méthodologie européenne COPERT III. La sur-émission due aux véhicules roulant avec un moteur froid a été calculée en appliquant un pourcentage de véhicules "froids" de 37 %.

Les données météorologiques horaires ont été extraites des bases de données de Météo-France.

Les concentrations horaires de fond des différents polluants correspondent à celles enregistrées sur la station urbaine du Jardin des Plantes pour les oxydes d'azote et l'ozone et à la station de la Chauvinière pour les particules PM10. Concernant le monoxyde de carbone et le benzène, les valeurs de fond ont été estimées à partir de la reconstitution de profils horaires moyens par type de jour et par saison.

### **Résultats de l'étude de validation de WinOSPM**

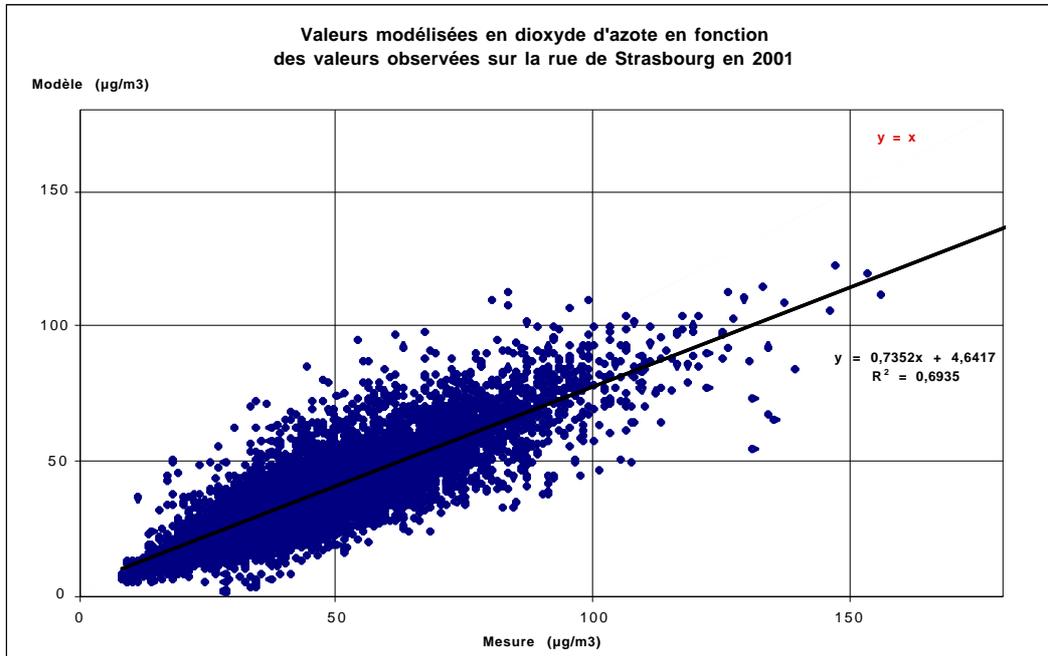
Une étude préliminaire a porté sur l'analyse de la sensibilité du modèle à différents paramètres de configuration de la rue de Strasbourg : dans notre cas, la présence ou non de discontinuité dans le bâti n'a pas d'influence sur les concentrations annuelles simulées mais peut avoir un impact significatif sur certaines concentrations horaires quand la direction du vent est parallèle à l'axe de la rue. De plus, la présence d'une intersection a une influence sur les profils de pollution du bâtiment situé en face de cette intersection. Une connaissance précise de la hauteur des bâtiments et de la largeur des rues est obligatoire pour restituer des valeurs simulées correctes. À titre d'exemple (cf. graphique suivant) , pour une variation de la hauteur de 5 mètres, la variation de la moyenne annuelle atteint 31 %, 17 % et 12 %, respectivement pour le benzène, le dioxyde d'azote et le monoxyde de carbone.



Afin d'évaluer la performance du modèle, les concentrations modélisées ont été comparées avec les concentrations mesurées aux stations, et ce pour les 3 rues et les 3 années. L'analyse statistique a porté sur la comparaison de la moyenne annuelle, du percentile 50, du percentile 98 représentatif des niveaux de pointe et sur l'utilisation des coefficients de corrélation et de l'index d'accord pour la comparaison des moyennes horaires. De l'analyse peuvent être tirées les observations suivantes :

- **L'accord mesure/modèle est globalement satisfaisant même s'il subsiste ponctuellement des écarts non négligeables** : les coefficients de corrélation entre les valeurs horaires prédites et les données des stations sont compris entre 0,8 et 0,9 pour le dioxyde d'azote et entre 0,6 et 0,7 pour le monoxyde de carbone. Concernant les moyennes annuelles, l'écart mesure/modèle est évalué entre 10 et 30 % pour le dioxyde d'azote, entre 5 et 40 % pour le monoxyde de carbone, à environ 20 % pour le benzène. Concernant les particules PM10, nous ne disposons pas de données de mesure sur les 3 rues modélisées mais les valeurs simulées sont très proches des teneurs mesurées sur le site de trafic de la Porte de Carquefou à Nantes.
- **Le modèle tend le plus souvent à sous-estimer les valeurs observées** en raison de la non prise en compte de deux paramètres : la sur-émission due à l'accélération et la décélération des véhicules et l'effet du kilométrage des véhicules. Le premier paramètre est inhérent au fonctionnement du module de calcul des émissions de WinOSPM mais le deuxième pourra être intégré dès que les données sur l'âge des véhicules seront disponibles,

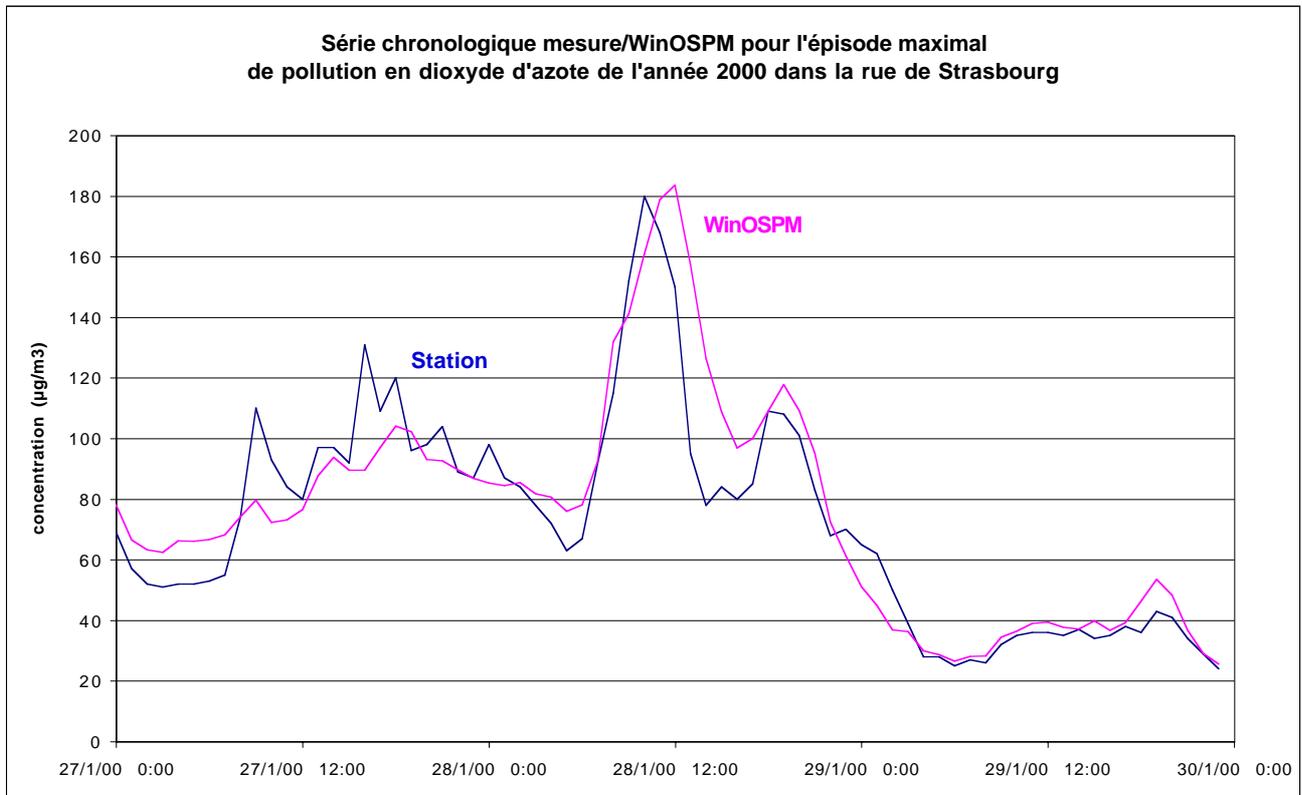
- L'estimation horaire des concentrations pour le dioxyde d'azote est meilleure que pour le monoxyde de carbone parce que dans le premier cas, la concentration de fond est renseignée heure par heure à partir de la station urbaine du Jardin des Plantes alors que dans le deuxième cas, la valeur de fond est simplement estimée à partir de profils horaires reconstitués. C'est pourquoi, dans l'attente de l'installation d'une station de mesure urbaine de fond, nous ne



préconisons pas d'utiliser WinOSPM pour le calcul de valeurs horaires dans le cas du monoxyde de carbone,

- L'accord mesure/modèle est plus satisfaisant dans le cas de la rue de Strasbourg que pour le boulevard Victor Hugo par ce que la modélisation de ce dernier est plus complexe dans la mesure où le boulevard est bordé de bâtiments de hauteurs très inégales.
- L'accord satisfaisant observé pour le benzène concernant les moyennes annuelles (par exemple, écart de 9 % entre la moyenne annuelle prédite et celle observée sur la rue Crébillon en 2001) masque une sous estimation plus importante en période hivernale et une sur-estimation en été. Cette situation est la conséquence du choix de prendre en compte, sur la base de la température moyenne annuelle, une sur-émission due aux véhicules roulant avec un moteur froid, constante sur l'année entière.

**Le modèle WinOSPM montre un comportement général satisfaisant : la hiérachisation de rues, de la plus polluée (rue Crébillon) à la moins exposée (boulevard Victor Hugo) est respectée par le modèle.**



En complément, WinOSPM a pu apporter les informations suivantes :

- Les concentrations calculées résultent de l'addition de la concentration de fond et d'une contribution locale due aux véhicules circulant dans la rue. La contribution de la pollution locale à la pollution totale s'avère prépondérante dans le cas de polluants primaires comme le monoxyde d'azote (de 70 à 90 %) ou le benzène( de 50 à 80 %), importante dans le cas du monoxyde de carbone ( de 30 à 50 %), intermédiaire à faible dans le cas des particules PM10 (environ 20 %) et du dioxyde d'azote (de 5 à 50 %).
- La modélisation des concentrations par WinOSPM est réalisée sur une coupe dimensionnelle de la rue et le modèle donne les résultats pour chaque côté de la rue. Les concentrations modélisées au niveau des stations de mesure sont en moyenne de 10 à 15 % plus élevées que celles prédites de l'autre côté de la rue, pour la rue de Strasbourg et le Boulevard Victor Hugo. Ce résultat confirme l'implantation correcte des stations de trafic par Air Pays de la Loire et s'explique par la position des stations sous les vents dominants de sud-ouest (rappelons que le côté de la rue sous le vent est plus exposé que le côté face au vent).

## Conclusions et perspectives

L'étude statistique a montré que les concentrations modélisées sont en bon accord avec les niveaux mesurés, notamment sur la rue de Strasbourg.

**Les résultats de l'application de WinOSPM sur trois rues de Nantes permettent de conclure que le modèle peut être appliqué sur des voies où les mesures de pollution ne sont pas disponibles, et ce particulièrement dans les rues de type "canyon" avec une configuration géométrique relativement uniforme.** Des précautions restent à prendre pour le monoxyde de carbone dont seule la moyenne annuelle peut être estimée avec suffisamment de précision. L'étude de sensibilité sur les paramètres de configuration de rues a permis de confirmer qu'une connaissance précise de la hauteur des bâtiments et de la largeur de la rue était nécessaire. Des tests complémentaires devront être réalisés sur d'autres paramètres (vitesse des véhicules, répartition du parc,...) afin d'étudier la réaction du modèle. Des voies d'amélioration sont encore possibles : meilleure connaissance du parc local de véhicules, intégration de l'effet du kilométrage des véhicules, prise en compte plus réaliste du pourcentage de véhicules roulant avec un moteur froid.

Des contacts sont en cours avec le laboratoire CERMA de l'Ecole d'Architecture de Nantes pour obtenir les paramètres de configuration sur 40 à 50 rues du centre-ville de Nantes élargi. Ces résultats permettront de réaliser en 2003 une cartographie de la pollution afin de hiérarchiser les rues en terme d'exposition à la pollution et d'évaluer les risques de dépassement des seuils réglementaires. **Cette cartographie permettra également de fournir des éléments d'aide à la décision aux autorités publiques (les collectivités locales, notamment), de présenter des informations communicables au grand public** et enfin, d'orienter la stratégie d'Air Pays de la Loire en terme d'installation de sites. Enfin, une étude de scénario pourra être effectuée en 2003 pour évaluer la qualité de l'air à l'horizon 2010 au niveau de ces 40 à 50 rues.

# ***Evaluation de l'impact des rejets de la fonderie GM Bouhyer sur la qualité de l'air environnante.***

***Rapport intermédiaire***



***Décembre 2002***

# RESUME

## Le contexte

La fonderie GMBA Bouhyer située sur la commune d'Ancenis au lieu dit « le Château Rouge » réalise des contrepoids en fonte pour des pelles mécaniques, des chariots élévateurs et des grues. Son exploitation est actuellement soumise à un arrêté préfectoral d'autorisation en date du 26 novembre 1987. Afin d'améliorer les conditions de fonctionnement de cet établissement notamment en termes de rejets de poussières dans l'air un arrêté préfectoral a été pris le 4 juin 1999 qui impose à l'exploitant la mise aux normes de ces rejets d'une part et d'autre part la mise en place d'une campagne de mesure des retombées atmosphériques dans l'environnement de l'établissement avant et après mise aux normes.

Dans ce cadre, la société GMBA a commandé à Air Pays de la Loire (réseau agréé de surveillance de la qualité de l'air dans les Pays de la Loire) la réalisation de cette campagne de mesure.

Les différents objectifs de cette campagne sont :

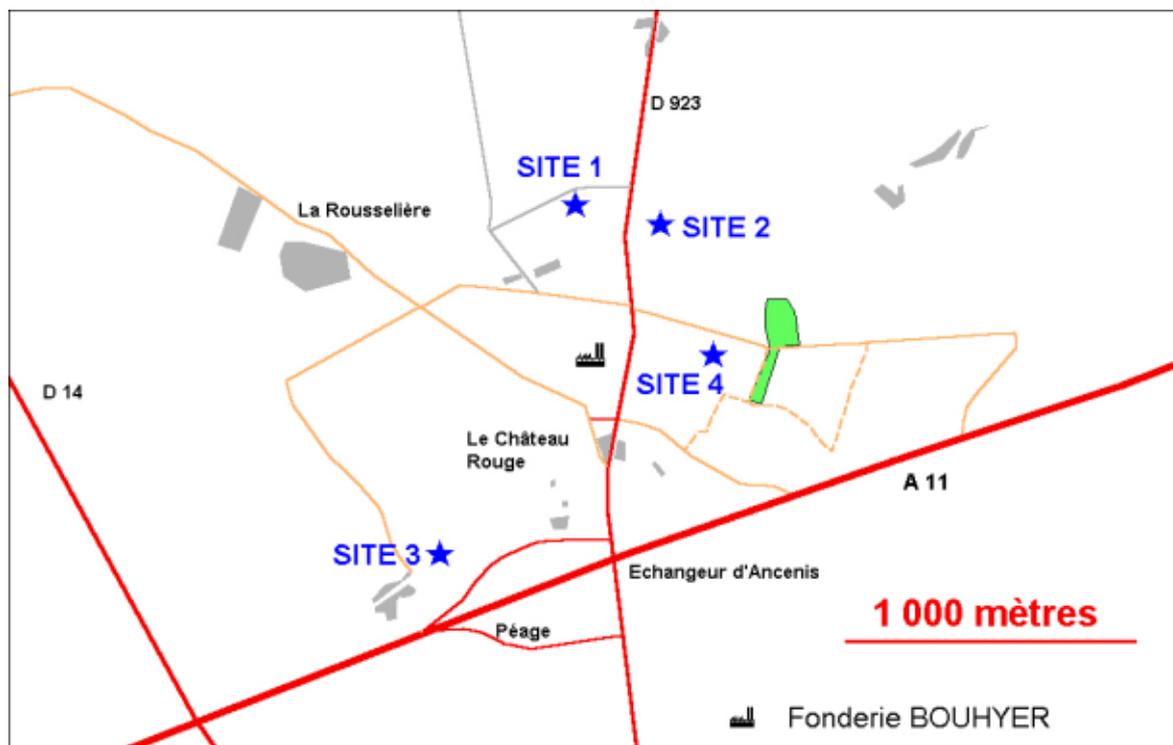
- évaluer l'impact des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en différents polluants tels que les poussières totales, les poussières fines, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote et certains métaux (As, Ni, Cd, Pb, Fe et Zn)
- évaluer le risque de dépassement des valeurs réglementaires.

Afin de répondre à ces différents objectifs, Air Pays de la Loire a mis en œuvre le dispositif de mesure suivant :

## Les moyens

Dispositif de mesure installé

• **4 sites de mesures** ont été considérés à proximité de la fonderie. Leur localisation a été réalisée à l'aide du modèle déterministe de calcul de pollution SAMAA utilisé par Air Pays de la Loire qui prend en compte les caractéristiques d'émissions de l'établissement et les conditions météorologiques les plus fréquentes. Cette étude de modélisation fait l'objet d'un rapport distinct. Les différentes propositions ont ensuite été validées selon les contraintes d'installation sur le terrain (cf. carte ci-dessous).



Localisation des sites de mesures par rapport à la fonderie

**Des mesures en continu tous les quarts d'heures** de poussières fines inférieures à 10 µm, d'oxydes d'azote, de dioxyde de soufre et de monoxyde de carbone ont été réalisées durant 3 mois du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002 sur le site 2. Parallèlement à ces mesures de polluants, différents paramètres météorologiques (vent en force et direction, température, humidité relative) ont été effectués.

**Des collectes de poussières totales** sur plusieurs jours ont également été réalisées sur 3 périodes s'étendant du 08/07/02 au 1<sup>er</sup>/08/02 sur les 4 sites. Des analyses gravimétriques et chimiques (As, Ni, Cd, Pb, Fe et Zn) ont été effectuées en laboratoire sur les 12 échantillons collectés.

## RESULTATS

### Les résultats obtenus à l'aide du laboratoire mobile (hiver 2001-2002)

- **Un impact significatif des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en poussières fines, dioxyde de soufre, et monoxyde de carbone**

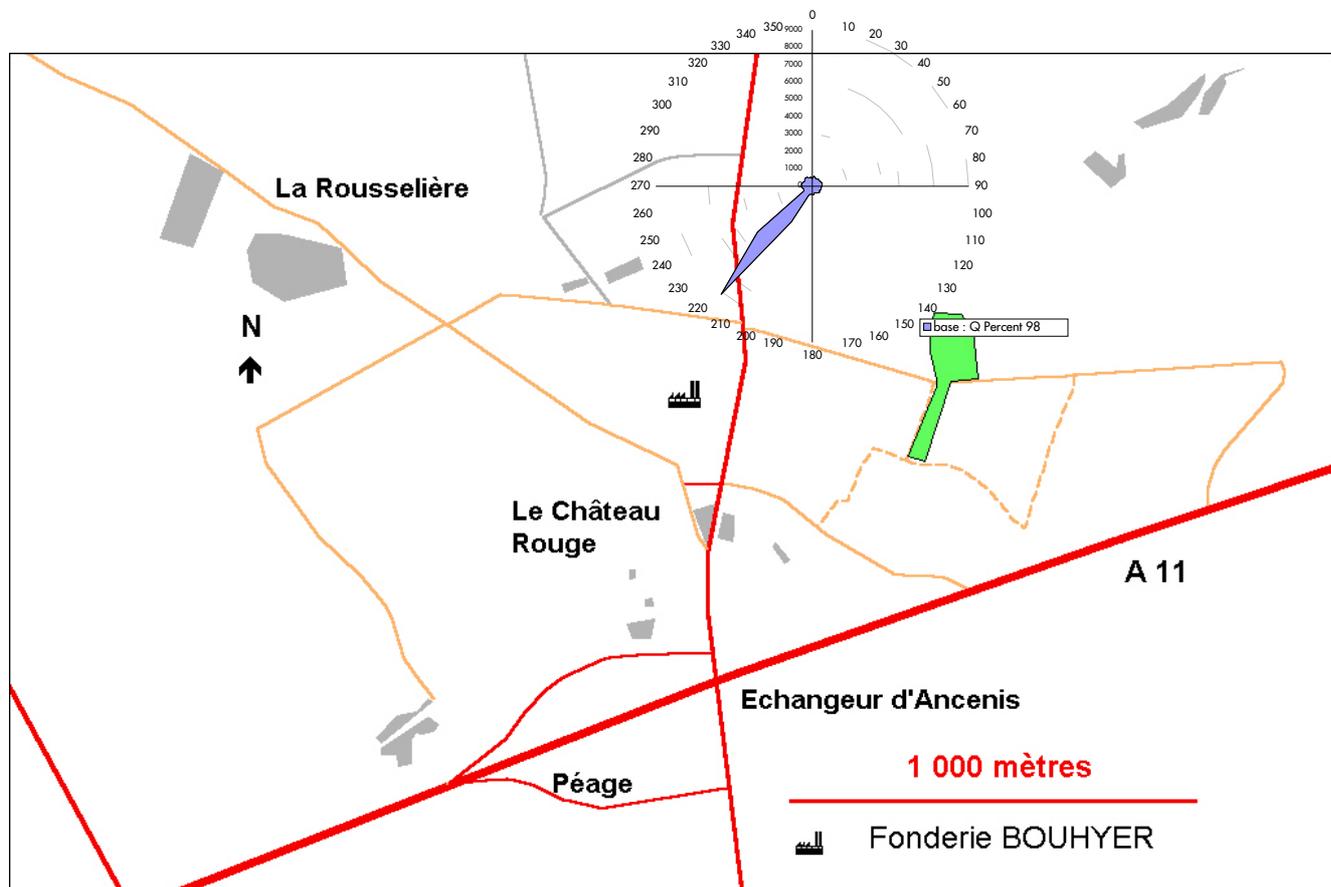
L'étude des variations temporelles des teneurs en SO<sub>2</sub>, CO et poussières fines enregistrées à Toyota montre la présence de hausses très rapides des concentrations qui ne sont pas visibles sur les teneurs mesurées à Nantes. Ces élévations se produisent par vents de Sud - Ouest lorsque le site de mesure est situé sous les vents de la fonderie.

Fort de ce constat, une étude plus poussée sur l'éventuel impact des rejets de l'usine sur les teneurs atmosphériques a été réalisée.

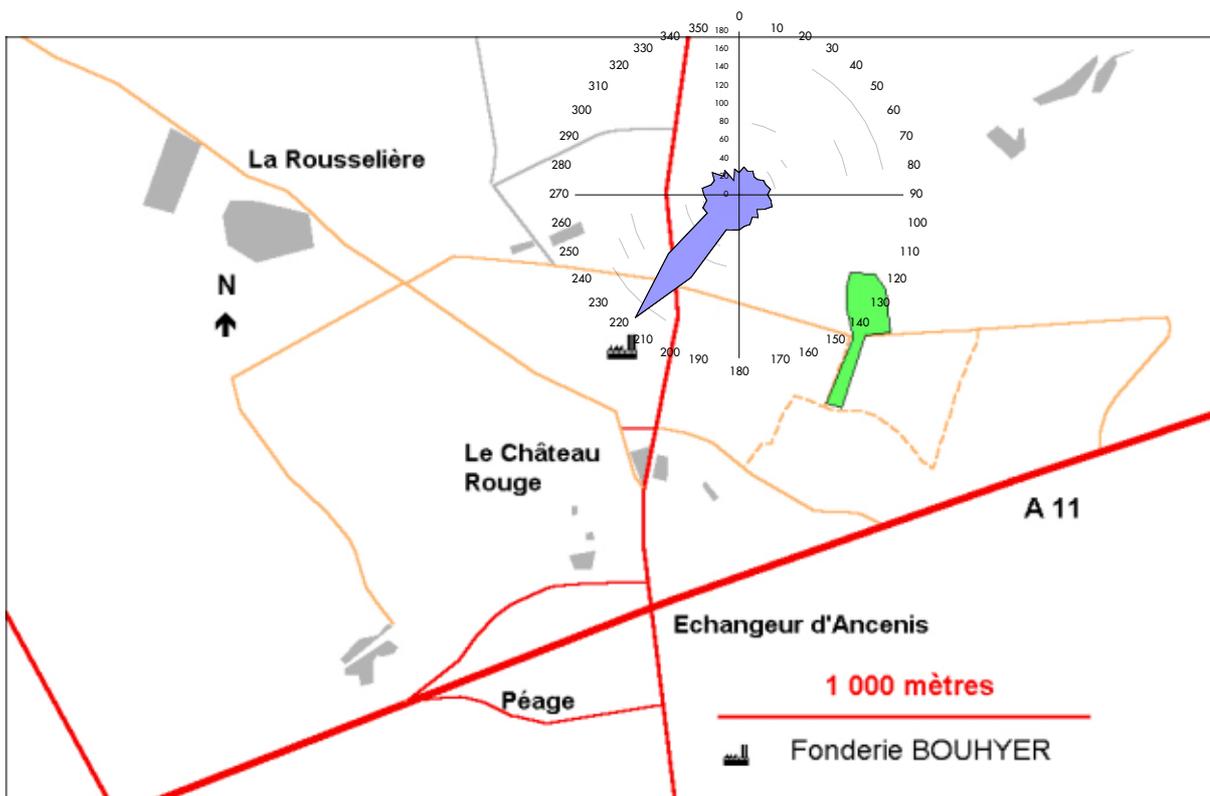
La combinaison des mesures de pollution et des enregistrements des vents (force et direction) a permis de déterminer pour chaque polluant des roses de pollution qui indiquent les niveaux de concentrations en fonction de la direction des vents.

Ces graphiques calculés à partir des teneurs quarts horaires en CO, poussières fines et dioxyde de soufre indiquent la direction 220°N (direction de vents qui placent le site sous les vents de la fonderie) comme direction où les niveaux de pollution sont les plus élevés (cf. graphiques ci-dessous)

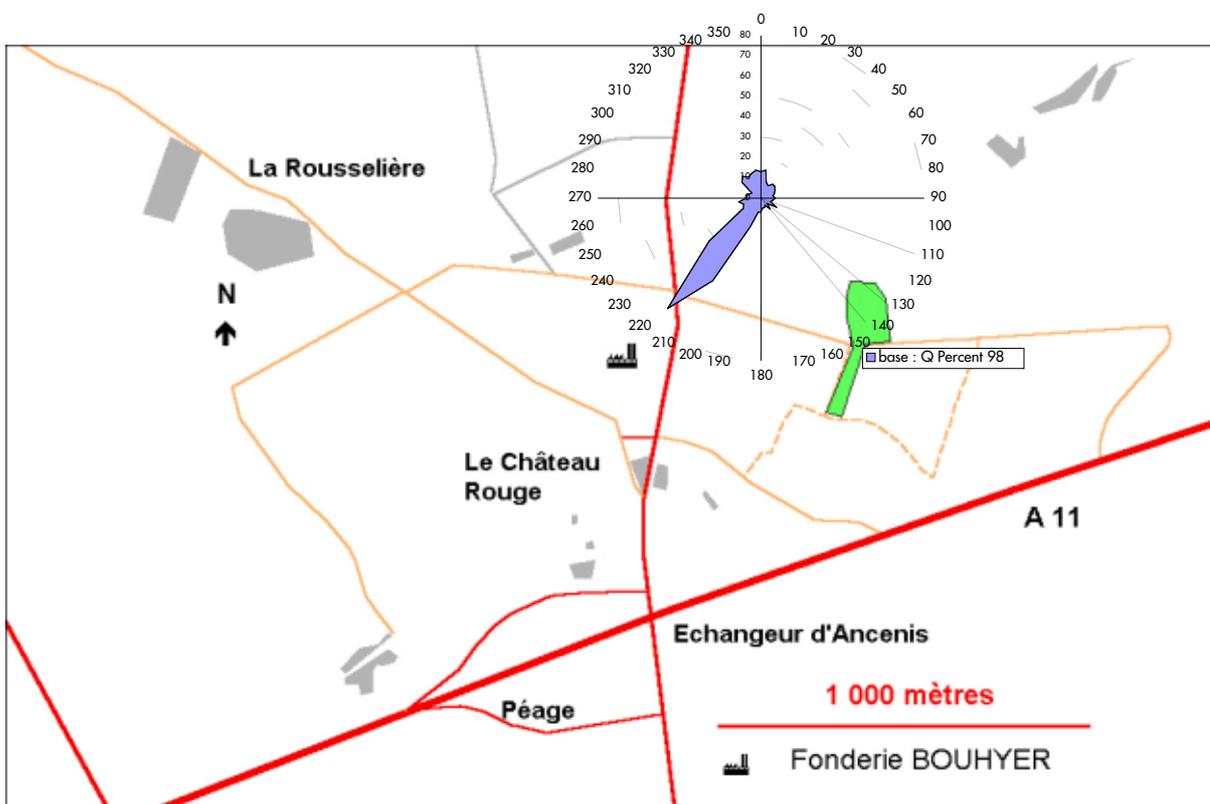
**Rose de pollution pour les niveaux de pointe (percentiles 98) en CO**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (percentiles98) en PM 10



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (percentiles 98) en SO<sub>2</sub>



## **Il existe donc un impact significatif à caractère focalisé des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en SO<sub>2</sub>, poussières fines (PM10) et CO mesurées sur le site de Toyota par vents de Sud Ouest.**

Cet impact est très focalisé puisqu'il est visible dans un secteur de 20° lorsque le site de mesure se situe sous les vents de la fonderie. Cet impact de panache est susceptible de se déplacer sous l'action des vents en s'orientant selon leurs directions.

Cet impact entraîne une augmentation des niveaux de pointes (percentiles 98 calculés à partir des mesures quarts horaires) d'un facteur 6, 4 et 10 respectivement pour le dioxyde de soufre, les poussières fines et le monoxyde de carbone.

La durée des pointes de pollution dues aux rejets de la fonderie est en moyenne assez courte puisqu'elle est de l'ordre de 4 à 5 heures.

Compte tenu de l'effet très directionnel du rabat des émissions vers le site de mesure, l'impact de la fonderie n'est pas visible sur la concentration moyenne en poussières fines calculée sur les trois mois de mesure. En effet, la concentration moyenne en PM10 (21 µg/m<sup>3</sup>) calculée du 30 novembre 2001 au 3 mars 2002 sur le site de Toyota est très proche de celle de l'agglomération nantaise (19µg/m<sup>3</sup>).

**Pour les oxydes d'azote, aucune influence des éventuels rejets de la fonderie n'a été détectée.**

### **• Situation vis-à-vis des valeurs réglementaires.**

- **Les seuils d'information de la population et a fortiori les seuils d'alerte** fixés par le décret 2002-213 du 15 février 2002 pour **le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote ont été largement respectés** ; les maxima horaires restant inférieurs d'un facteur 4 et 3 aux seuils d'information.

- Les valeurs limites et les objectifs de qualité définis par le décret du 15 février 2002 pour SO<sub>2</sub>, PM10 et NO<sub>2</sub> sont basés sur des éléments statistiques (moyennes et percentiles) calculés sur l'année. Une comparaison stricte des niveaux enregistrés durant les 3 mois de mesures avec ces valeurs réglementaires n'est donc pas possible. Toutefois, une estimation des risques de dépassement peut être effectuée en extrapolant sur l'année les mesures réalisées durant les 3 mois. **Ainsi, les risques de dépassement des objectifs de qualité et des valeurs limites restent faibles pour SO<sub>2</sub>, PM10 et NO<sub>2</sub>.**

- Enfin, la valeur limite pour le **CO** fixée par le décret du 15 février 2002 à 10 000 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur huit heures **a été largement respectée** puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint 4134 µg/m<sup>3</sup> (soit 41 % de la valeur limite).

## **Les collectes de poussières totales sur filtres (été 2002)**

### **• Analyses gravimétriques**

Il apparaît que les rejets de poussières n'ont pas d'impact significatif sur les teneurs moyennes atmosphériques en poussières totales mesurées sur plusieurs jours autour de la fonderie.

Ce résultat est conforme à celui enregistré pour la concentration moyenne en PM 10 durant les trois mois de mesure du camion laboratoire.

Rappelons que durant l'hiver 2001-2002, le site de Toyota a été sous l'influence de la fonderie pendant 19 % du temps et les activités de fusion ont fonctionné durant plus de 50 % du temps et qu'aucun impact des rejets de la fonderie n'est visible sur la concentration moyenne en PM10 sur les trois mois d'hiver.

Il est alors normal de ne pas enregistrer d'impact significatif des rejets sur les concentrations moyennes en poussières totales l'été 2002 sachant que la fréquence de fusion durant la période de mesure n'a pas dépassé les 20 % et que les sites ont été sous les vents de la fonderie au maximum pendant 14 % du temps.

### **• Mesures des métaux (As, Ni, Cd, Fe et Zn).**

L'étude des concentrations en métaux lourds (As, Ni, Cd, Fe et Zn) mesurées sur plusieurs jours sur les 4 sites amène les conclusions suivantes.

- **Il existe un impact net des rejets des cubilots de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en Pb, Fe, et Zn. L'influence est largement plus faible pour les concentrations en Cd, As et Ni. Cet impact des rejets de fusion sur les teneurs atmosphériques est cohérent avec les teneurs en métaux mesurées en sortie de cheminée de cubilots et proportionnel avec l'activité de la fonderie.**

- Vis-à-vis de la réglementation actuelle et des projets de directives européennes qui sont basés sur des moyennes calculées sur l'année, une comparaison stricte n'est pas possible. Toutefois, on peut estimer les risques éventuels de dépassement des valeurs réglementaires en extrapolant à l'année les résultats de la campagne estivale.

**Les risques de dépassement de la valeur limite fixée par l'arrêté du 15 février 2002 pour le plomb et des futures valeurs limites européennes pour As, Ni, Cd sont faibles sur l'ensemble des sites de mesures.**

En revanche le risque de dépassement de l'objectif de qualité fixé à 250 ng/m<sup>3</sup> pour le plomb n'est pas négligeable sur les sites 2 et 4 compte tenu notamment de la fréquence des vents d'Ouest - Sud - Ouest. Concernant les deux autres sites, les teneurs enregistrées durant la campagne de mesure sont inférieures d'un facteur 4 et 7 à l'objectif de qualité et de ce fait les risques de dépassement de l'objectif de qualité sont moindres.

## **Perspectives :**

Une seconde campagne de mesure est prévue autour de la fonderie en 2003 après sa mise aux normes. La comparaison des résultats avec ceux obtenus avant la mise aux normes permettra d'évaluer l'impact de ces modifications sur les teneurs atmosphériques environnantes.

Parallèlement une seconde étude de modélisation des concentrations sera réalisée avec les nouvelles conditions d'émissions de l'usine.

# ***Campagne 2002 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



Décembre 2002

# RESUME / CONCLUSION

## Introduction

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'Incinération 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).

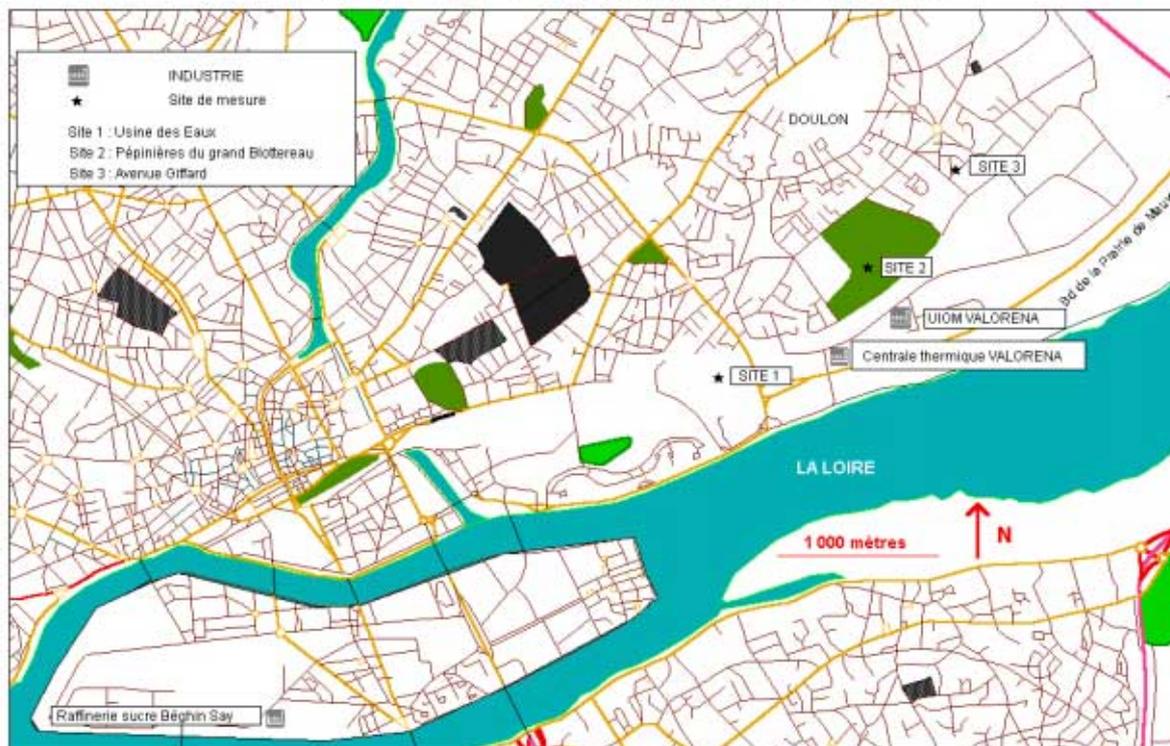
Cette surveillance, qui est maintenant reconduite annuellement, est désormais identique à la stratégie d'approche retenue pour la seconde usine d'incinération de l'agglomération Nantaise (ARC EN CIEL). Ce rapport rassemble les résultats obtenus sur l'année 2002. Cette année, il intègre également les résultats en dioxyde d'azote obtenus sur le site de l'Usine des Eaux.

## Stratégie de surveillance

Les trois stations de surveillance ont été installées pendant 7 semaines entre le 18 septembre et le 5 novembre 2002 à l'Usine des Eaux, au niveau des Pépinières du Parc du Grand Blottereau et au niveau la rue Giffard dans le quartier du Vieux Doulon(cf. carte ci-dessous). Ce dernier site est distant d'environ 250 mètres du site retenu en 2001 mais la proximité de ces deux stations garantit l'historique de la surveillance.

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.

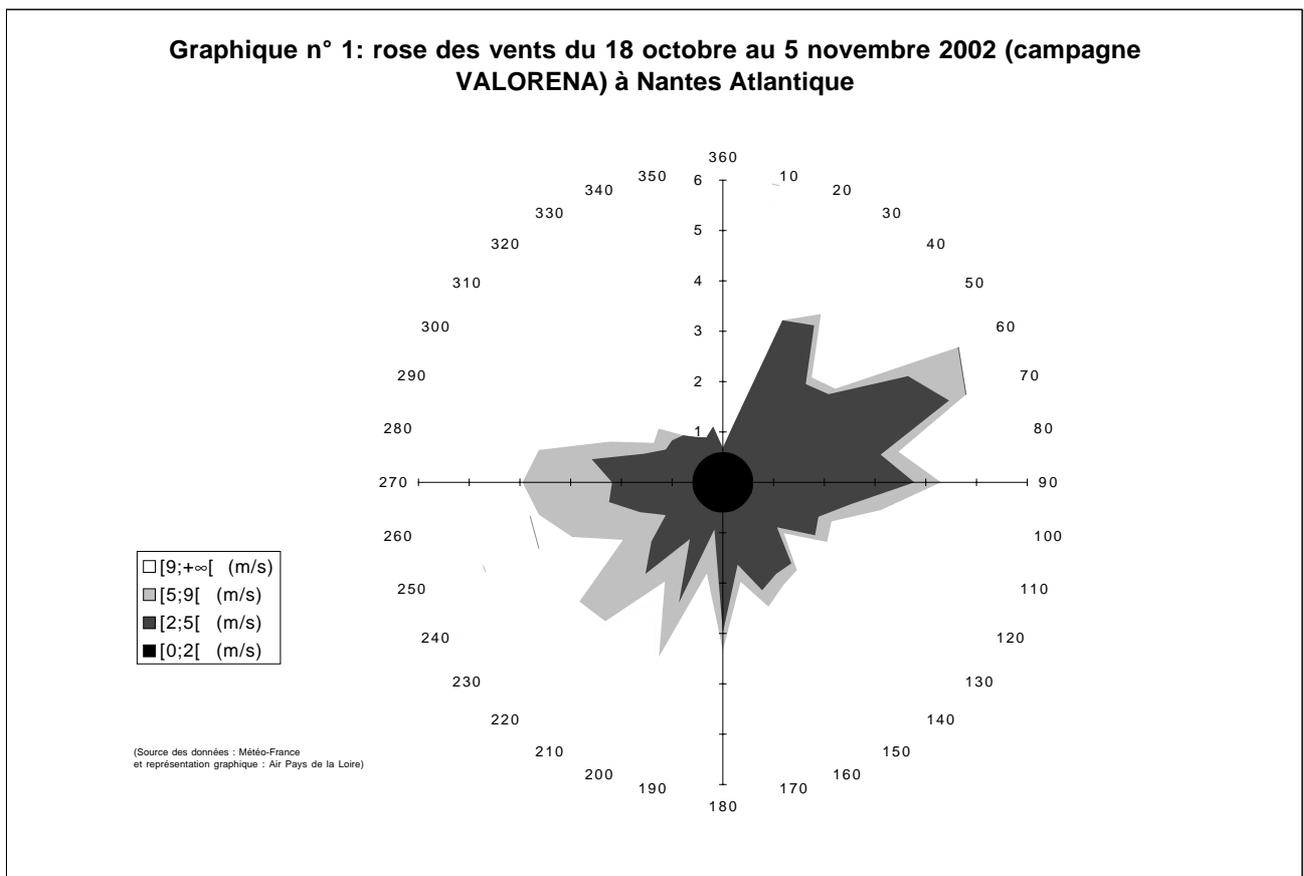
**Campagne 2002 de surveillance de la qualité de l'air autour de VALORENA - Environnement et implantation des sites de mesure**



Trois systèmes de prélèvement ont équipés chacun des sites : échantillonnage des poussières pour les métaux lourds, système de barbotage pour l'acide chlorhydrique et jauges Owen pour les retombées atmosphériques. Le site de l'Usine des Eaux est équipé en complément d'un analyseur en continu de dioxyde d'azote.

## Analyse des vents

L'étude de la météorologie fait apparaître un passage de conditions anticycloniques avec des vents faibles de nord-est (les 3 premières semaines) vers un temps dépressionnaire caractérisé par des vents de sud-ouest de vitesse plus élevée (les 2 dernières semaines). Les semaines 4 et 5 constituent des temps de transition. L'analyse globale de la direction des vents montre un équilibre (cf. graphique ci-dessous) entre les deux directions normales des vents (sud-ouest et nord-est). La proportion de vents de vitesse élevée est plus importante en 2002 par rapport à 2001.

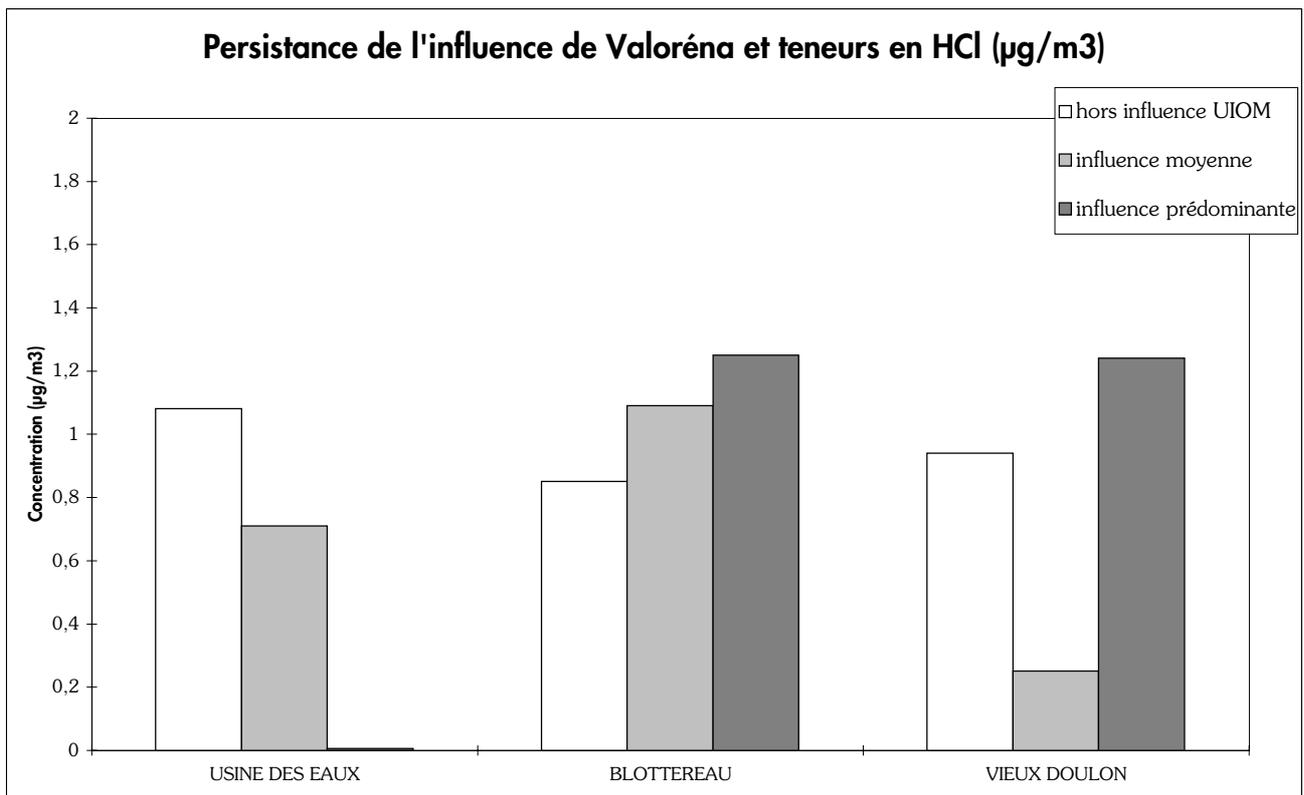


## Analyse des concentrations en acide chlorhydrique<sup>1</sup> dans l'air

Les teneurs journalières en chlorures gazeux sont restées souvent très faibles. Le maximum journalier a été observé le 19 septembre 2002 avec 12 µg/m<sup>3</sup> sur le site du Vieux Doulon alors que ce site n'était pas placé sous les vents de VALORENA. En dehors de cette journée, les niveaux journaliers en HCl ont été le plus souvent inférieurs à 5 µg/m<sup>3</sup> sur l'ensemble de la campagne. Par rapport à l'année précédente, il est observé une augmentation des concentrations moyennes en HCl qui varient suivant les sites entre 0,7 et 0,9 µg/m<sup>3</sup> contre 0,3 à 0,4 µg/m<sup>3</sup> en 2001.

La contribution de la phase gazeuse a été évaluée entre 20 et 40 % sur l'ensemble des sites cohérents avec des proportions estimées dans d'autres agglomérations.

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



<sup>1</sup> 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)

Sur l'ensemble de la campagne, le nombre de journées avec influence prédominante a été faible (inférieur à 4 jours). Cette situation limite l'approche d'évaluation de l'impact.

A l'exception du site du Vieux Doulon où les concentrations en HCl augmentent avec l'influence de VALORENA, il n'existe pas de relation linéaire, pour l'usine des Eaux et Blottereau, entre concentration et nombre d'heures pendant lequel ces sites se sont trouvés dans le panache de l'usine d'incinération.

**En conclusion, il ne peut être établi, sur la base des mesures réalisées, un impact de l'UIOM sur les concentrations en HCl dans l'environnement. Celles-ci sont typiques de celles généralement observées en milieu urbain.**

## Analyse des concentrations en métaux lourds dans l'air

Concentrations moyennes et comparaisons aux normes :

	Métal analysé	VALORENA - Concentrations moyennes de la campagne suivant les sites	Concentrations typiques en milieu urbain (groupe de travail de la Commission Européenne - octobre 2000)	Normes de qualité de l'air sur un an
Eléments majeurs	Zinc	10 - 30 ng/m <sup>3</sup>		0,5 - 1 µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	3 - 12 ng/m <sup>3</sup>		
	Cuivre	2 - 11 ng/m <sup>3</sup>		
Eléments mineurs	Manganèse	1 - 5 ng/m <sup>3</sup>	1,4 - 13 ng/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup> (a)
	Nickel	0,6 - 1,5 ng/m <sup>3</sup>		10 - 50 ng/m <sup>3</sup> (b)
Eléments traces	Chrome	0,3 - 0,6 ng/m <sup>3</sup>	0,5 - 3 ng/m <sup>3</sup>	4 - 13 ng/m <sup>3</sup> (b)
	Arsenic	0,2 - 0,6 ng/m <sup>3</sup>		10 - 20 ng/m <sup>3</sup> (a)
	Cadmium	0,1 - 0,2 ng/m <sup>3</sup>		5 ng/m <sup>3</sup> (b)
	Mercuré	< 0,04 ng/m <sup>3</sup>		1 µg/m <sup>3</sup> (a)

(a) valeurs guides OMS (b) valeurs limites soumises à la Commission Européenne (projet de normes - octobre 2000)  
En bleu : éléments pour lesquels les UIOM sont considérées comme étant des sources significatives

**Sur l'ensemble des sites, les concentrations en métaux faisant l'objet de normes ont largement respecté les valeurs guides de l'OMS ainsi que les valeurs limites proposées pour application dans la future Directive Européenne sur les métaux lourds.**

**Concernant le cadmium, l'arsenic et le nickel, ces concentrations se situent au niveau de la valeur inférieure des concentrations typiques observées en milieu urbain.**

## Comparaison avec les années précédentes

A l'exception du zinc, les teneurs moyennes observées en 2002 pour les éléments caractéristiques des rejets des usines d'incinération (arsenic, cadmium et chrome) ont été le plus souvent inférieures aux niveaux obtenus en 2001. Les deux années sont comparables puisque les deux campagnes 2001 et 2002 ont été réalisées à la même période (à l'automne), les différents types de temps (dépressionnaire et anticyclonique) ayant été observés ces deux années.

En revanche, pour d'autres éléments (cuivre, manganèse, nickel), il est observé une augmentation, comprise entre + 20 % et + 80 %, des concentrations par rapport à l'année précédente.

## Indications sur l'impact de VALORENA

Sur la durée de la campagne, le site de l'usine des Eaux, pour la première fois depuis 2000, a été plus souvent soumis à l'influence de VALORENA par rapport aux deux autres sites (28 et 20 heures de plus que Blottereau et Vieux Doulon, respectivement).

Malgré cette influence plus importante, les teneurs en métaux lourds ont été moins importantes à l'usine des Eaux, d'un facteur 2 à 5. Ce phénomène a été enregistré pour l'ensemble des éléments mesurés.

En conséquence, il n'est pas déterminé en 2002 d'impact spécifique de l'usine VALORENA sur les concentrations en métaux lourds dans son environnement.

Comme le montre l'inventaire du CITEPA (tableau 2), de nombreuses sources (industrie, chauffage résidentiel et tertiaire) peuvent également contribuer à l'émission de métaux lourds.

## **Analyse du dioxyde d'azote sur le site de l'Usine des Eaux**

Le dioxyde d'azote est resté à des niveaux modérés entre janvier et novembre 2002 sur le site de l'Usine des Eaux, comparables à ceux observés sur le site du Jardin des Plantes. Les seuils réglementaires ont été respectés. L'analyse des niveaux de polluants en fonction de la direction des vents montre que la pollution au dioxyde d'azote provient de toutes les directions, même si l'impact des voies de circulation situées au sud semble établi. Pour des vents en provenance de VALORENA, il n'est pas remarqué d'augmentation particulière de la pollution.

## Conclusions

Les niveaux de pollution en métaux lourds sont, à l'exception du zinc, en baisse par rapport en 2001 pour les éléments caractéristiques des rejets des usines d'incinération. Concernant l'acide chlorhydrique, l'évolution est à la hausse sans qu'il puisse être établi d'impact de VALORENA. De manière générale, les concentrations observées sont, comme les années précédentes, nettement en dessous des seuils réglementaires et sont représentatifs des teneurs habituellement observées en milieu urbain. Les 14 000 riverains de l'usine sont donc soumis à une qualité de l'air acceptable.

## ***Campagne 2002 de mesure de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement SOFERTI***



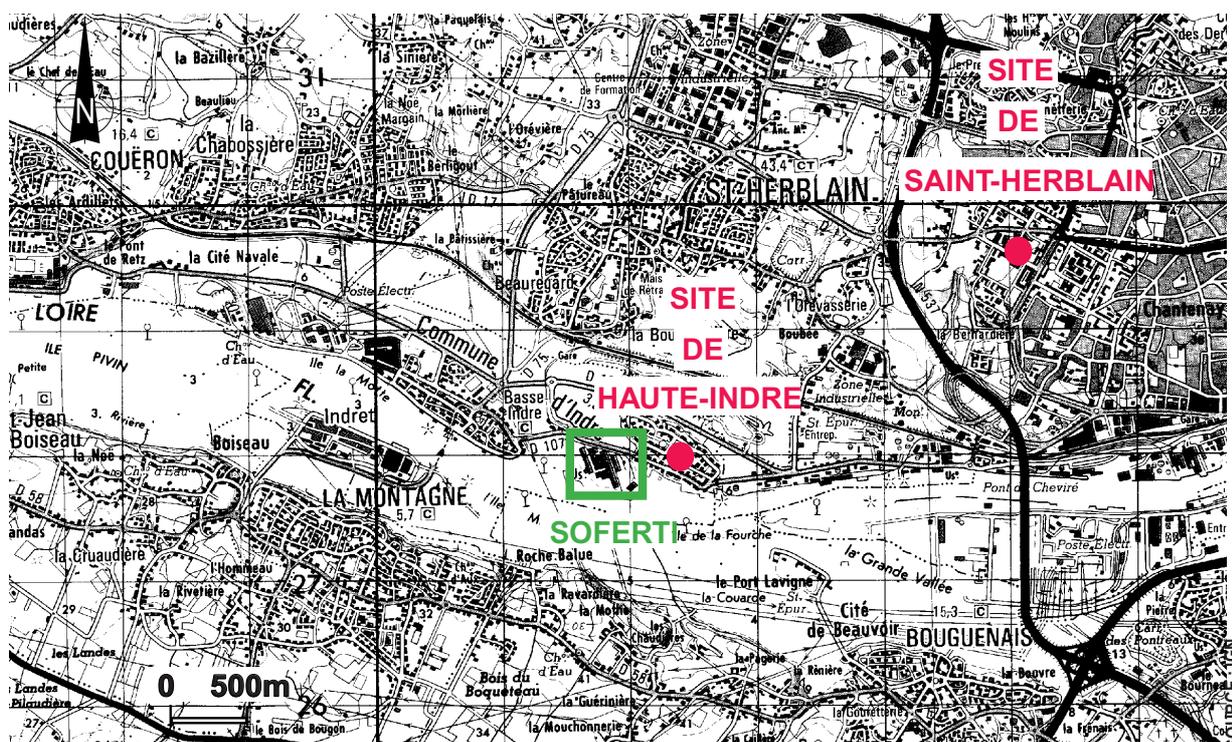
avril 2003

## RESUME SUCCINCT

La campagne de mesure de la qualité de l'air menée par Air Pays de la Loire autour de l'usine de fabrication d'engrais SOFERTI à Haute-Indre (Loire-Atlantique) s'est déroulée du 12 juillet au 4 novembre 2002. L'objectif de la campagne de mesure était d'apporter des compléments d'information sur la qualité de l'air dans l'environnement de l'usine de fabrication d'engrais SOFERTI localisée à Indre (Loire-Atlantique), suite aux campagnes d'évaluation réalisées en 2000 par Air Pays de la Loire et à l'étude d'évaluation de l'impact sanitaire réalisée par l'INERIS. Ces compléments d'information portaient sur :

- Le suivi des concentrations de poussières PM<sub>2,5</sub> (de diamètre inférieur à 2,5 µm) à un pas de temps fin, afin d'identifier les activités industrielles susceptibles d'émettre ces poussières fines,
- Les concentrations de poussières totales, afin d'estimer l'empoussièrément global de l'atmosphère (problématique des salissures),
- Les concentrations en métaux lourds,
- Les teneurs en carbone des poussières, afin de pouvoir estimer si les poussières mesurées pouvaient être assimilées à des poussières de type urbain.

Deux sites de mesure ont été équipés de matériels de mesure à Haute-Indre et Saint-Herblain (site de référence) afin de suivre plusieurs indicateurs des émissions de l'usine (poussières totales en suspension TSP, poussières fines PM<sub>2,5</sub>, métaux) et des paramètres représentatifs de la pollution particulaire d'origine urbaine (carbones élémentaires et total).



Implantation des sites de mesure de pollution

La campagne a conduit aux résultats suivants :

- pour les poussières fines PM<sub>2,5</sub> (diamètre inférieur à 2,5 µm), des teneurs proches en moyenne à celles enregistrées sur le site de référence de Saint-Herblain. Des hausses modérées à fortes en particules fines PM<sub>2,5</sub> ont été relevées à Haute-Indre, en lien avec des phases de changement d'activités de l'usine SOFERTI. Elles sont environ 2 fois plus faibles que celles enregistrées en 2000 dans le même quartier. Le déchargement des matières premières pulvérulentes sur le port n'a pas montré d'impact pendant cette campagne.
- des concentrations modérées en poussières totales à Haute-Indre, de niveau proche en moyenne à celles du site de référence de Saint-Herblain.
- pour les métaux, des teneurs faibles à très faibles, comparables ou inférieures à celles mesurées ailleurs dans la région. Aucun risque de dépassement des seuils réglementaires actuels et futurs n'a été mis en évidence.
- pour le carbone contenu dans les poussières PM<sub>2,5</sub>, globalement en concentrations assez faibles, il a été noté dans cette gamme de valeurs une augmentation des concentrations sous les vents de l'agglomération nantaise.

Au vu des résultats en poussières PM<sub>2,5</sub> enregistrés lors de cette campagne de mesure, il est préconisé de poursuivre le suivi de la qualité de l'air à proximité de l'usine SOFERTI. Les modalités de ce suivi pourront être orientées vers :

- un suivi des poussières PM<sub>2,5</sub> ou PM<sub>10</sub> pendant un cycle annuel d'exploitation de l'usine SOFERTI. À son issue, après examen des résultats, ce suivi pourrait être prolongé au-delà de la durée initiale ;
- un ensemble de campagnes périodiques de mesures, d'une durée de 6 à 8 semaines par an, qui permettraient d'évaluer sur plusieurs années, l'évolution historique de la pollution atmosphérique : poussières PM<sub>2,5</sub> ou PM<sub>10</sub>, traceurs des activités de production d'engrais (phosphates, fluorures...).

## RESUME DETAILLE

### ➤ Contexte - Objectifs

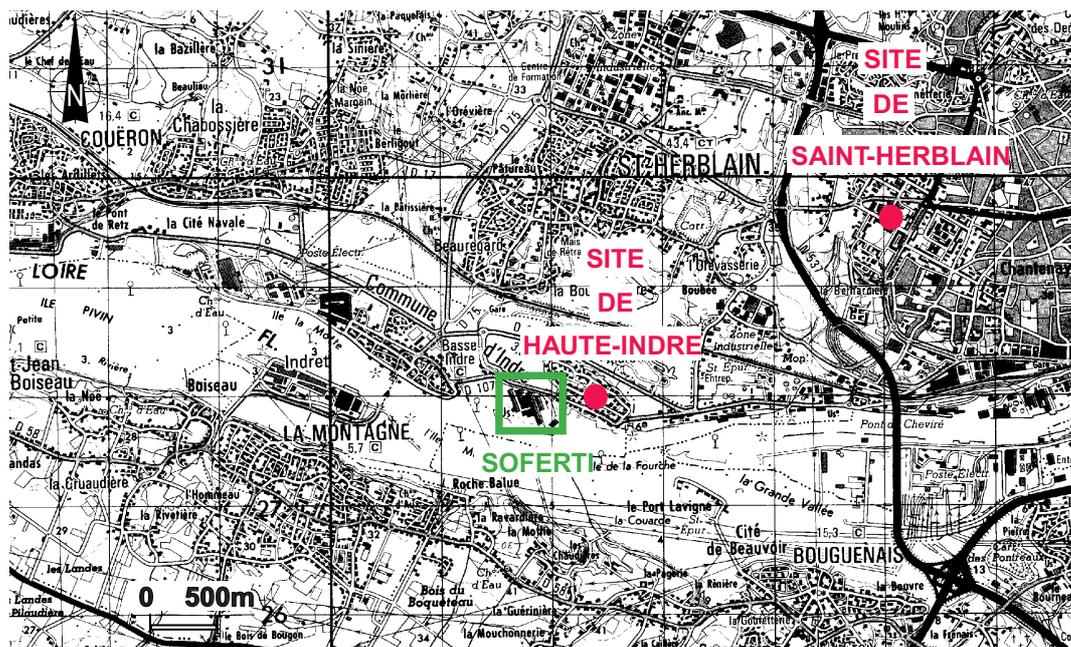
L'objectif de la présente campagne de mesure était d'apporter des compléments d'information sur la qualité de l'air dans l'environnement de l'usine de fabrication d'engrais SOFERTI localisée à Indre (Loire-Atlantique), suite aux campagnes d'évaluation réalisées en 2000 par Air Pays de la Loire et à l'étude d'évaluation de l'impact sanitaire réalisée par l'INERIS. Ces compléments d'information portaient sur la pollution par les poussières et les métaux :

- Le suivi des concentrations de poussières PM<sub>2,5</sub> (de diamètre inférieur à 2,5 µm) à un pas de temps fin, afin d'identifier les activités industrielles susceptibles d'émettre ces poussières fines,
- Les concentrations de poussières totales, afin d'estimer l'empoussièrement global de l'atmosphère (problématique des salissures),
- Les concentrations en métaux lourds,
- Les teneurs en carbone des poussières, afin de pouvoir estimer si les poussières mesurées pouvaient être assimilées à des poussières de type urbain.

### ➤ Dispositif de mesure

La campagne de mesure, d'une durée de 4 mois, a été réalisée pendant l'été et l'automne 2002 (du 12 juillet au 4 novembre).

Un site de mesure a été implanté dans l'environnement proche de l'établissement SOFERTI, à Haute-Indre (commune d'Indre) à 250 m au nord-est de l'usine. Plusieurs critères de sélection ont été utilisés : résultats de la campagne de mesure de la pollution atmosphérique réalisée en 2000, direction des vents dominants, densité de population. Un site de référence, localisé en milieu urbain de fond, a été également équipé, afin de servir de point de comparaison. Le site d'Air Pays de la Loire installé dans le square de la Gironde à Saint-Herblain a été sélectionné car il permet de surveiller la pollution atmosphérique de fond de l'ouest de l'agglomération.



Implantation des sites de mesure de pollution

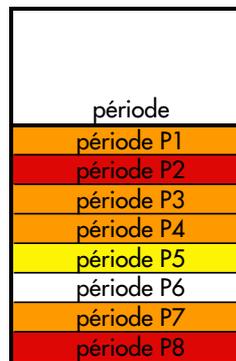
Les techniques de mesure utilisées pour mener l'étude étaient pour les 2 sites :

- analyseur de poussières PM<sub>2,5</sub> en continu : l'objectif était d'assurer un suivi temporel fin et continu (1 mesure par quart d'heure) des concentrations des particules fines PM<sub>2,5</sub>, les émissions ponctuelles de poussières pouvant ainsi être identifiées (déchargement de bateaux, transfert de produits, changement de formules...),
- système de prélèvement des poussières en suspension totales (TSP) et des poussières fines en suspension (PM<sub>2,5</sub>) sur filtres, avec analyse gravimétrique et chimique de métaux et carbones (prélèvement par périodes de 2 semaines, conditionné par la direction du vent : 1 prélèvement était réalisé au vent et 1 autre sous le vent de l'usine).

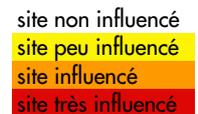
## ➤ Résultats : Données environnementales

Situation météorologique : Selon les périodes de prélèvement, le site de Haute-Indre a été placé sous le vent de l'usine pendant des durées variables. Ainsi du 23/09 au 7/10/02, l'influence de l'usine a été nulle tandis que du 30/07 au 12/08/02 et du 21/10 au 4/11/02 la prédominance des vents de sud-ouest a placé Haute-Indre sous le vent de l'usine pendant plus de la moitié du temps.

Périodes d'échantillonnage	
1	12/07/02 au 26/07/02
2	30/07/02 au 12/08/02
3	12/08/02 au 26/08/02
4	26/08/02 au 9/09/02
5	9/09/02 au 23/09/02
6	23/09/02 au 7/10/02
7	7/10/02 au 21/10/02
8	21/10/02 au 4/11/02

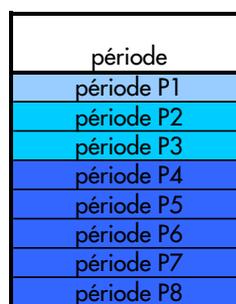


légende :

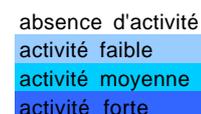


Périodes d'échantillonnage et Influence de l'usine SOFERTI à Haute-Indre en fonction de la direction du vent

Activités de l'usine SOFERTI : L'usine SOFERTI a connu une période de faible activité de ses ateliers de granulation et superphosphates en début de campagne. Les périodes P2 et P3 ont connu une activité moyenne (38 à 47 % du temps) et les périodes P4 à P8 une forte activité (plus de 50 % du temps). Les déchargements de matières premières susceptibles d'émettre des poussières ont eu lieu de fin août à fin octobre 2002.



légende :

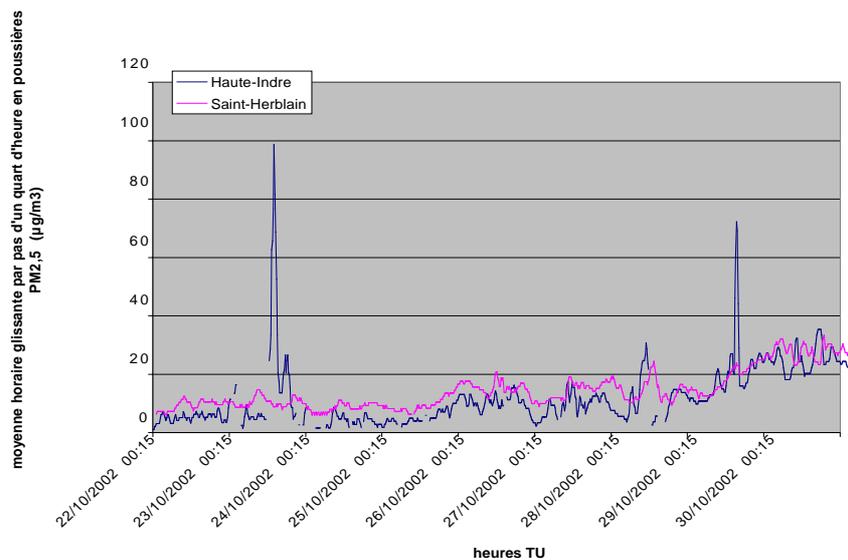


Degré d'activité de l'usine SOFERTI

## ➤ Résultats : Données de qualité de l'air

### Concentrations en poussières fines PM<sub>2,5</sub> :

Les résultats obtenus au pas de temps quart horaire à l'aide des TEOM ont permis d'établir un suivi temporel fin des concentrations de poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre et Saint-Herblain. Les niveaux moyens de poussières PM<sub>2,5</sub> enregistrés pendant 4 mois ont été proches sur les deux sites (12 µg/m<sup>3</sup> à Haute-Indre et 11 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Herblain). À l'échelle d'une journée, les moyennes ont également été semblables : 3 à 23 µg/m<sup>3</sup> à Haute-Indre et 5 à 26 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Herblain. À une échelle plus fine, de l'ordre de l'heure ou du quart d'heure des différences sont apparues entre les deux sites (cf. graphique suivant) : Haute-Indre a enregistré des pointes modérées à fortes de poussières PM<sub>2,5</sub> de courte durée, plus fréquentes et importantes (maximum des moyennes horaires : 98 µg/m<sup>3</sup>, le 23/10/02 à 15 h) que Saint-Herblain (maximum des moyennes horaires : 50 µg/m<sup>3</sup>, le 11/10/02 à 11 h).

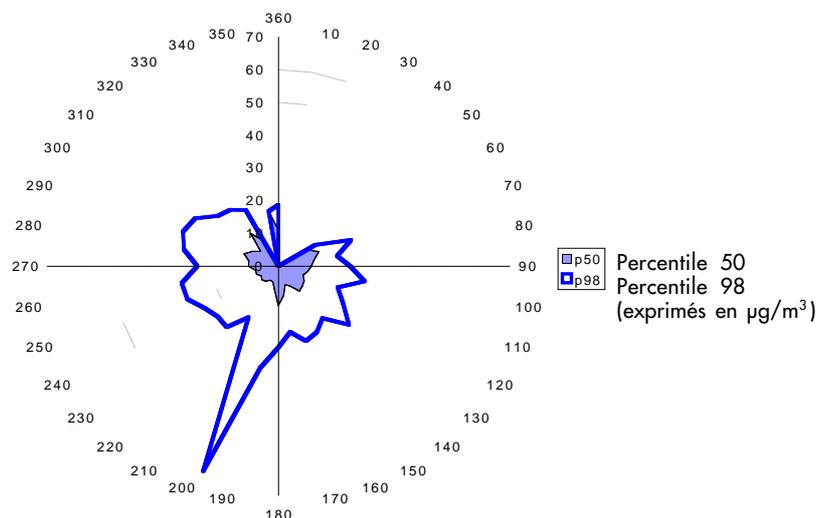


Niveaux de poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre et Saint-Herblain du 22 au 30/10/02

La comparaison aux seuils\* standards de qualité de l'air a montré un faible risque de dépassement de ces standards pour les poussières PM<sub>2,5</sub>.

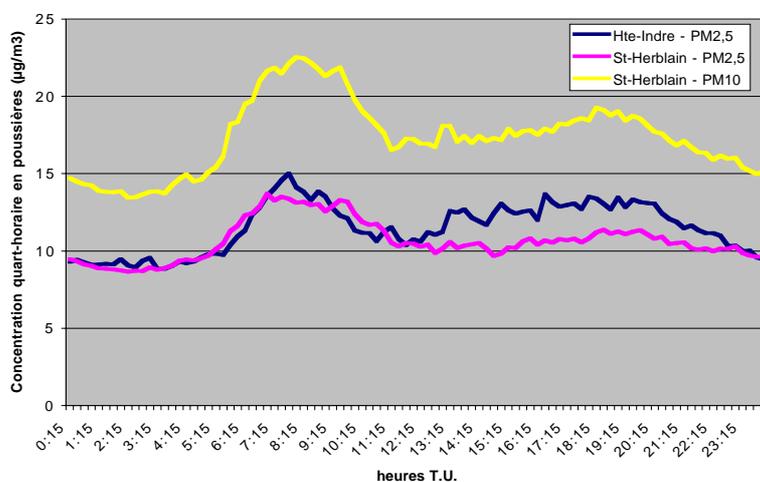
L'établissement de roses de pollution pour les poussières PM<sub>2,5</sub> (cf. graphique suivant) et l'étude des conditions météorologiques et des activités de l'usine SOFERTI lors des épisodes de pointes a permis d'étudier l'origine de ces pointes de poussières. Elles ont été majoritairement enregistrées par vent d'ouest à sud-ouest ou par vent nul. Elles peuvent être imputées au fonctionnement de l'usine SOFERTI. En effet, il s'agit de l'unique émetteur de poussières dans cette direction. L'étude du fonctionnement de l'usine lors de ces épisodes a permis de déterminer que ces pointes de poussières fines étaient liées aux changements d'activités de l'établissement (phases d'arrêt/démarrage...) dans 2 cas sur 3. Sur l'ensemble de la campagne, les déchargements de matières premières pulvérulentes n'ont pas été à l'origine de pointes de poussières.

\* Les seuils pris comme référence sont ceux en vigueur aux États-Unis.



Rose de pollution par les poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre (données de base quart-horaires)

L'établissement de profils journaliers de pollution par les poussières PM<sub>2,5</sub> (cf. graphique suivant) a permis de mettre en évidence que la pollution par les poussières PM<sub>2,5</sub> suivait en moyenne le même profil que les poussières PM<sub>10</sub> : deux hausses ont été habituellement enregistrées en ville le matin et le soir en lien avec les variations du trafic automobile. Les profils de poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre et Saint-Herblain ont été assez semblables, la seule différence consistant en une élévation courte le matin (aux alentours de 10h) et plus durable l'après-midi et en soirée (de 15h à 22h) supérieure à Haute-Indre qu'à Saint-Herblain. La pollution par les poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre est donc principalement d'origine urbaine. Les différences de concentrations notées ponctuellement entre les deux sites sont dues aux émissions de poussières de l'usine SOFERTI.



Profil journalier moyen des concentrations de poussières à Haute-Indre et Saint-Herblain

### Des concentrations modérées en poussières totales en suspension :

En moyenne sur l'ensemble de la campagne, les concentrations de poussières TSP ont été modérées. Les concentrations ont été relativement homogènes d'une période à l'autre, à l'exception des périodes P1 (du 12/07 au 26/07/02) et P5 (du 9/09 au 23/09/02) où le site de Haute-Indre a enregistré des valeurs faibles, inférieures à 10 µg/m<sup>3</sup>. Peu de différence a été observée en moyenne entre les 2 sites de mesure.

### Concentrations en métaux :

Aucune différence des concentrations de métaux n'a été notée entre la première période (usine fonctionnant au ralenti) et les autres périodes. Aucune différence non plus n'a été observée selon les secteurs de vent à Haute-Indre. À Saint-Herblain, une

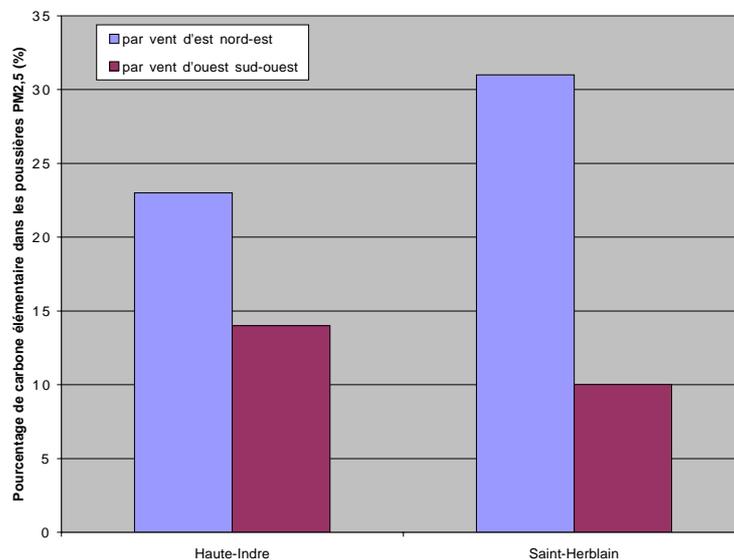
légère hausse des concentrations a été observée pour l'arsenic, le cadmium et le plomb par vents de 20 à 100°N. Il s'agit de l'influence des émissions d'origine urbaine de l'agglomération nantaise.

Sur la base des données observées, le risque de dépassement des futures valeurs limites pour l'arsenic, le cadmium, le nickel et des seuils réglementaires (objectif de qualité et valeur limite) pour le plomb est très faible.

### Concentrations en carbones :

Les teneurs en carbone des poussières permettent d'estimer si les poussières mesurées peuvent être assimilées au plan sanitaire, à des poussières urbaines dont la particularité est d'être fortement carbonées.

À titre de comparaison, on notera que les concentrations en carbone enregistrées pendant cette campagne ont été du même ordre de grandeur qu'ailleurs en Pays de la Loire et Île-de-France. Les concentrations en carbone dans les poussières PM<sub>2,5</sub> ont été environ 2 fois plus élevées par vent d'est nord-est (20 à 100°N). Cela caractérise l'influence de l'agglomération nantaise, qui s'est révélée moindre à Haute-Indre qu'à Saint-Herblain.



Pourcentage de carbone élémentaire dans les poussières PM<sub>2,5</sub> à Haute-Indre et Saint-Herblain

### ➤ Perspectives

Au vu des résultats en poussières PM<sub>2,5</sub> enregistrés lors de cette campagne de mesure, il est préconisé de poursuivre le suivi de la qualité de l'air à proximité de l'usine SOFERTI. Les modalités de ce suivi pourront être orientées vers :

- un suivi des poussières PM<sub>2,5</sub> ou PM<sub>10</sub> pendant un cycle annuel d'exploitation de l'usine SOFERTI. À son issue, après examen des résultats, ce suivi pourrait être prolongé au-delà de la durée initiale ;
- un ensemble de campagnes périodiques de mesures, d'une durée de 6 à 8 semaines par an, qui permettraient d'évaluer sur plusieurs années, l'évolution historique de la pollution atmosphérique : poussières PM<sub>2,5</sub> ou PM<sub>10</sub>, traceurs des activités de production d'engrais (phosphates, fluorures...).

# ***Campagne 2002 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



Mai 2003

# SYNTHESE DES RESULTATS

## Introduction

Depuis 1997, Air Pays de la Loire met en œuvre et réalise la campagne annuelle de surveillance de la pollution atmosphérique autour de l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) ARC EN CIEL, située à Couëron en Loire-Atlantique.

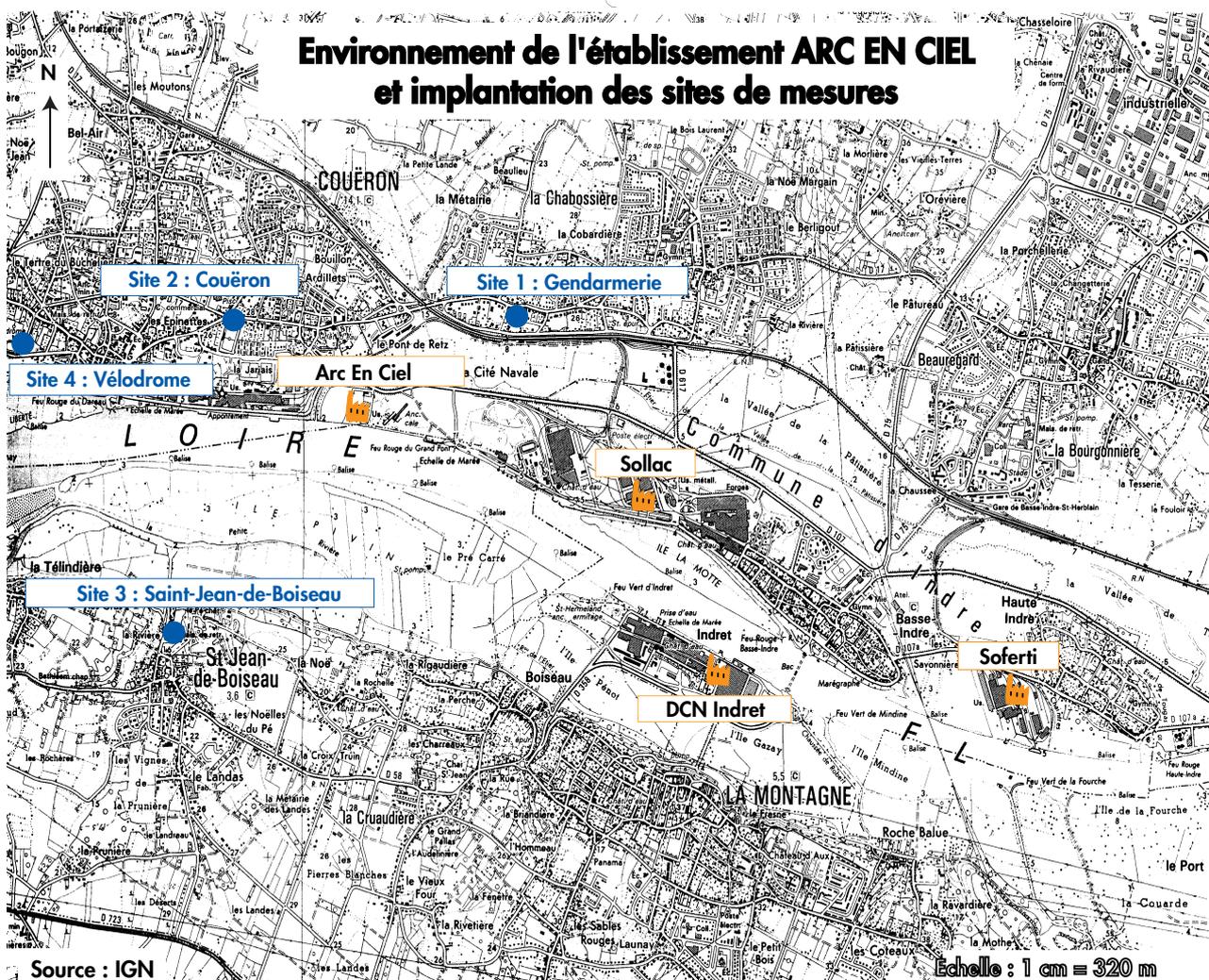
Comme les années précédentes, l'acide chlorhydrique, neuf métaux lourds et les précipitations ont été prélevés puis analysés dans l'environnement de l'établissement. Le dioxyde de soufre et le dioxyde d'azote font également partie des polluants surveillés.

Ce rapport rassemble les résultats obtenus sur l'année 2002.

## Stratégie de surveillance

Les trois stations de surveillance ont été installées pendant 7 semaines entre le 7 novembre et le 25 décembre 2002 au niveau de la Gendarmerie, dans le centre de Couëron, à Saint Jean de Boisseau (cf. carte ci-dessous). Le site Vélodrome accueille les appareils permanents de mesure du dioxyde de soufre et du dioxyde d'azote.

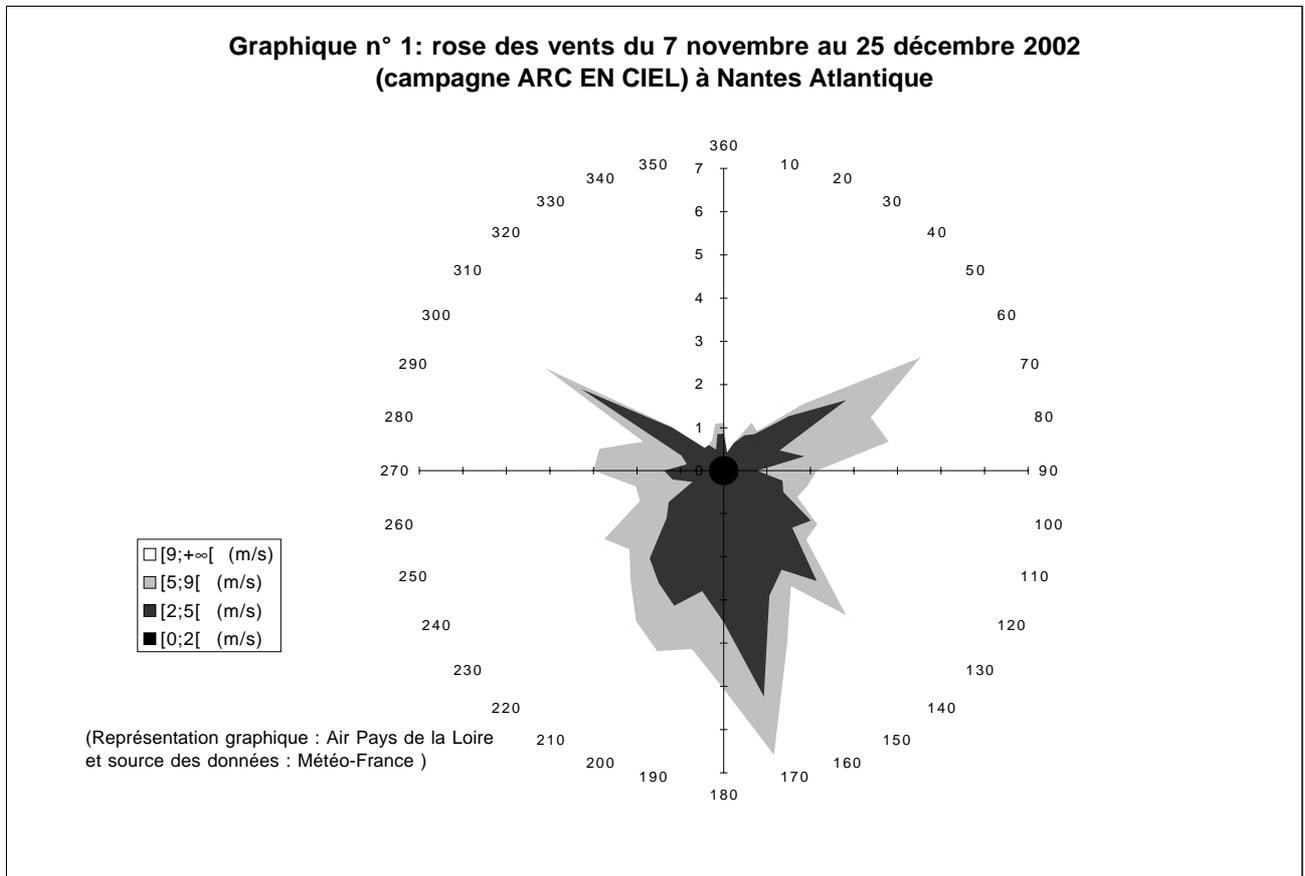
L'implantation des stations, validée par la Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement, a été définie à partir d'une modélisation préalable des secteurs maxima de retombées, de la prise en compte des vents dominants et de la présence de secteur résidentiel.



Trois systèmes de prélèvement ont équipé chacun des sites : échantillonnage des poussières pour les métaux lourds, système de barbotage pour l'acide chlorhydrique et jauges Owen pour les retombées atmosphériques.

## Analyse 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 sud-est. En corollaire, les vents de sud-ouest et de nord-est apparaissent sous-représentés.



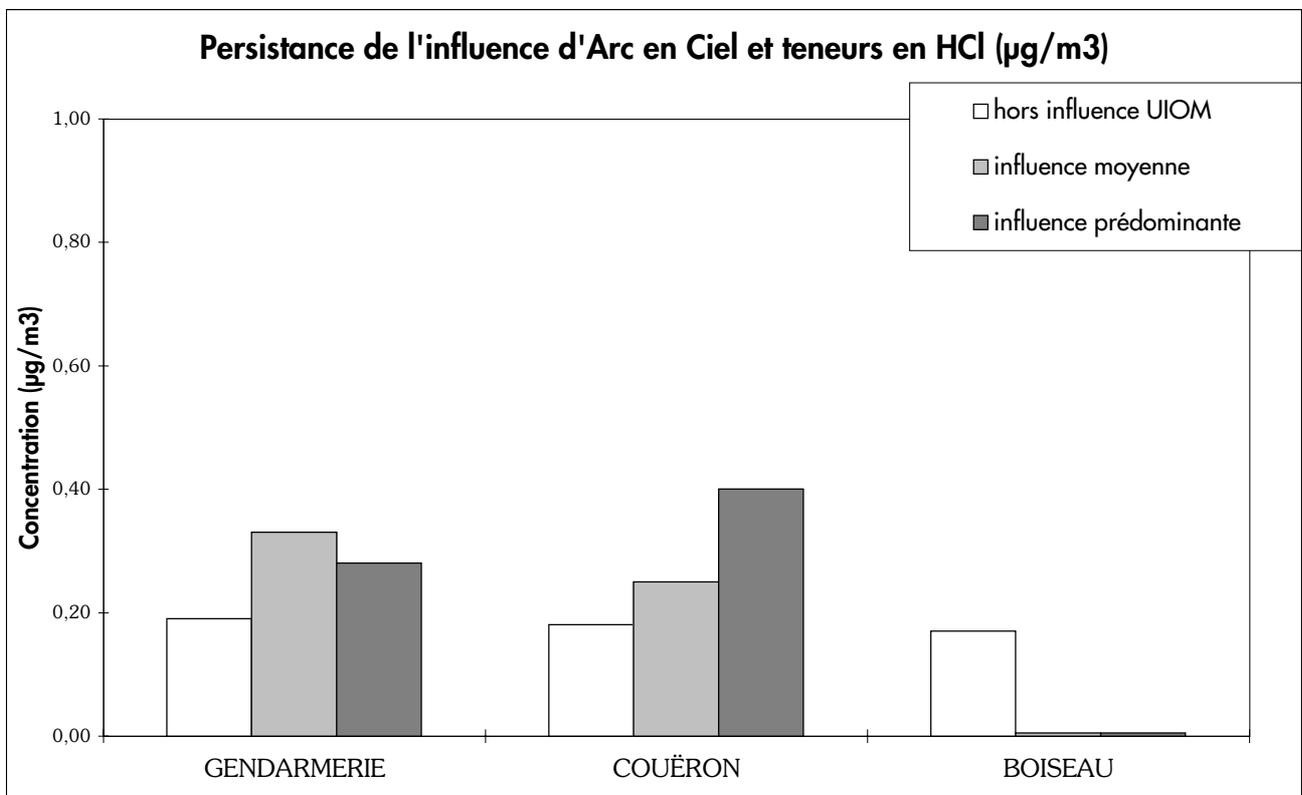
Sur la totalité de la campagne, les sites Gendarmerie et Couëron ont été influencés sur des durées équivalentes de l'ordre de 60 heures. En 2001, le site Boiseau était le plus soumis au panache d'ARC EN CIEL. En 2002, il a été le site le moins influencé avec seulement 32 heures.

## Analyse des concentrations en acide chlorhydrique<sup>1</sup> dans l'air

Les teneurs en acide chlorhydrique ont évoluées entre 0 et 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , valeurs en diminution par rapport aux années passées. Les maxima ont été observés la deuxième semaine. Les autres périodes, les niveaux en HCl sont restés le plus souvent inférieurs à 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A titre de comparaison, les niveaux en chlorures gazeux relevés par AIRNORMAND en 2000 sur un site urbain de l'agglomération Rouennaise localisé hors influence d'une usine d'incinération étaient de l'ordre de 2,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . 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 10 et 30 % sur l'ensemble des sites. Dans les situations de référence précédentes (Rouen 2000 et Paris 1994), cette contribution a été estimée respectivement à moins de 40 % et à environ 40 %. Ces résultats montrent donc cette année une proportion comparable de la phase gazeuse par rapport aux situations de référence.

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).



<sup>1</sup> 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).

Sur le site de Couëron, les concentrations en chlorures gazeux augmentent linéairement avec la durée pendant laquelle la station est placée sous les vents de l'usine. Sur le site de Gendarmerie, une analyse similaire peut être réalisée mais la situation avec influence prédominante induit une concentration moyenne plus faible que la situation avec influence moyenne. Sur le site de Boiseau, le moins soumis à l'influence d'Arc en Ciel, les résultats sont inverses puisque l'acide chlorhydrique n'a pas été détecté lorsque le site a été soumis au panache d'Arc en Ciel

En conclusion, nous observons une situation où les émissions d'ARC EN CIEL semblent, pour les sites les plus influencés, avoir un impact sur la teneur en HCl dans l'atmosphère. Rappelons toutefois que les niveaux observés sont faibles, en diminution par rapport à 2001 et comparables avec d'autres situations.

## Analyse des concentrations en métaux lourds dans l'air

Concentrations moyennes et comparaisons aux normes :

	Métal analysé	ARC EN CIEL - Concentrations moyennes de la campagne suivant les sites	Concentrations typiques en milieu urbain (groupe de travail de la Commission Européenne - octobre 2000)	Normes de qualité de l'air sur un an
Éléments majeurs	Zinc	5 - 40 ng/m <sup>3</sup>		0,5 - 1 µg/m <sup>3</sup> (a)
	Plomb	2 - 9 ng/m <sup>3</sup>		
Éléments mineurs	Cuivre	1 - 6 ng/m <sup>3</sup>	1,4 - 13 ng/m <sup>3</sup>	1 µg/m <sup>3</sup> (a)
	Manganèse	0,5 - 4 ng/m <sup>3</sup>		10 - 50 ng/m <sup>3</sup> (b)
	Nickel	0,5 - 3 ng/m <sup>3</sup>		
	Chrome	0,1 - 3 ng/m <sup>3</sup>		
Éléments traces	Arsenic	0,1 - 0,9 ng/m <sup>3</sup>	0,5 - 3 ng/m <sup>3</sup>	4 - 13 ng/m <sup>3</sup> (b)
	Cadmium	0,1 - 0,8 ng/m <sup>3</sup>	0,2 - 2,5 ng/m <sup>3</sup>	10 - 20 ng/m <sup>3</sup> (a) 5 ng/m <sup>3</sup> (b)
	Mercuré	< 0,03 ng/m <sup>3</sup>		1 µg/m <sup>3</sup> (a)

(a) valeurs guides OMS (b) valeurs limites soumises à la Commission Européenne (projet de normes - octobre 2000)  
En bleu : éléments pour lesquels les UIOM sont considérées comme étant des sources significatives

**Sur l'ensemble des sites, les concentrations en métaux faisant l'objet de normes ont largement respecté les valeurs guides de l'OMS ainsi que les valeurs limites proposées pour application dans la future Directive Européenne sur les métaux lourds.**

**Concernant le cadmium, l'arsenic et le nickel, ces concentrations 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, le site de Boiseau a été deux fois moins longtemps soumis à l'influence d'ARC EN CIEL par rapport aux deux autres sites. Dans ces conditions, il a été observé que, en moyenne, pour six des 9 métaux lourds sélectionnés dans cette étude (Mn, Cu, Pb, Ni, Cr et Zn), les concentrations relevées sur ce site ont été inférieures, d'un facteur 2 à 5.

En conséquence, les émissions d'ARC EN CIEL semblent contribuer aux émissions totales de métaux lourds de la zone. De plus, comme l'année dernière, des niveaux supérieurs ont été observés sur le site de Couëron. L'impact doit donc être examiné au regard de l'ensemble des sources potentielles, au moins sous l'aspect qualitatif.

## Evolution par rapport aux années précédentes

En 2002, nous observons une diminution sensible des teneurs en métaux lourds par rapport à 2001, d'un facteur 2 en moyenne. Cette situation provient du fait que les sites ont été moins durablement influencés en 2002 par rapport à l'année dernière et s'observe aussi en ce qui concerne l'acide chlorhydrique.

## **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 de faible à modérée.**

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

Les niveaux de pollution en métaux lourds sont globalement en baisse par rapport à 2001 même si les sites les plus influencés ont enregistré des concentrations plus importantes. Concernant l'acide chlorhydrique, l'évolution est aussi à la baisse. Les industries proches et le trafic routier dans Couëron ont un impact sur la pollution au dioxyde d'azote. 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.

# ***Modélisation de la pollution par le dioxyde de soufre dans l'environnement de la raffinerie de Donges au cours des épisodes de février 2003***

## ***Rapport d'étude***



Photo DRIRE Pays de la Loire

***octobre 2003***

# RÉSUMÉ

---

Dans la ville de Donges, des épisodes de pollution en dioxyde de soufre remarquables par leur ampleur et par leur durée se sont produits les 11 et 20 février 2003 en lien avec les rejets de la raffinerie Total France.

La DRIRE des Pays de la Loire a demandé à la raffinerie Total France de Donges d'apporter des éléments d'appréciations sur l'origine de ces forts niveaux et d'indiquer les moyens envisageables pour ne pas les reproduire à l'avenir.

Sur la base d'une proposition d'étude de modélisation de ces épisodes, la raffinerie Total France de Donges a fait appel à Air Pays de la Loire.

L'étude entreprise avait pour triple but de comparer les résultats de la modélisation avec les données observées sur les sites de mesure, d'identifier les rejets prépondérants et d'évaluer l'impact de la mise en œuvre des procédures de réduction des émissions.

Il est rappelé en préambule que d'une manière générale, les sorties calculées de modélisation et les cartographies générées sont issues de simulations numériques. De ce fait, par construction, elles sont altérées d'incertitudes liées à l'état des connaissances scientifiques dans le domaine de la physico-chimie atmosphérique ainsi qu'à la qualité des données d'entrée nécessaires au fonctionnement des modèles.

Pour cette étude, en particulier, les modélisations réalisées se sont appuyées sur des données d'entrée météorologiques fournies par Météo France et des données d'entrée d'émissions fournies par la raffinerie Total France de Donges. Air Pays de la Loire ne saurait être tenu pour responsable des conséquences résultant de la qualité de ces données et des incertitudes qui y sont attachées.

L'étude de modélisation ainsi réalisée a permis de tirer les trois enseignements principaux suivants :

- ❑ Même si le dépassement du seuil d'alerte n'a pu être évité pendant ces épisodes, les actions engagées par TOTAL France DGS ont permis d'éviter une dégradation de la qualité de l'air qui aurait été plus importante que celle observée. Le gain sur la pollution a été quantifié entre 40 et 80 %. Les simulations ont par ailleurs montré qu'une action de réduction anticipée des émissions des principales unités du site aurait eu une influence supplémentaire sur la qualité de l'air en diminuant les concentrations atmosphériques de 15 % en moyenne et de 40 % au maximum. Malgré un impact limité puisque le dépassement du seuil d'alerte aurait seulement été atténué et retardé, cette procédure conserve son intérêt.
- ❑ L'étude de la contribution individuelle des 13 émetteurs a montré que si les unités DEE et FCC sont les principales installations de la raffinerie à contribuer à la pollution, d'autres points de rejets moins importants en terme d'émission comme les chaudières participent également à la pollution de la zone, principalement au sud du secteur urbanisé de Donges.
- ❑ Les simulations ont reproduit un impact de la raffinerie les 11 et 20 février. En revanche, la comparaison entre les résultats du modèle et les données des stations de surveillance n'est pas totalement satisfaisante en raison des sous-estimations produites par le simulateur. L'utilisation de récepteurs positionnés de façon à mailler la ville de Donges a toutefois permis d'évaluer l'accord mesure-modèle sur d'autres secteurs situés à l'est de la zone urbanisée. Des voies d'amélioration de cet accord sont possibles : utilisation d'un modèle de petite échelle pour l'intégration de données météorologiques locales, quantification des rejets avec des données de mesure à l'émission et donc révision éventuelle des calculs d'émission.

Cette étude dessine des axes de progrès susceptibles d'améliorer la prévention de ces épisodes :

- ❑ Poursuivre l'anticipation de la maîtrise des rejets en agissant dès la première hausse de pollution à l'exemple de ce que TOTAL France DGS réalise désormais en activant le contrôle des émissions dès le seuil de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,
- ❑ Agir simultanément et de façon plus conséquente qu'actuellement sur les émissions des principales unités du site. A titre d'exemple, une réduction complémentaire significative des rejets de l'installation FCC en relation avec les hausses de pollution serait de nature à améliorer l'impact sur la qualité de l'air, ceci en s'assurant de la compatibilité de l'action avec les process,
- ❑ Activer la procédure de réduction des rejets à partir d'un réseau plus dense de capteurs de façon à détecter les premières élévations de pollution. Dans ce cadre, nous préconisons la mise en place de campagnes exploratoires de surveillance à l'est et au sud des stations Ampère et Pasteur, en secteur

urbanisé. Dans ce sens, l'intégration dans la procédure d'alerte des capteurs tel que celui installé à Paimboeuf et tel que celui à installer à Montoir de Bretagne nous paraît répondre à cette problématique comme cela a été proposé dans l'étude d'Air Pays de la Loire relative à l'optimisation du réseau de surveillance de Basse-Loire (mai 2003).