

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



***Rapport final
Octobre 2003***

Remerciements

Nous tenons à remercier Monsieur Laurent de la société GMBA qui nous a permis de visiter la fonderie et ainsi de mieux connaître les différentes techniques utilisées.

Nous tenons à remercier Messieurs Sebileau, Daniel (Société C. Daniel), Saupin (société Doka) ainsi que Monsieur Cottineau (société Toyota Industrial Equipment) pour avoir accepté d'accueillir sur leurs terrains, les différents systèmes de prélèvements d'Air Pays de la Loire.

SOMMAIRE

• Résumé / conclusions et perspectives.....	1
• I. Introduction	7
• II. Présentation de la campagne de mesure.....	8
II.1. Descriptif de la fonderie GMBA Bouhyer	9
II.1.1. Processus de fabrication et émissions atmosphériques associées	9
II.1.1.1. Les émissions avant la mise aux normes de l'établissement.....	9
II.1.1.2. Les émissions après la mise aux normes de l'établissement	10
II.2. Proximité de la population résidentielle.....	11
II.3. Dispositif de mesures - moyens mis en œuvre	11
II.3.1. Les mesures en continu.....	11
II.3.2. Les mesures sur filtres	12
II.3.2.1. Les prélèvements « hebdomadaires ».....	12
II.3.2.2. Prélèvements conditionnels : les systèmes Partisols Spéciation.....	12
II.3.3. Les analyses gravimétriques et chimiques associées	13
II.3.3.1. Les analyses gravimétriques	13
II.3.3.2. Les analyses chimiques.....	13
II.4. Les périodes d'échantillonnage	13
II.5. Implantation des sites de mesures.....	14
II.6. Récapitulatif des moyens mis en œuvre et polluants Associés.....	14
• III. Résultats et interprétation.....	15
III.1. Première campagne : avant la mise aux normes	17
III.1.1. Les mesures en continu réalisées à l'aide du laboratoire mobile (Hiver 2001-2002)	17
III.1.1.1. Les conditions météorologiques durant la campagne.....	18
III.1.1.2. Les activités de la fonderie durant les 3 mois de mesure	18
III.1.1.3. Les niveaux de pollution enregistrés par le laboratoire mobile.....	19
III.1.1.4. Conclusions.....	28
III.1.2. Les analyses de poussières totales collectées sur filtres (été 2002).....	29
III.1.2.1. Les conditions météorologiques durant les 3 périodes de mesure.....	30
III.1.2.2. Fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites	32
III.1.2.3. Les activités de la fonderie durant les trois périodes de mesure.....	34
III.1.2.4. Les mesures gravimétriques	35
III.1.2.5. Les mesures de métaux.....	36
III.2. Seconde campagne de mesure : après la mise aux normes	45
III.2.1. Les mesures en continu réalisées à l'aide du laboratoire	46
III.2.1.1. Les conditions météorologiques durant la campagne.....	47
III.2.1.2. Les activités de la fonderie durant les 2 mois de mesure	47
III.2.1.3. Les niveaux de pollution enregistrés par le laboratoire mobile.....	48
III.2.1.4. Conclusions.....	55
III.2.2. Les analyses de poussières totales collectées sur filtres	56
III.2.2.1. Les conditions météorologiques durant les 8 périodes de mesure.....	57
III.2.2.2. Fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites	60
III.2.2.3. Les activités de la fonderie durant les huit périodes de mesure	62
III.2.2.4. Les mesures gravimétriques	63
III.2.2.5. Les mesures de métaux.....	65
III.3. Comparaison des impacts des rejets sur les concentrations atmosphériques avant et après mises aux normes de l'établissement	77
III.3.1. SO ₂ , CO, PM ₁₀	77
III.3.2. Les métaux : As, Ni, Cd, Fe, Zn, et Pb	78

Métrologie
Analyse et interprétation des résultats
Mise en page
Photographies

A. TRICOIRE, C. BARON
F. DUCROZ
C. BRASSART, B. POUSSIN
F. DUCROZ, A. CALVAR

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 évaluation 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 deux campagnes de mesure dans l'environnement de la fonderie

Les différents objectifs de cette évaluation 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) avant et après la mise aux normes de l'établissement.
- évaluer le risque de dépassement des valeurs réglementaires.

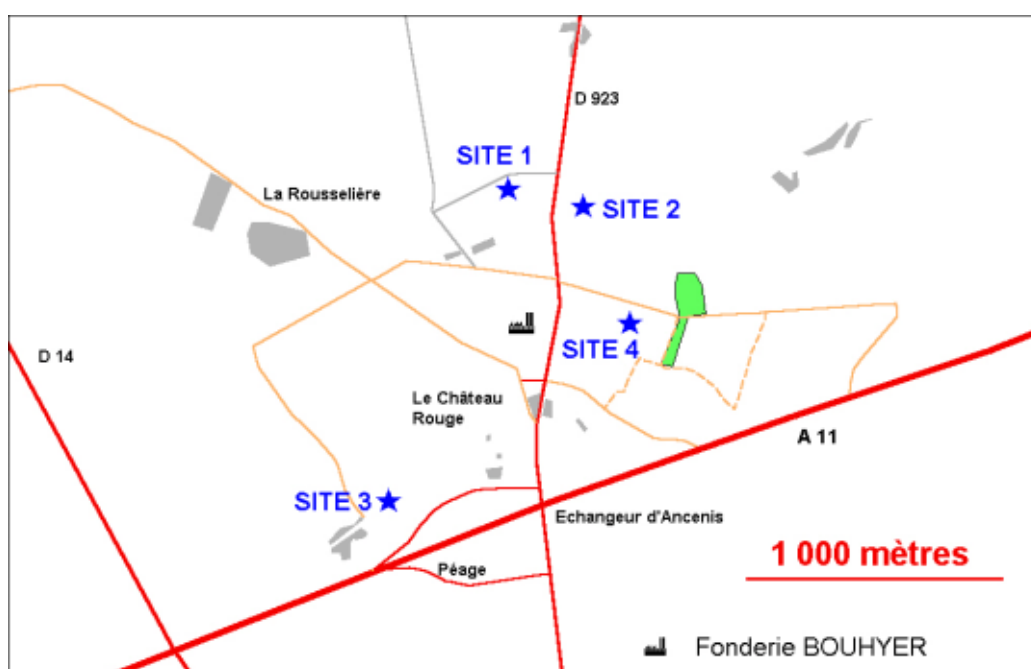
Afin de répondre à ces différents objectifs, Air Pays de la Loire a mis en œuvre le dispositif de mesure suivant :

Les moyens

- **Deux campagnes de mesures** ont été réalisées, la première avant les modifications des systèmes de traitement des fumées et une seconde après la mise aux normes. La comparaison des résultats obtenus avant et après mise aux normes a permis d'évaluer l'impact de ces modifications sur les niveaux de pollution mesurés autour de la fonderie.

- **4 sites de mesures** ont été considérés à proximité de la fonderie. Leur localisation a été choisie 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. 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 sur le site 2 à l'aide du camion laboratoire. 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 les 4 sites. Des analyses gravimétriques et chimiques (As, Ni, Cd, Pb, Fe et Zn) ont été effectuées en laboratoire.

	Dates	Polluants mesurés
1 ^{ere} campagne : avant mise aux normes	30/11/02 au 04/03/02	SO ₂ , NO _x , CO, PM10
	08/07/02 au 01/08/03	Poussières totales, As, Ni Cd, Fe, Pb, Zn
2 nd campagne : après mise aux normes	11/02/03 au 08/04/03	SO ₂ , NO _x , CO, PM10 Poussières totales, As, Ni Cd, Fe, Pb, Zn

RESULTATS

PREMIERE CAMPAGNE : AVANT LA MISE AUX NORMES

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**

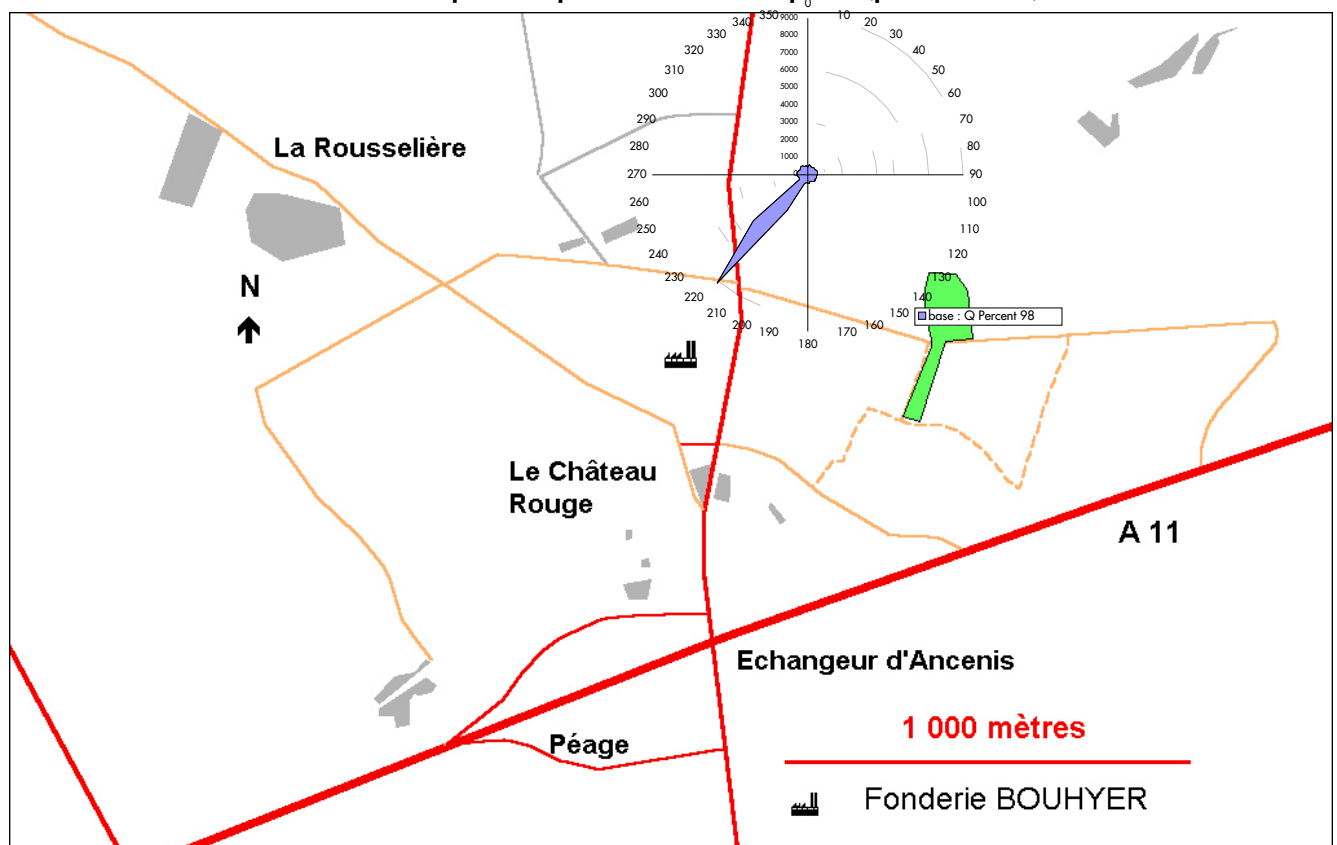
L'étude des variations temporelles des teneurs en SO₂, CO et poussières fines enregistrées à Toyota montre la présence de hausses très rapides des concentrations qui ne sont pas visibles sur les teneurs mesurées à Nantes. Ces élévations se produisent par vents de Sud - Ouest lorsque le site de mesure 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.

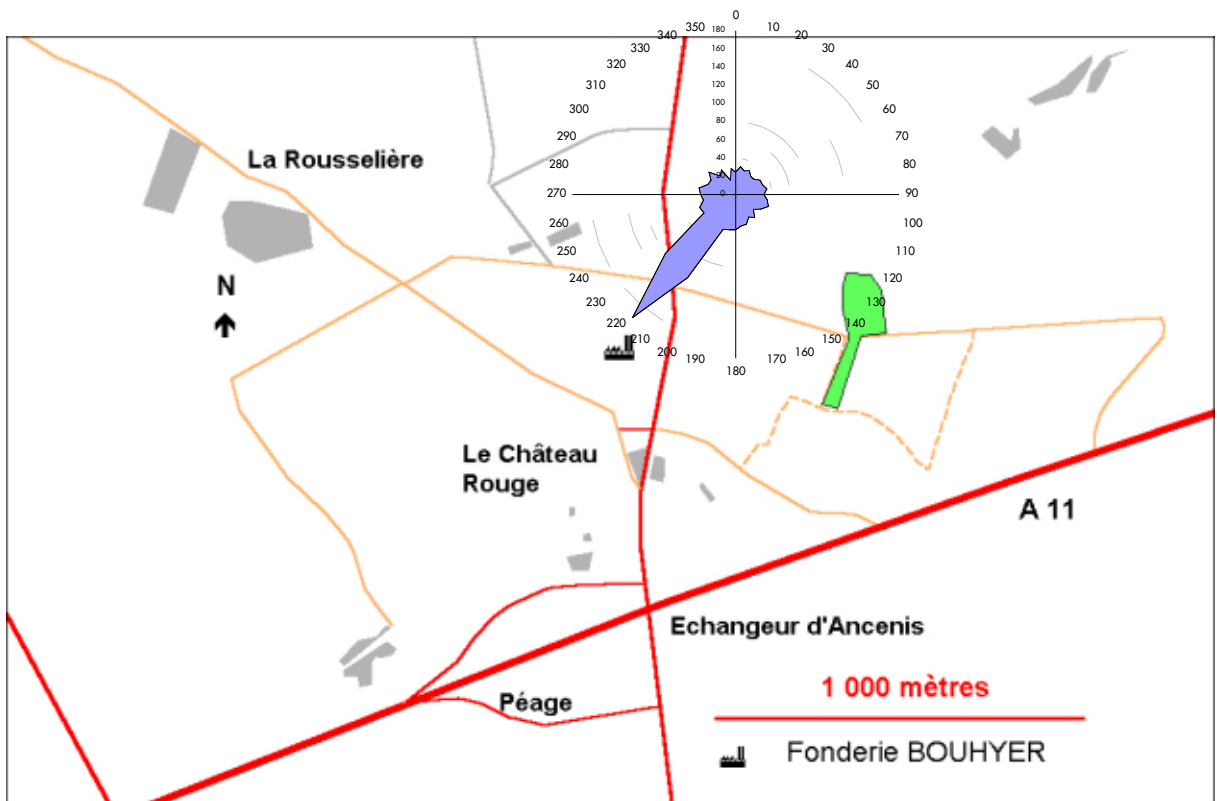
La combinaison des mesures de pollution et des enregistrements des vents (force et direction) a permis de déterminer pour chaque polluant des roses de pollution qui indiquent les niveaux de concentrations en fonction de la direction des vents.

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)

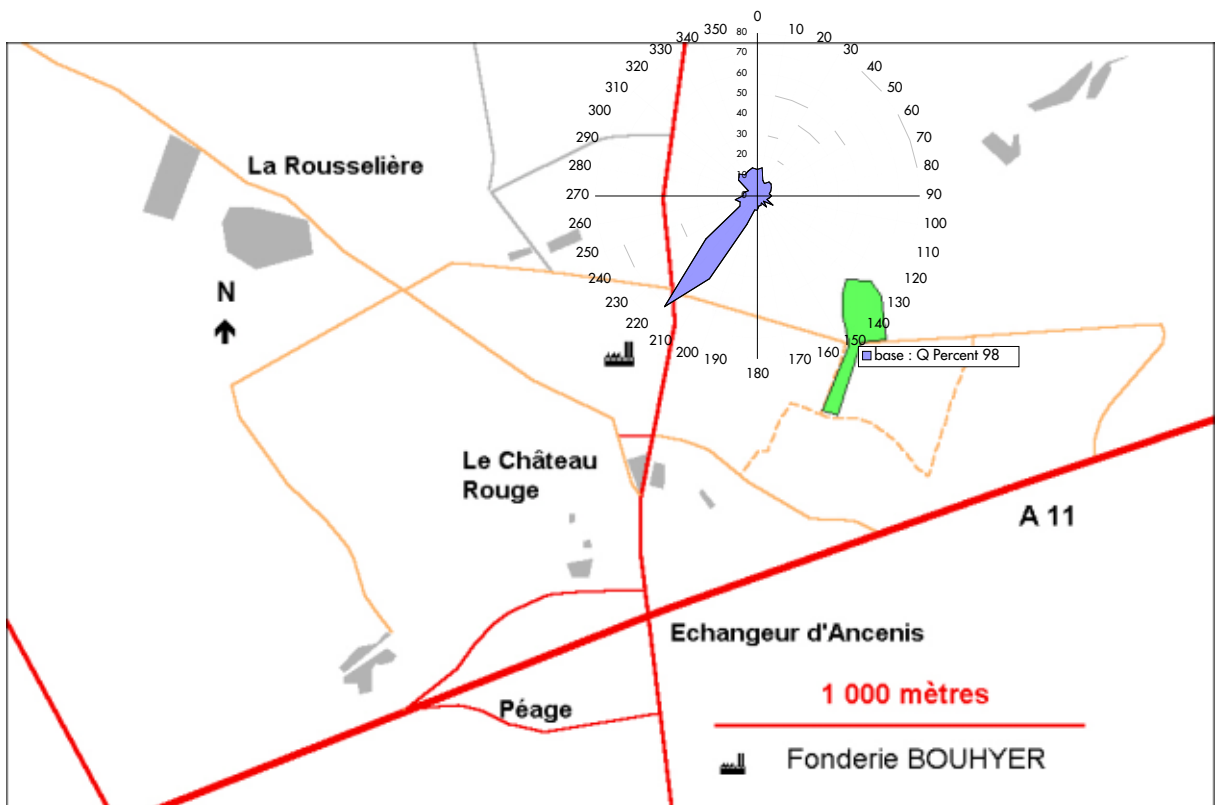
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (percentiles 98) en CO



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



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (percentiles 98) en SO₂



Il existe donc un impact significatif à caractère focalisé des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en SO₂, 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/m³) calculée du 30 novembre 2001 au 3 mars 2002 sur le site de Toyota est très proche de celle de l'agglomération nantaise (19µg/m³).

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 SO₂, PM10 et NO₂ 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 applicables en 2002 restent faibles pour SO₂, PM10 et NO₂.**

- Enfin, la valeur limite pour le **CO** fixée par le décret du 15 février 2002 à 10 000 µg/m³ en moyenne sur huit heures **a été largement respectée** puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint 4134 µg/m³ (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 qui est basée sur des moyennes en Pb 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.

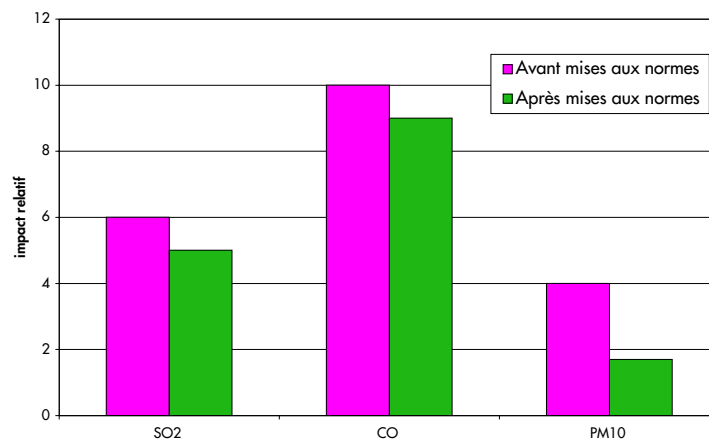
Les risques de dépassement de la valeur limite fixée par l'arrêté du 15 février 2002 pour le plomb est faible sur l'ensemble des sites de mesures.

En revanche le risque de dépassement de l'objectif de qualité fixé à 250 ng/m³ 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.

SECONDE CAMPAGNE : APRES LA MISE AUX NORMES

Un effet bénéfique de la mise aux normes des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en poussières fines.

Comparaison des impacts relatifs (facteurs d'augmentation) avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie

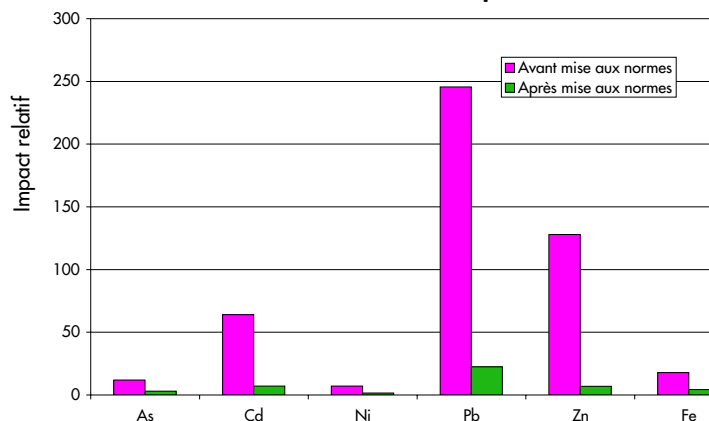


Pour les poussières fines de diamètre inférieur à 10 µm nous constatons une diminution de plus d'un facteur 2 de l'impact relatif après mise aux normes. L'apport de poussières de + 100 µg/m³, constaté avant la mise aux normes, chute à une trentaine de µg/m³ après.

On peut estimer les risques éventuels de dépassement des valeurs réglementaires en extrapolant à l'année les résultats de la campagne menée en 2003. Les risques de dépassements des valeurs réglementaires applicables en 2003 restent faibles. La future valeur limite applicable, à compter du 1^{er} janvier 2005, fixée à 50 µg/m³ en percentile 90,4 semble également avoir été respectée. Toutefois le maximum journalier mesuré (49 µg/m³) est proche de cette valeur.

Une diminution de l'impact des rejets sur les concentrations en métaux dans l'environnement

Comparaison des impacts relatifs (facteurs d'augmentation) avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Pour les 6 métaux mesurés, l'impact relatif diminue après la mise aux normes des rejets de GMBA. Ceci est particulièrement net pour le plomb et le zinc qui présentent des impacts relatifs respectivement 11 et 18 fois plus faibles après la mise aux normes.

En termes de concentration, une diminution de l'impact de la fonderie est constatée sur l'ensemble des métaux. Elle s'échelonne du ng/m³ pour As, Cd, Ni à plusieurs centaines de ng/m³ pour Pb, Zn, Fe.

Cette diminution de l'impact des rejets en plomb de la fonderie a pour conséquence une très faible probabilité de dépassement de l'objectif de qualité sur l'ensemble des sites, risque qui n'était pas à négliger avant la mise aux normes sur les sites 2 et 4.

CONCLUSIONS et PERPECTIVES

En conclusion de cette étude, la mise aux normes des rejets de GMBA par l'installation d'un système de dépoussiérage a permis de diminuer de façon significative l'impact des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en poussières fines et en métaux mesurées sur le site de Toyota. Par ailleurs, compte tenu du procédé de limitation des rejets, il a été constaté comme cela était attendu que la mise aux normes n'avait pas de répercussions sur l'impact de l'établissement sur les concentrations atmosphériques en SO₂ et CO.

Suite à ces campagnes de mesure, un suivi périodique des concentrations en poussières fines (PM₁₀) pourrait être effectué dans l'environnement de la fonderie à l'aide d'un laboratoire mobile. Ce suivi permettrait de consolider les conclusions émises sur la probabilité de dépassement des futures valeurs réglementaires.

I. INTRODUCTION

L'exploitation de la fonderie GM Bouhyer est actuellement soumise à un arrêté préfectoral d'Autorisation en date du 26 novembre 1987. Afin d'améliorer les conditions de fonctionnement de l'usine, notamment en termes de protection de l'environnement, un arrêté préfectoral a été pris le 4 juin 1999. Il impose à la société GMBA gérant la fonderie la limitation de ses rejets atmosphériques de poussières et la mise en œuvre d'une évaluation des retombées atmosphériques dans l'environnement de l'établissement.

Un arrêté préfectoral en date du 11 janvier 2001 accorde un délai supplémentaire d'un an sur l'échéance fixée par l'arrêté du 4 juin 1999 pour la mise en place d'un nouveau traitement des fumées de fusion. Il rappelle également la mise en place par l'exploitant d'un dispositif de surveillance de l'environnement atmosphérique de son site de production afin d'évaluer et de suivre l'impact des émissions de ce dernier avant et après mises aux normes de ses unités génératrices de poussières.

Dans ce cadre, la société GMBA a commandé à Air Pays de la Loire la réalisation d'une étude sur l'évaluation de la qualité dans l'environnement de la fonderie Bouhyer.

Les différents objectifs de cette étude sont :

- Evaluer l'impact de la fonderie sur les niveaux de pollution en poussières, dioxyde de soufre, monoxyde de carbone, oxydes d'azote et métaux lourds (As, Ni, Fe, Zn et Ni) avant et après mise aux normes de l'établissement.
- Evaluer le risque de dépassement des seuils réglementaires.

Afin de répondre à ces objectifs,

- **Deux campagnes de mesures** ont été prévues, la première avant les modifications des systèmes de traitement des fumées et une seconde après la mise aux normes. La comparaison des résultats obtenus avant et après mise aux normes permettra d'évaluer l'impact de ces modifications sur les niveaux de pollution mesurés autour de la fonderie.
- **4 sites de mesures** ont été retenus, leurs localisations ayant été déterminées à l'aide du système de modélisation déterministe SAMAA développé par Air Pays de la Loire. Cette étude de modélisation fait l'objet d'un rapport distinct.
- **Des mesures en continu** de poussières fines de diamètres inférieurs à 10 µm, de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et monoxyde de carbone ont été réalisées à l'aide du laboratoire mobile d'Air Pays de la Loire. La combinaison de ces mesures avec différents paramètres météorologiques (direction du vent notamment) permet de déterminer par le calcul de roses de pollution la provenance des éventuelles hausses de pollution.
- **Des analyses gravimétriques et chimiques** (Arsenic, Cadmium, Plomb, Nickel, Fer et Zinc) ont été réalisées sur les poussières collectées.

Ce rapport final présente successivement :

- Les moyens mis en œuvre
- Les résultats obtenus lors de la première campagne de mesure
- Les résultats obtenus lors de la seconde campagne de mesure
- la comparaison des résultats obtenus lors des deux campagnes afin de déterminer l'éventuel impact de la mise aux normes de l'établissement sur les concentrations atmosphériques.

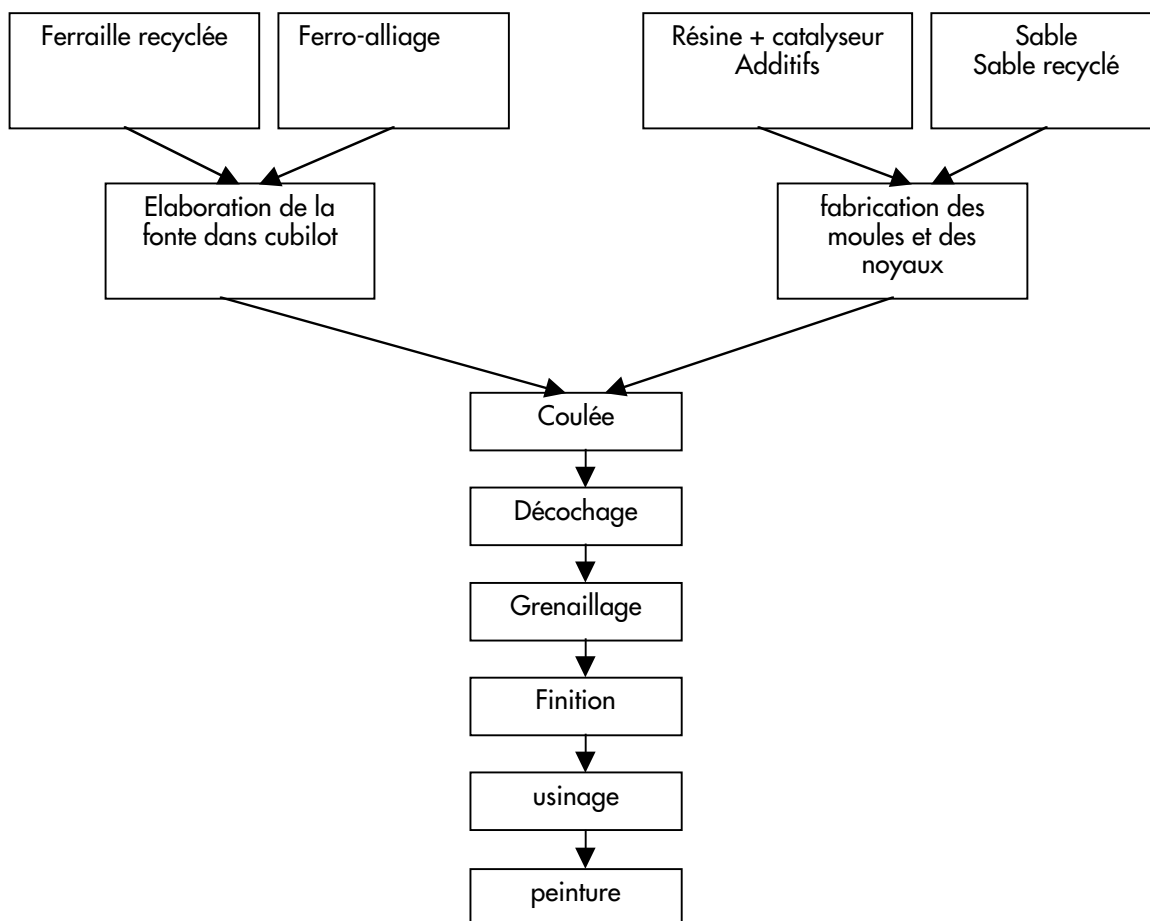
II. PRESENTATION DE LA CAMPAGNE DE MESURE

II.1. Descriptif de la fonderie GMBA Bouhyer

La fonderie 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. La production annuelle s'élève à environ 65 000 tonnes de pièces pour une capacité totale de 75 000 tonnes par an.

II.1.1. Processus de fabrication et émissions atmosphériques associées

Le schéma ci-après présente les grandes étapes du processus de fabrication des pièces en fonte réalisées par la fonderie Bouhyer.



II.1.1.1. Les émissions avant la mise aux normes de l'établissement

II.1.1.1.1 Les émissions de poussières liées à la fabrication de la fonte

L'installation de fusion comprend deux cubilots qui fonctionnent en alternance. Les rejets atmosphériques se font par une cheminée de 32 mètres de haut. Les mesures trimestrielles réalisées en sortie de cette cheminée par le laboratoire Calydra montrent des teneurs en poussières totales qui s'échelonnent de 117 mg/Nm³ à 386 mg/Nm³ en fonction de la date de prélèvement. **Ces valeurs dépassent systématiquement la valeur limite fixée à 40 mg/Nm³.**

Des résultats d'analyses chimiques réalisées par Calydra le 2 avril 2001 sur les poussières émises par un cubilot nous ont été fournis par la Direction Régionale de l'Industrie de la Recherche et de l'Environnement des Pays de la Loire. Ils montrent la présence de **Pb** (57 mg/Nm³), **Zn** (26,08 mg/Nm³), **Fe** (21,85 mg/Nm³), **Mn** (8,584 mg/Nm³), **Sn** (3,07 mg/Nm³) et dans un moindre mesure de **Sb** (0,996 mg/Nm³), **Cu** (0,231 mg/Nm³), **Cd** (0,137 mg/Nm³), **Cr** (0,086 mg/Nm³), **As** (0,04 mg/Nm³) et de **Ni** (0,0166 mg/Nm³).

La distribution granulométrique des poussières émises montre une prépondérance des grosses particules supérieures à 10 µm (68 % du total des particules en volume).

II.1.1.1.2. Les émissions de poussières liées aux dépoussiéreurs.

Le décochage (cassage des moules en sables) afin de récupérer la pièce métallique et le sable est effectué sous hottes aspirantes.

La sablerie de la fonderie qui permet de recycler le sable déjà utilisé pour la fabrication des moules a une capacité totale de traitement de 300 tonnes de sable par jour. Sur ces 300 tonnes de sable entrant par jour 296 tonnes sont recyclées. Il reste alors 4 tonnes de déchets sous forme de refus, poussières et autres.

Les activités de grenailage (projection de grenaille métallique afin de nettoyer les pièces en fonte du sable résiduel) sont réalisées en salles hermétiquement closes.

A ces différentes activités sont associées des installations de dépoussiérage. Les rejets atmosphériques des dépoussiéreurs se font par des cheminées de 12 à 15 mètres de haut.

Les mesures en sortie de ces cheminées montrent des teneurs en poussières totales qui s'échelonnent de 1 mg/m³ à 42 mg/Nm³ ; la valeur limite à ne pas dépasser étant de 40 mg/Nm³. 175 mg/Nm³ ont été mesurés le 21 décembre 1999. Cette valeur particulièrement élevée est due à un dysfonctionnement ponctuel dans le système de dépoussiérage de la sablerie.

II.1.1.1.3. Autres émissions atmosphériques

La composition du coke utilisé pour la fusion contient 89 % de carbone qui lors de la combustion s'oxyde en CO et CO₂ à raison de 85 % sous forme de CO₂ et donc 15 % sous forme de CO (source GMBA). A partir de la consommation de coke annuelle (7123 tonnes en 2001) la société GMBA estime à 19760 tonnes de CO₂ émis lors de la fusion en 2001. Nous pouvons de la même façon estimer les émissions annuelles de CO qui sont de l'ordre de 2200 tonnes en 2001.

Lors de la fabrication et la préparation des moules, environ 800 kg de résine phénolique et 400 kg de catalyseur sont utilisées par jour. Les concentrations de phénol en sortie de cheminées sont négligeables pour le phénol sous forme particulaire et faibles (de 0,05 mg/Nm³ à 4 mg/Nm³) pour le phénol sous forme gazeuse.

L'application des peintures et des enduits est source de rejets diffus de Composés Organiques Volatils. Toutefois l'utilisation de cabines à rideau d'eau limite les émissions dans l'air.

II.1.1.2. Les émissions après la mise aux normes de l'établissement

Afin de limiter les rejets de poussières émises par les cubilots GMBA a installé durant l'été 2002 un dispositif de dépoussiérage par voie sèche avec filtres à manche. Ce dispositif a nécessité le déplacement de la cheminée des cubilots d'une centaine de mètres. La nouvelle cheminée installée a une hauteur de 24 mètres.

Le 25 mars 2003, trois mesures de poussières et de Pb ont été effectuées par le laboratoire Véritas en sortie de cheminée de cubilots. Les concentrations en poussières varient de 0,4 mg/Nm³ à 22,7 mg/Nm³ selon les essais. Les concentrations en Pb et Cd s'échelonnent respectivement entre 0,05 mg/Nm³ et 2,5 mg/Nm³ pour Pb et entre 0,0056 mg/Nm³ et 0,0084 mg/Nm³ pour Cd. Par comparaison avec les concentrations mesurées avant la mise aux normes, on constate une nette diminution des teneurs après l'installation du dispositif de dépoussiérage (cf. paragraphe II.1.1.1.1)

II.2. Proximité de la population résidentielle.

La fonderie Bouhyer est située sur la commune d'Ancenis (7010 habitants ; densité de 349 hb./km²) au lieu dit le Château Rouge situé à 5 kilomètres au Nord du centre ville d'Ancenis (cf. carte n°1). Les communes environnantes sont les suivantes :

Tableau 1 : Données de population des communes voisines d'Ancenis et distance entre la fonderie et le centre des bourgs

Commune	Population (nb. habitants)	Densité (hab/km ²)	Distance entre la fonderie et le centre des bourgs (km)
Mésanger	3133	63	4
La Roche Blanche	840	57	5,2
St Herblon	1842	50	7
St Géréon	2487	331	4,2

Source : INSEE 1999

Carte n°1 : Ancenis et communes voisines



II.3. Dispositif de mesures – moyens mis en œuvre.

II.3.1. Les mesures en continu

Le laboratoire mobile d'Air Pays de la Loire a été utilisé pour l'analyse en continu des polluants comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les poussières fines de diamètres inférieurs à 10 µm (PM10) et le monoxyde de carbone. Parallèlement à ces mesures de pollution différents paramètres météorologiques sont mesurés : température, vitesse et direction du vent, humidité relative. Le pas de temps de prélèvement est d'un quart d'heure.

Laboratoire mobile sur le site de Toyota



II.3.2. Les mesures sur filtres

Deux systèmes de collectes de poussières sur filtres ont été utilisés durant la campagne de mesure.

II.3.2.1. Les prélèvements « hebdomadaires »

Des collectes durant plusieurs jours sur filtres de poussières totales ont également été réalisées à l'aide d'un système composé d'une pompe d'un débit de l'ordre de 2 m³/h, d'un compteur volumétrique et d'un système porte filtre dans lequel est disposé le filtre collecteur (filtre Whatman QMA, 47 mm). Des mesures gravimétriques et chimiques (As, Ni, Cd, Pb, Fe, et Zn) ont été réalisées sur la totalité des échantillons collectés.



Vue du système de collecte avant installation



Système de collecte installé dans une armoire protectrice sur le site de Toyota

II.3.2.2. Prélèvements conditionnels : les systèmes Partisols Spéciation

Les systèmes Partisols Spéciation sont des appareils de prélèvement à bas débit (de l'ordre de 1 m³/h) sur filtres. Ils peuvent être équipés de têtes de prélèvement différentes dans le but d'une analyse granulométrique. Dans cette campagne les particules totales et de diamètres inférieures à 10 µm ont été visées. Par ailleurs, ces collecteurs peuvent fonctionner selon différents critères. Durant la campagne de mesure, des prélèvements ont été réalisés en fonction de la force et direction des vents ; l'appareil collectant sur des filtres différents respectivement lorsque le site de mesure était sous le vent de la fonderie puis au vent et enfin lorsque les vents étaient très faibles (inférieurs à 0,5 m/s).

Des mesures gravimétriques et chimiques (As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn) ont été effectuées sur la totalité des échantillons collectés c'est-à-dire sur les poussières totales et les poussières fines inférieures à 10 µm.

Suite à des aléas métrologiques, les prélèvements effectués avec ce type d'appareil n'ont pas pu fournir des données susceptibles d'être exploitées dans cette étude.

II.3.3. Les analyses gravimétriques et chimiques associées

II.3.3.1. Les analyses gravimétriques

Les analyses gravimétriques ont été réalisées par le Laboratoire IANESCO Chimie de Poitiers selon la norme NF X 43-023 « Mesure de la concentration particulaire en suspension dans l'air ambiant – Méthode gravimétrique ». Les pesées sont effectuées sur une balance de marque Sartorius (modèle RD 1180F1) contrôlée à chaque utilisation avec des masses étalons et permettant d'obtenir une précision de 0,1 mg. Deux séries de pesées sont réalisées avant et après exposition ; les filtres étant préalablement conditionnés en atmosphère contrôlée pendant un minimum de 5 jours (enceinte climatique régulée en permanence à une température de 22 °C et une humidité relative de 50 %).

II.3.3.2. Les analyses chimiques

Dans le cadre de la surveillance des métaux dans les aérosols urbains, Air Pays de la Loire a procédé en 2001, avec l'appui conseil du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (Ecole des Mines de Douai), à une campagne de comparaison inter laboratoires. Suite à cette campagne d'inter comparaison, le choix s'est porté sur le laboratoire IANESCO Chimie de Poitiers. Le tableau suivant récapitule les limites de détection calculées à partir de l'analyse de 7 filtres vierges.

Tableau n°2 : limites de détection pour les 6 métaux mesurés

Eléments	Limites de détection (ng/filtre)
As	6
Ni	27
Cd	2
Pb	10
Fe	146
Zn	260

II.4. Les périodes d'échantillonnage

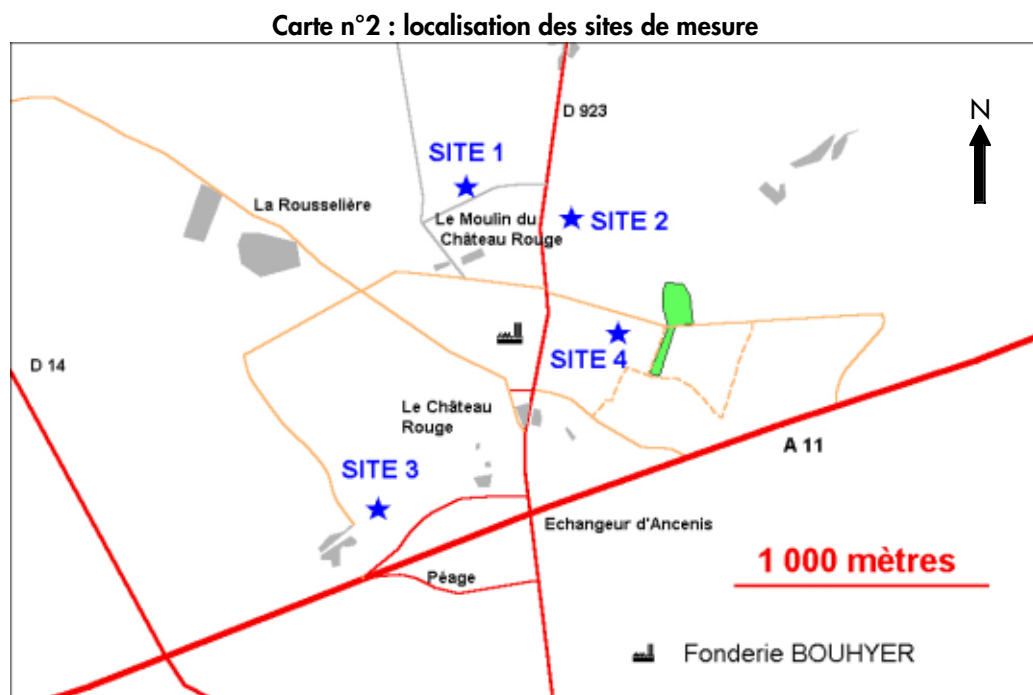
Le tableau ci-après récapitule les périodes d'échantillonnage pour les différentes méthodes de prélèvement.

Tableau n° 3 : périodes d'échantillonnage

	Méthode de prélèvements	Périodes
1 ^{ère} campagne : avant la mise aux normes	Camion laboratoire	• du 30/11/01 au 04/03/02
	Prélèvements « hebdomadaires »	• du 08/07/02 au 15/07/02 • du 15/07/02 au 24/07/02 • du 25/07/02 au 01/08/02
2 nd campagne : après la mise aux normes	Camion laboratoire	• du 11/02/03 au 08/04/03
	Prélèvements hebdomadaires	• du 11/02/03 au 18/02/03 • du 18/02/03 au 25/02/03 • du 25/02/03 au 04/03/02 • du 04/03/02 au 11/03/02 • du 11/03/02 au 18/03/02 • du 18/03/02 au 25/03/02 • du 25/03/02 au 01/04/02 • du 01/04/02 au 08/04/02

II.5. Implantation des sites de mesures

Dans le cadre de cette étude, 4 sites de mesures situés autour de la fonderie Bouhyer ont été retenus. Leur localisation a été réalisée à l'aide du modèle déterministe de calcul de pollution SAMAA développé 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. La carte ci-dessous montre la localisation des sites de mesure



Le tableau suivant récapitule les caractéristiques des sites de mesures en y intégrant les appareils utilisés.

Tableau n° 4 : sites de mesures et appareils de collecte

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Localisation	Entreprise C. Daniel	Toyota Industrial Equipment	Sinandière (M. Sebileau)	Dolka
Appareillage implanté	1 Collecteur « hebdomadaire »	<ul style="list-style-type: none"> • Camion laboratoire • 1 Partisol Spéciation • 1 « collecteur hebdomadaire » 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 Partisol Spéciation • 1 « collecteur hebdomadaire » 	<ul style="list-style-type: none"> • 1 « collecteur hebdomadaire »

II.6. Récapitulatif des moyens mis en œuvre et polluants associés.

Le tableau ci-après récapitule l'appareillage mis en œuvre et les polluants associés.

Tableau n°5 : appareillage et paramètres mesurés.

Appareillage	Paramètres mesurés
Camion laboratoire	<ul style="list-style-type: none"> • SO₂, NO_x, CO, poussières fines (PM10) • Paramètres météorologiques : vent et force et direction, température, Humidité relative
Préleveurs « hebdomadaires »	<ul style="list-style-type: none"> •Poussières totales •As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn sur les poussières totales.

Air Pays de la Loire a effectué l'installation, la maintenance et la désinstallation de l'ensemble de l'appareillage ainsi que la pose et dépose des filtres. IANESCO Chimie a réalisé par sous-traitance les analyses gravimétriques et chimiques des filtres.

III. RESULTATS ET INTERPRETATION

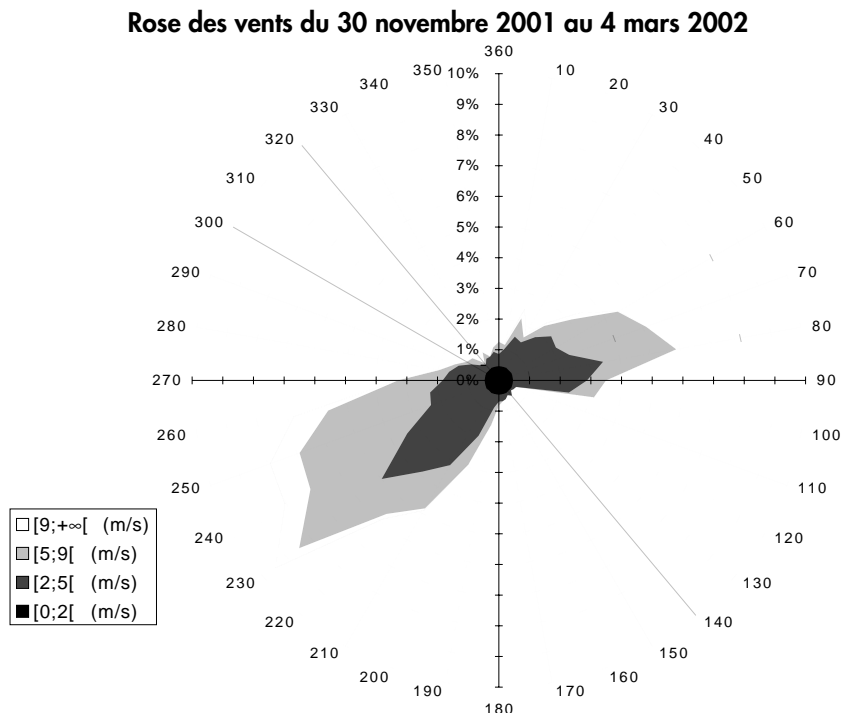
III.1 PREMIERE CAMPAGNE : AVANT LA MISE AUX NORMES

III. 1.1 LES MESURES EN CONTINU REALISEES A L'AIDE DU LABORATOIRE MOBILE (HIVER 2001-2002)

III.1.1.1. Les conditions météorologiques durant la campagne

La rose des vents (diagramme indiquant la fréquence d'apparition des vents en fonction de leurs directions et leurs vitesses) est reportée dans le graphique ci-dessous.

Les vents ont soufflé essentiellement du secteur Sud Ouest (210°N - 260°N) et dans une moindre mesure du secteur Nord Est (60°N-80°N)



Le tableau ci-après récapitule la fréquence d'apparition des vents en fonction de leurs vitesses.

Tableau n°6 : fréquences d'apparition des vents en fonction de leur vitesse.

Vitesse du vent	0 à 2 m/s	2 à 5 m/s	5 à 9 m/s	> 9 m/s
Fréquence d'apparition (%)	17 %	43 %	35 %	5 %

Durant la période de mesure, les vents ont été établis, les vents supérieurs à 2m/s représentant plus de 80 % de la totalité. Dans ces vents établis, les vents modérés à forts (> 5m/s) ont été fréquents (40 % de la totalité soit la moitié des vents supérieurs à 2m/s).

Les vents faibles (inférieurs à 2m/s) ne dépassent pas les 20 %.

III.1.1.2. Les activités de la fonderie durant les 3 mois de mesure

De façon générale, la fonderie est arrêtée le vendredi soir vers 23 heures 30 et redémarre le lundi matin vers 5h 30 légale. Le tableau ci-après récapitule les jours en plus des samedis et dimanches où aucune fusion n'a été effectuée.

Tableau n°7 : récapitulatif des jours ouverts sans activité de fusion

Mois	Jours ouverts sans activité de fusion
Décembre 2001	24,25,26,27,28,31
Janvier 2002	1,2,10,17,31
Février 2002	7,14,21,28

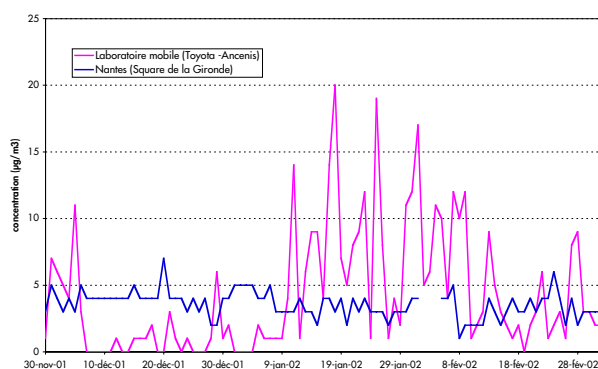
Durant les trois mois de mesure, la fonderie a fonctionné durant 55 % du temps.

III.1.1.3. Les niveaux de pollution enregistrés par le laboratoire mobile

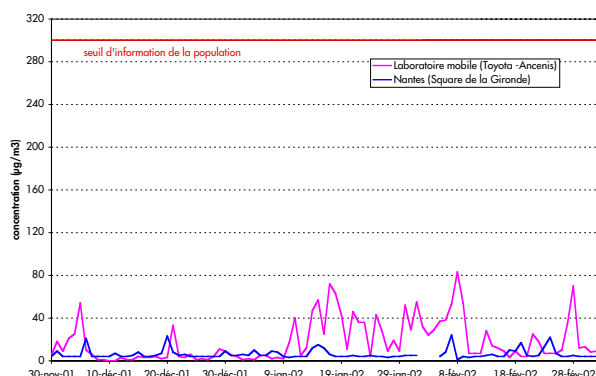
Pour chaque polluant mesuré, nous avons reporté l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières et des maxima horaires enregistrés dans la journée. Les niveaux sont dans la mesure du possible comparés avec ceux enregistrés dans l'agglomération nantaise au niveau du square de la Gironde à St Herblain. La représentation utilisée permet également de situer les concentrations mesurées par rapport aux seuils réglementaires.

III.1.1.3.1. Le dioxyde de soufre

Evolution des moyennes journalières en SO₂ enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Evolution des maxima horaires en SO₂ enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Les niveaux en SO₂ mesurés sur le site de Toyota sont demeurés globalement faibles durant la période d'étude. Le seuil d'information de la population fixé par le décret 2002-213 du 15 février 2002 à 300 µg/m³ en moyenne sur une heure a été largement respecté puisque le maximum horaire enregistré a atteint 83 µg/m³ le 8 février et est donc près de 4 fois plus faible que le seuil d'information. L'objectif de qualité et les valeurs limites fixés par le décret du 15 février 2002 sont basés sur des éléments statistiques (moyenne et percentiles) calculés sur l'année civile et, de ce fait, ne peuvent pas être directement comparés aux niveaux de SO₂ mesurés durant les trois mois de mesure. Toutefois par extrapolation sur l'année des résultats enregistrés l'hiver 2001-2002, nous pouvons évaluer les risques de dépassement de ces valeurs réglementaires.

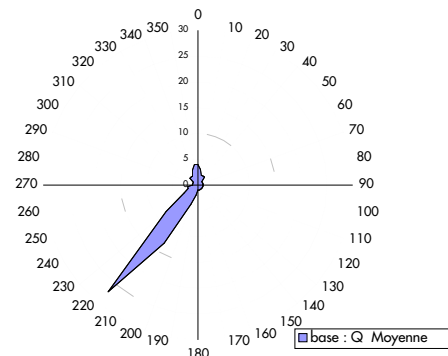
L'objectif de qualité fixé à 50 µg/m³ en moyenne annuelle apparaît être largement respecté puisque la moyenne sur les trois mois de mesures n'atteint que 4 µg/m³.

Les valeurs limites fixées pour 2002 respectivement à 440 µg/m³ en percentile 99,7 (soit 24 heures de dépassement de cette valeur horaire autorisées par année) et à 125 µg/m³ en percentile 99,2 (soit 3 jours de dépassement de cette valeur journalière autorisées par an) semblent aussi largement respectées. Les maxima horaire et journaliers n'atteignent respectivement 83 µg/m³ et 20 µg/m³.

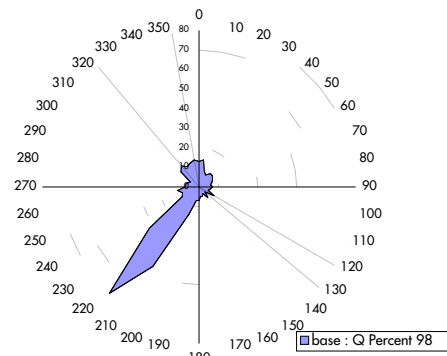
Par comparaison aux niveaux mesurés dans l'agglomération nantaise, nous constatons que les niveaux de pointe et les moyennes journalières enregistrés à proximité de la fonderie sont supérieurs en particulier durant la période du 9 janvier au 12 février 2002. Durant cette période, les vents ont soufflé essentiellement du Sud Ouest plaçant le site de mesure sous les vents de la fonderie.

Les graphiques ci-dessous sont des roses de pollution. Elles indiquent la provenance des niveaux de pollution moyens et de pointe en fonction de la direction des vents.

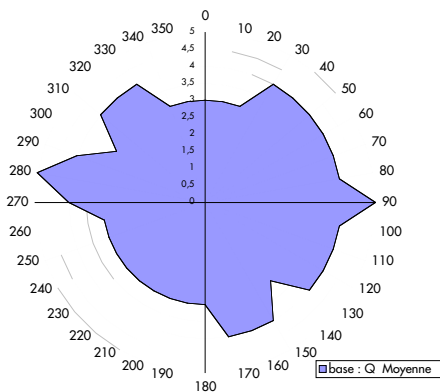
Rose de pollution pour les niveaux moyens en SO₂ mesurés à **Toyota -Ancenis**



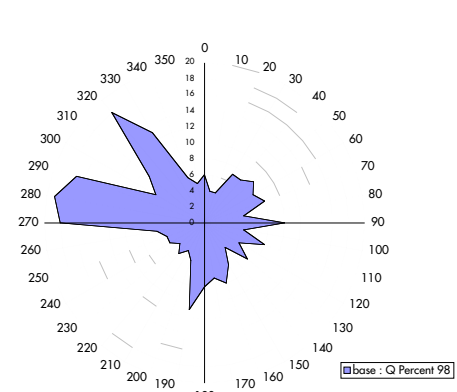
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en SO₂ mesurés à **Toyota -Ancenis**



Rose de pollution pour les niveaux moyens en SO₂ mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en SO₂ mesurés au **square de la Gironde - St Herblain**



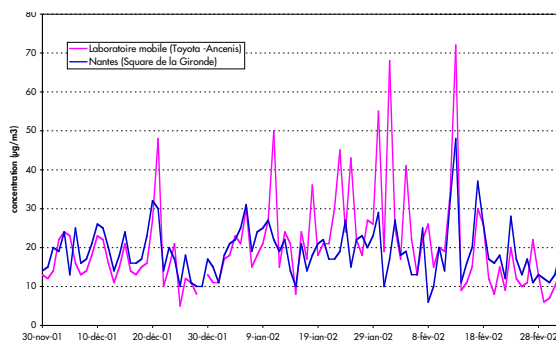
Les deux roses de pollutions calculées pour les niveaux moyens et de pointe (percentiles 98) sur le site de Toyota montrent nettement la direction 220°N comme la direction où les concentrations en SO₂ sont les plus élevées. Cette direction privilégiée qui place le site de Toyota sous les vents de la fonderie n'est pas visible sur les roses des vents calculées pour les teneurs en SO₂ mesurées dans l'agglomération nantaise.

Il existe donc un impact des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en SO₂. Cet impact entraîne une augmentation des niveaux de pointe en SO₂ (percentile 98) d'un facteur 6 (soit un apport de 50 µg/m³) sur le site de Toyota.

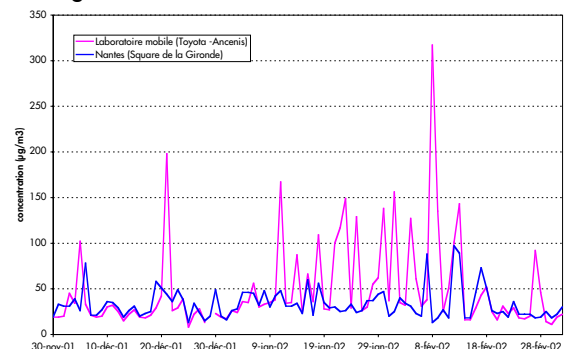
La durée moyenne des 13 pointes de pollution recensées qui dépassent 40 µg/m³ en moyenne sur une heure s'élève à 4,8 heures.

III.1.1.3.2. Les poussières fines de diamètres inférieurs à 10 µm (PM10)

Evolution des moyennes journalières en PM10 enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Evolution des maxima horaires en PM10 enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



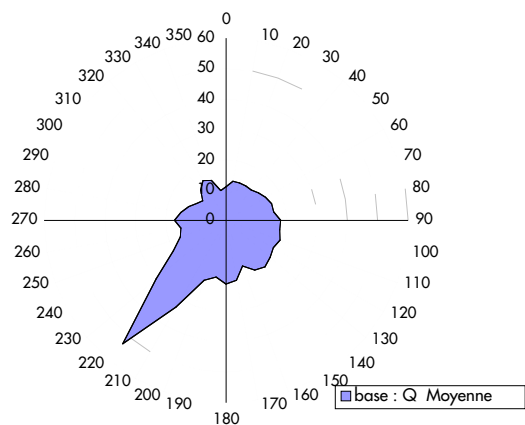
Une comparaison stricte des teneurs enregistrées durant les trois mois de mesure avec les valeurs réglementaires du 15 février 2002 qui sont basées sur des éléments statistiques (moyenne et percentile 90,4) calculés sur l'année ne peut pas être réalisée. Toutefois une évaluation du risque de dépassement de ces valeurs peut être effectuée en extrapolant à l'année entière les mesures enregistrées sur 3 mois. L'objectif de qualité de 30 µg/m³ en moyenne annuelle et a fortiori la valeur limite annuelle fixée à 44 µg/m³ (à respecter au 1er janvier 2002) semblent avoir été respectés puisque la moyenne sur les trois de mesure a atteint 21 µg/m³.

La valeur limite à respecter au 1er janvier 2002 fixée à 65 µg/m³ en percentile 90,4 (soit 35 jours de dépassements autorisés par année civile) semble avoir été respectée. Deux dépassements de la valeur 65 µg/m³ en moyenne journalière (les 1^{er} et 13 février) ont été enregistrés durant les trois mois de mesure soit, par extrapolation, 8 dépassements sur l'année.

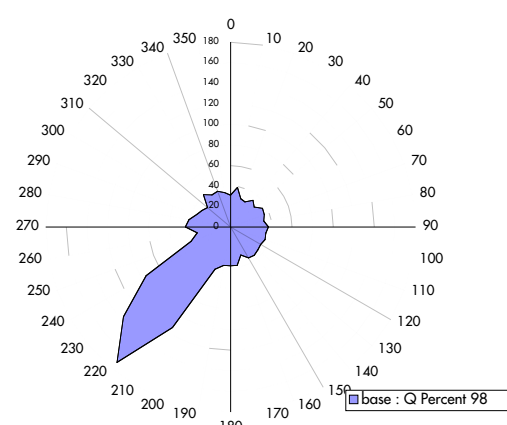
Nous enregistrons des hausses importantes des niveaux de pointes, le maximum horaire dépassant les 300 µg/m³ le 8 février ; ces hausses des concentrations en poussières se produisent essentiellement du 9 janvier au 13 février période où les vents ont essentiellement soufflé du Sud Ouest.

Sur les trois mois de mesure, la moyenne sur le site de Toyota (21 µg/m³) est sensiblement identique à celle calculée dans l'agglomération nantaise (19 µg/m³). Toutefois les hausses des niveaux de pointes observées à proximité de la fonderie ne sont pas visibles dans l'agglomération nantaise.

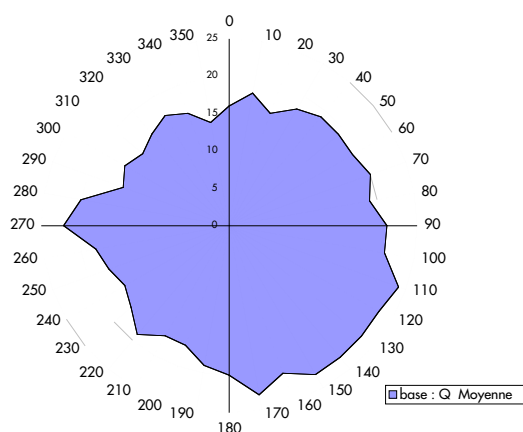
Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés à Toyota -Ancenis



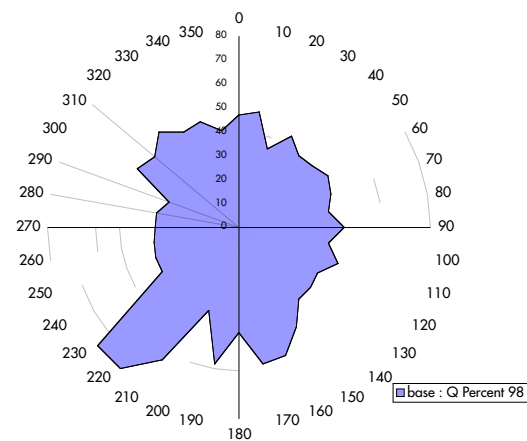
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés à Toyota -Ancenis



Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés au Square de la Gironde -St Herblain



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés au Square de la Gironde -St Herblain

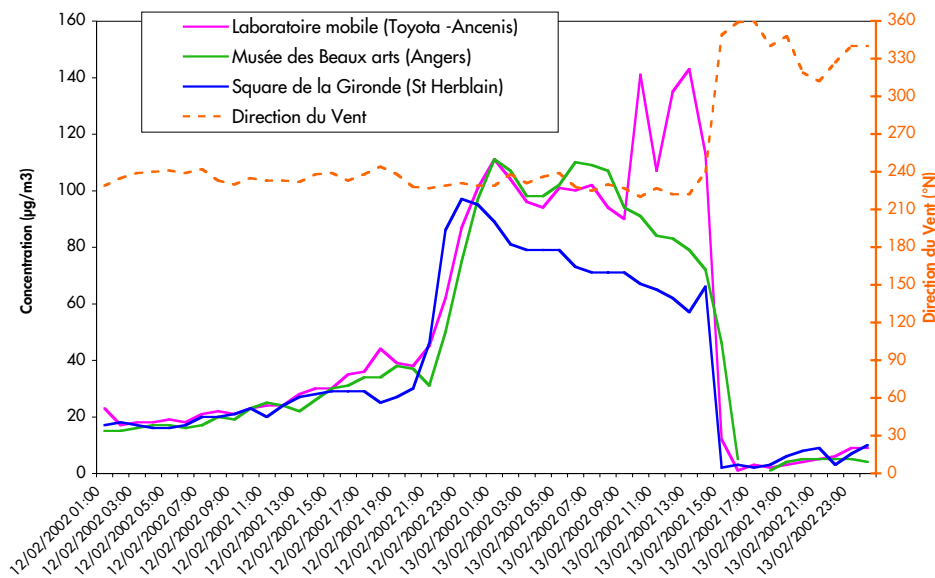


Les roses de pollution calculées pour les niveaux moyens et de pointe en poussières fines à Toyota montrent comme pour le SO₂ une direction privilégiée (220°N) où les concentrations sont les plus élevées. Par comparaison, cette dissymétrie dans la forme des roses de pollution n'est pas visible sur celle calculée pour les niveaux moyens enregistrés dans l'agglomération nantaise. En revanche, elle est observée sur les niveaux de pointe mesurés square de la Gironde.

► L'épisode de poussières des 12 et 13 février 2002

Cette hausse des niveaux de pointe par vents de Sud Ouest n'est pas spécifique à l'agglomération nantaise, mais a été observée sur l'ensemble de la Région et sur une grande partie du territoire national. Elle est due à l'arrivée par la façade Ouest les 12 et 13 février d'une masse d'air chargée de sables sahariens. Le graphique ci-après montre l'évolution heure par heure des concentrations en poussières fines sur deux sites de l'agglomération nantaise et angevine et à Ancenis (Toyota). L'évolution de la direction des vents mesurés à Ancenis (Toyota) est aussi reportée. Elle doit être lue à l'aide de l'axe des ordonnées situé à droite du graphique et figuré en orange.

Evolution des concentrations horaires en PM 10 et de la direction des vents mesurés du 12 au 13 février 2002



D'après ce graphique, nous constatons :

- Une grande similitude dans le début des profils enregistrés à Angers, Nantes et Ancenis avec une augmentation brutale des teneurs en poussières dans la soirée du 12 février qui atteignent plus de 100 µg/m³ à Angers et Ancenis dans la nuit du 12 au 13.
- Alors que les concentrations en poussières mesurées en Angers et Nantes diminuent progressivement (phénomène de lessivage de l'atmosphère) dans la matinée du 13, les teneurs enregistrées à Toyota augmentent en fin de matinée. A ce moment, les vents étaient orientés au 220 °N ce qui plaçait le site de mesure sous les vents de la fonderie.
- Les concentrations en poussières diminuent très rapidement sur les 3 sites en début d'après-midi du 13 lors du passage très rapide des vents de Sud-Ouest à des vents de Nord.

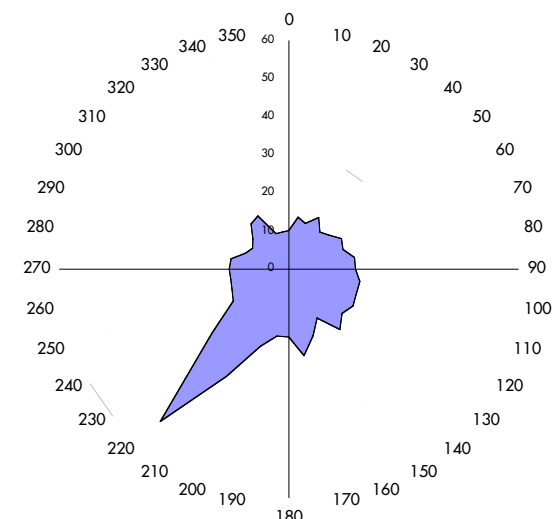
En résumé, nous pouvons conclure que l'évolution temporelle des teneurs en poussières mesurées à Toyota les 12 et 13 février est due à l'épisode de poussières sahariennes sur lequel s'est surajouté un impact de la fonderie.

NB : D'après le décret du 15 février les concentrations en PM10 influencées par des « événements naturels » ne doivent alors pas être considérées dans l'évaluation des dépassements des valeurs limites réglementaires. Un seul dépassement de la valeur journalière 65 µg/m³ est donc comptabilisé sur les trois mois de mesures soit, par extrapolation, 4 sur un an.

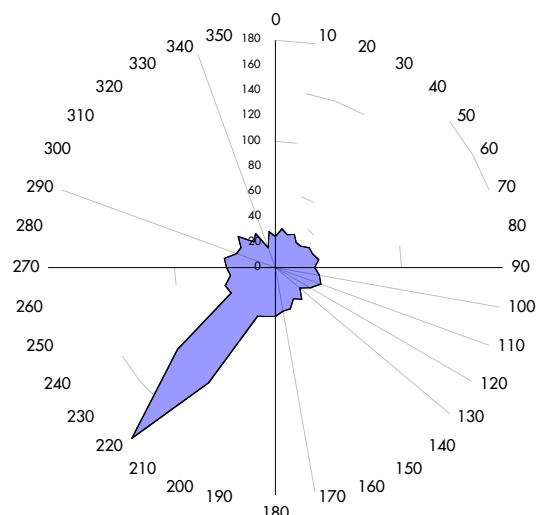
► **Roses de pollution sans les journées des 12 et 13 février.**

Afin de ne pas tenir compte de l'épisode de poussières sahariennes, de nouvelles roses de pollution ont été calculées en ôtant ces deux journées. Les graphiques ci-après récapitulent les résultats obtenus.

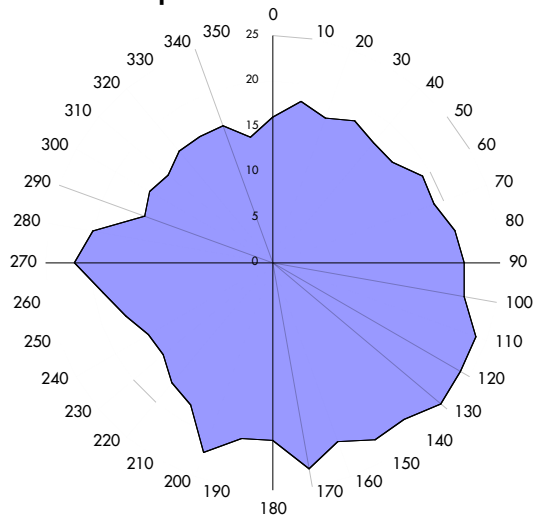
Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés à **Toyota -Ancenis**



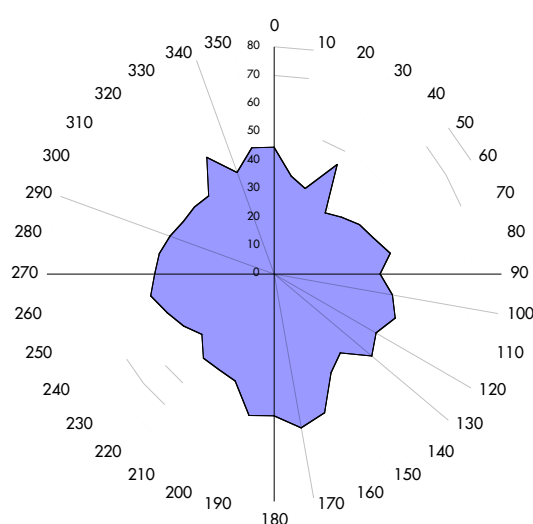
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés à **Toyota -Ancenis**



Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



L'absence des journées des 12 et 13 février ne change pas significativement la forme des roses de pollution calculées sur le site de Toyota et indiquent toujours les vents Sud - Ouest comme direction privilégiée où les teneurs moyennes et de pointe sont maximales.

En revanche, l'absence des valeurs mesurées les 12 et 13 février au niveau de l'agglomération nantaise supprime la direction 220 °N comme direction privilégiée pour les niveaux de pointe.

La comparaison des roses de pollution calculées sur les deux sites confirme donc l'impact des émissions de poussières de la fonderie sur les concentrations mesurées au sol au niveau le site de Toyota par vents de Sud - Ouest.

Cet impact est très localisé spatialement puisqu'il est compris exclusivement dans le secteur 210°N - 230°N. Il entraîne une augmentation d'un facteur 4 des niveaux de pointe (percentiles 98) sur le site de Toyota. La

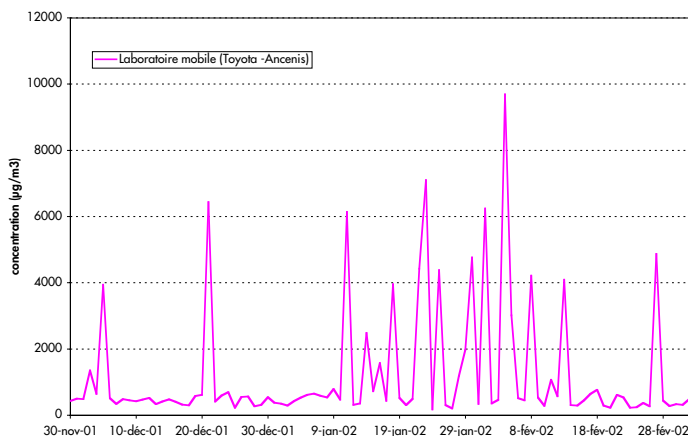
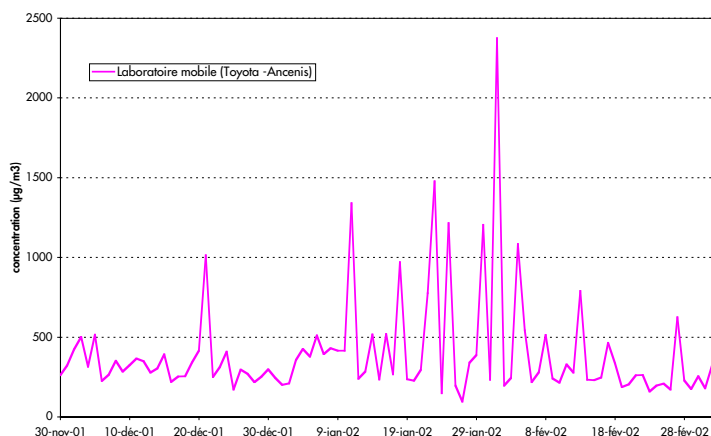
durée moyenne des 14 points de pollution recensés qui dépassent $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une heure s'élève à 4,4 heures.

III.1.1.3.3. Le monoxyde de carbone

En milieu urbain, le monoxyde de carbone est principalement émis par le trafic automobile. Les mesures de ce polluant se font donc généralement sur les sites de trafic situés à proximité immédiate des voies de circulation. Nous ne disposons donc pas de mesures de CO sur sites urbains comme le square de la Gironde à St Herblain.

Evolution des moyennes journalières en CO enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002

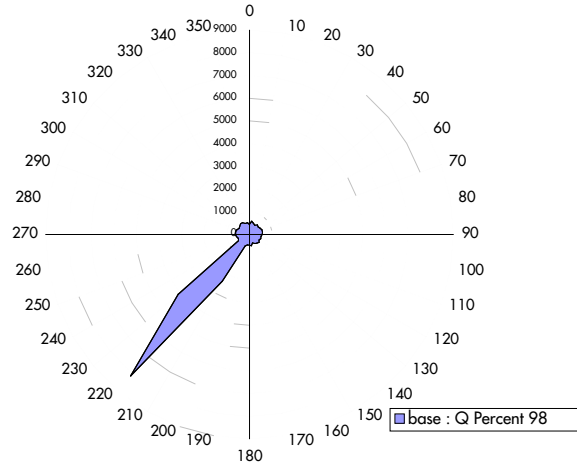
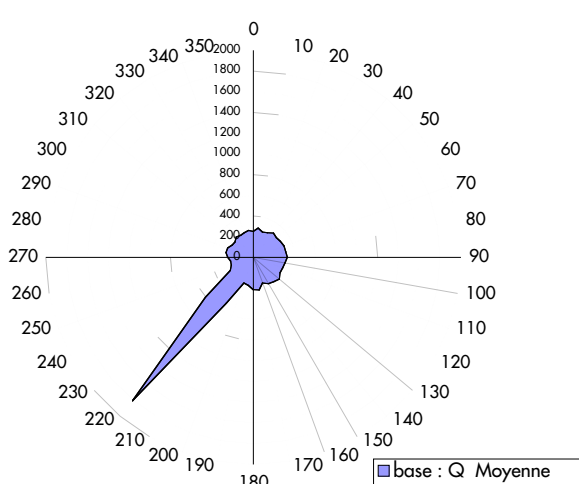
Evolution des maxima horaires en CO enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Globalement sur l'ensemble de la période de mesure, les concentrations en monoxyde de carbone sont demeurées faibles. La valeur limite fixée par le décret 2002-213 du 15 février 2002 à $10\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur huit heures a été largement respectée puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint $4134 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit 41 % de la valeur limite). A titre d'indication, la moyenne sur 8 heures maximale enregistrée rue de Strasbourg à Nantes durant la même période a atteint $4051 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'évolution temporelle des niveaux moyens et de pointe en CO montre les mêmes caractéristiques que celles enregistrées pour le SO_2 et les poussières c'est-à-dire des niveaux faibles avec la présence de hausses rapides des concentrations notamment lors de la période du 9 janvier au 13 février où le site de mesure se situait sous les vents de la fonderie.

Rose de pollution pour les niveaux moyens en CO mesurés à Toyota -Ancenis

Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en CO mesurés à Toyota -Ancenis

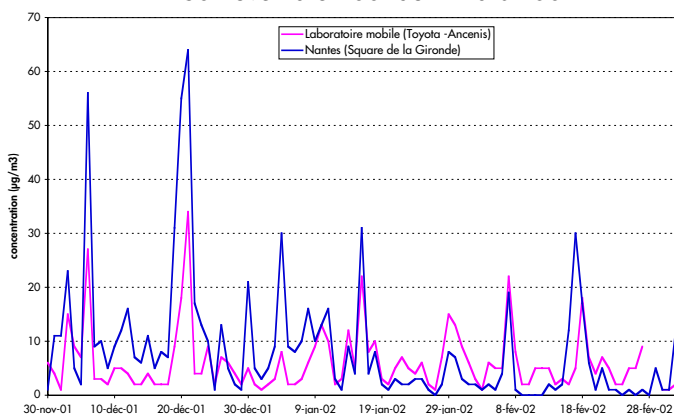


Les roses de pollution calculées pour les niveaux en CO mesurés à Toyota montrent les mêmes caractéristiques que celles qui sont calculées pour le dioxyde de soufre et les poussières fines sur le même site c'est-à-dire une dissymétrie flagrante dans la direction 220°N où les teneurs sont les plus élevées. Les émissions de CO par la combustion de coke (cf. paragraphe III.1.1.3) ont donc un impact sur les concentrations. Cet impact est spatialement très localisé puisqu'il n'est visible que dans le secteur 210°N - 230°N. Il entraîne une augmentation des niveaux de pointe (percentile 98) d'un facteur 10 (soit un apport de CO de l'ordre de 4000 µg/m³). La durée moyenne des 12 pointes de pollution recensées qui dépassent 4000 µg/m³ sur une heure s'élève à 4,5 heures.

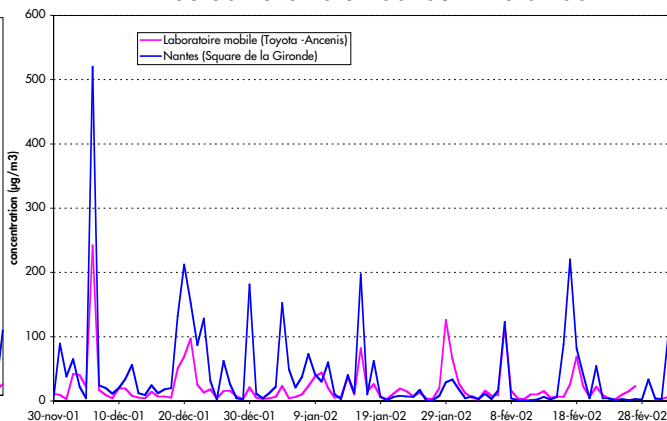
III.1.1.3.4. Les oxydes d'azote

III.1.1.3.4.1 Le monoxyde d'azote

Evolution des moyennes journalières en NO enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002

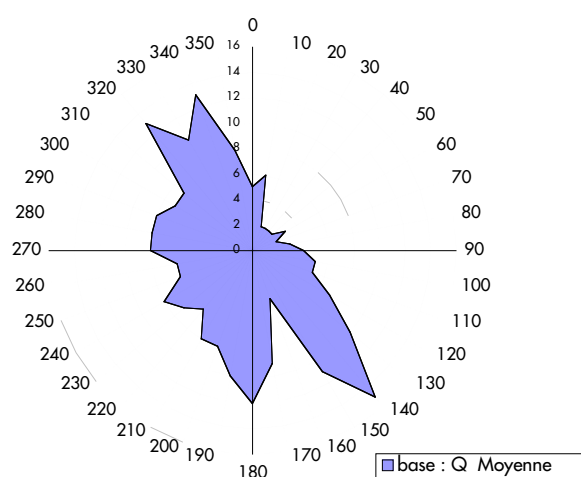


Evolution des maxima horaires en NO enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002

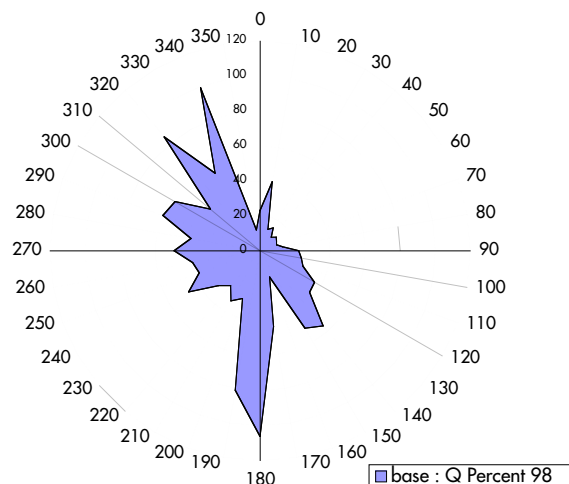


La comparaison des teneurs mesurées dans l'agglomération nantaise et à Toyota montre, contrairement aux autres polluants des niveaux moyens et de pointe qui sont plus élevés dans l'agglomération nantaise. Les hausses en SO₂, CO et poussières qui apparaissent plus fréquemment entre le 9 janvier et le 13 février à Toyota ne sont pas visibles pour les teneurs en monoxyde d'azote. Ceci suggère alors l'absence d'impact des éventuelles émissions de NO de la fonderie sur les teneurs atmosphériques. Cette remarque est confirmée par les roses de pollutions (cf. graphiques ci-après) qui ne montrent pas le secteur Sud - Ouest (210°N-230°N) comme secteur privilégié.

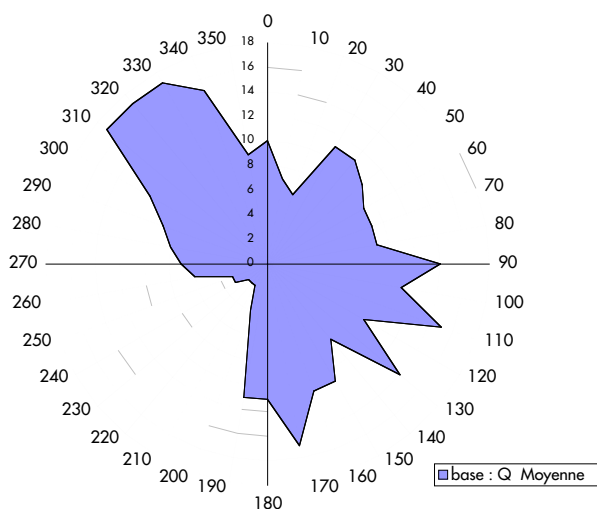
Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO mesurés à Toyota -Ancenis



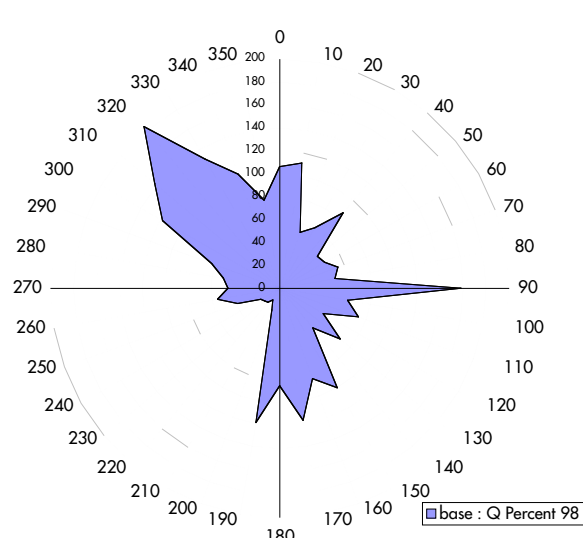
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO mesurés à Toyota -Ancenis



Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO mesurés au Square de la Gironde –St Herblain

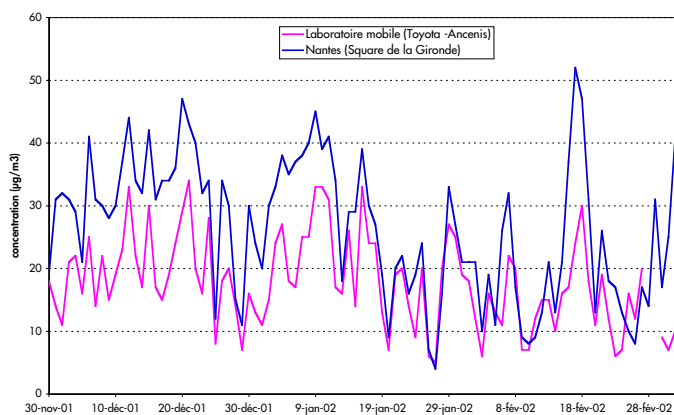


Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO mesurés au Square de la Gironde –St Herblain

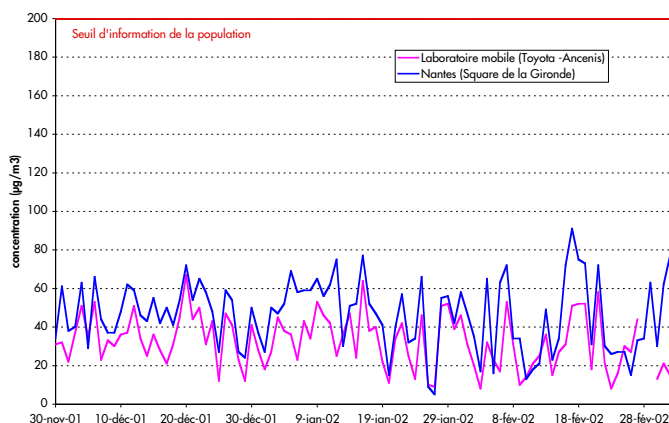


III.1.1.3.4.2 Le dioxyde d'azote

Evolution des moyennes journalières en NO enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Evolution des maxima horaires en NO enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site de Toyota sont demeurées faibles tout au long de la campagne de mesure. La concentration horaire maximale n'a atteint que $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et reste inférieure d'un facteur 3 au seuil d'information de la population fixé par le décret du 15 février 2002 à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure.

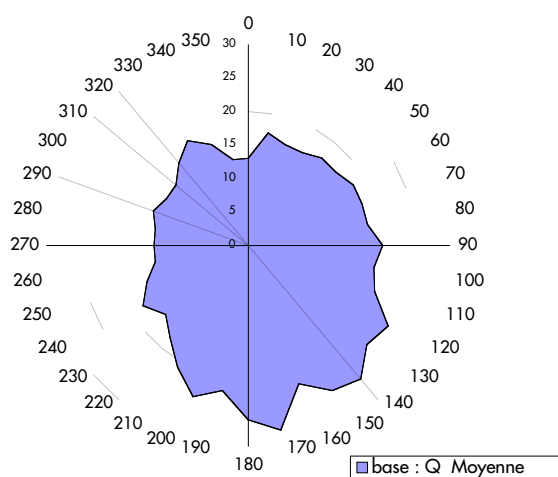
L'objectif de qualité et les valeurs limites définies dans le décret du 15 février 2002 sont basés sur des éléments statistiques (moyenne et percentiles) calculés sur l'année civile. Une comparaison stricte des niveaux de NO₂ mesurés sur 3 mois avec ces valeurs réglementaires ne peut donc pas être réalisée. Toutefois une évaluation du risque de dépassement de ces valeurs peut être effectuées en extrapolant à l'année entière les mesures enregistrées sur les 3 mois.

L'objectif de qualité de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et a fortiori la valeur limite annuelle fixée à $56 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à respecter au 1^{er} janvier 2002) semblent avoir été respectés puisque la moyenne sur les trois de mesure a atteint $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

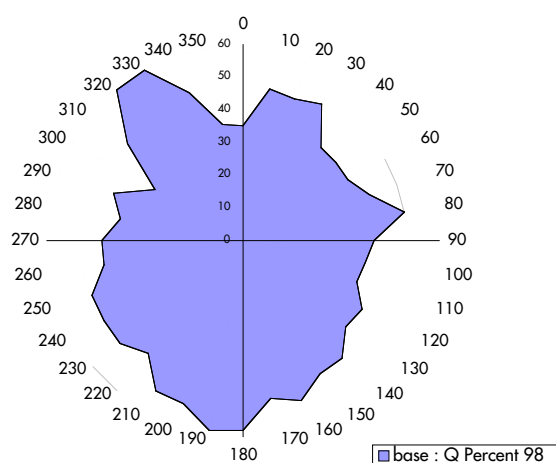
Les valeurs limites à respecter au 1^{er} janvier 2002 fixées respectivement à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en percentile 98 (soit 175 heures de dépassements de cette valeur horaire autorisés par année civile) et $280 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en percentile 99,8 (soit 18 heures de dépassements de cette valeur horaire autorisés par année civile) ont une forte probabilité d'avoir été respectées. En effet, aucun dépassement de la valeur horaire $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été constaté durant la période de mesure ; le maximum horaire n'atteignant que $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Par comparaison, les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise sont systématiquement plus élevés que ceux mesurés à Toyota. La moyenne calculée au niveau du square de la Gironde s'élève à $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tandis qu'elle n'atteint que $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au niveau de Toyota. Comme pour le monoxyde d'azote, cette différence est certainement due à des émissions dues au trafic automobiles plus importantes dans l'agglomération nantaise que sur le site de Toyota. Ceci suggère alors que les éventuelles émissions de NO_2 de la fonderie sont trop faibles pour impacter les concentrations atmosphériques mesurées à proximité de l'établissement. Cette remarque est d'ailleurs confirmée par les roses de pollution (cf. graphiques ci-après)

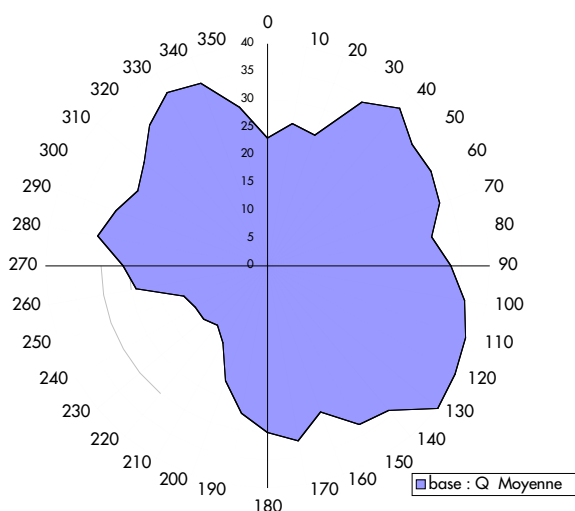
Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO_2 mesurés à **Toyota -Ancenis**



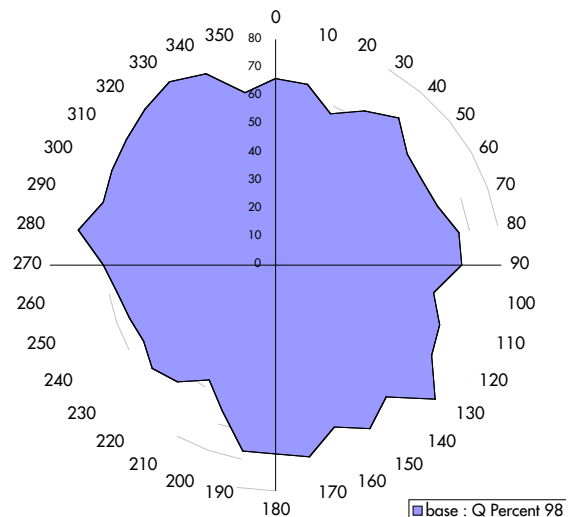
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO_2 mesurés à **Toyota -Ancenis**



Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO_2 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO_2 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



III.1.1.4. Conclusions

III.1.1.4.1.1 Influence des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques mesurées à Toyota

Les mesures de pollution et des conditions météorologiques (direction et force du vent notamment) réalisées en continu à l'aide du laboratoire mobile ont permis de déterminer l'impact des émissions de la fonderie sur les teneurs enregistrées sur le site de Toyota.

Pour les oxydes d'azote, aucune influence des éventuels rejets de la fonderie n'est perceptible.

Pour les poussières, le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre, 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. Il entraîne une augmentation des niveaux de pointe (percentiles 98) d'un facteur 10, 6 et 4 respectivement pour le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les poussières fines.

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.

III.1.1.4.1.2. Respect des valeurs réglementaires

- Les seuils d'information de la population 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 SO₂, PM10 et NO₂ 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 qualités et des valeurs limites restent faibles pour SO₂, PM10 et NO₂.
- Enfin, la valeur limite pour le CO fixée par le décret du 15 février 2002 à 10 000 µg/m³ en moyenne sur huit heures a été largement respectée puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint 4134 µg/m³ (soit 41 % de la valeur limite).

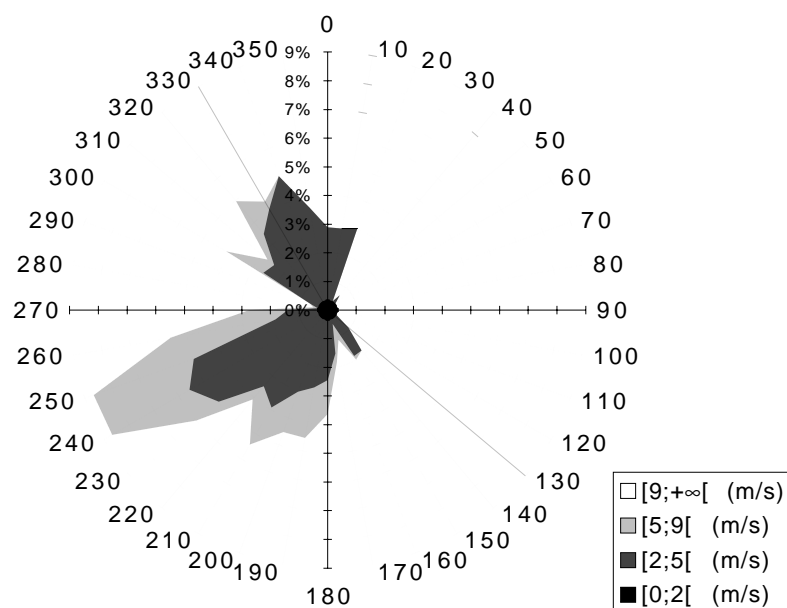
III.1.2. LES ANALYSES DE POUSSIÈRES TOTALES COLLECTÉES SUR FILTRES (ÉTÉ 2002)

Rappel : 4 collecteurs de poussières totales ont été installés sur les différents sites de mesure. Des prélèvements de plusieurs jours ont été réalisés sur trois périodes (du 8 au 15/07/02 ; du 15 au 24/07/02 et du 25/07 au 01/08/02). Des analyses gravimétriques et chimiques ont été effectuées sur les 12 filtres collectés.

III.1.2.1. Les conditions météorologiques durant les trois périodes de mesure

- Période 1 : du 8 au 15 juillet 2002

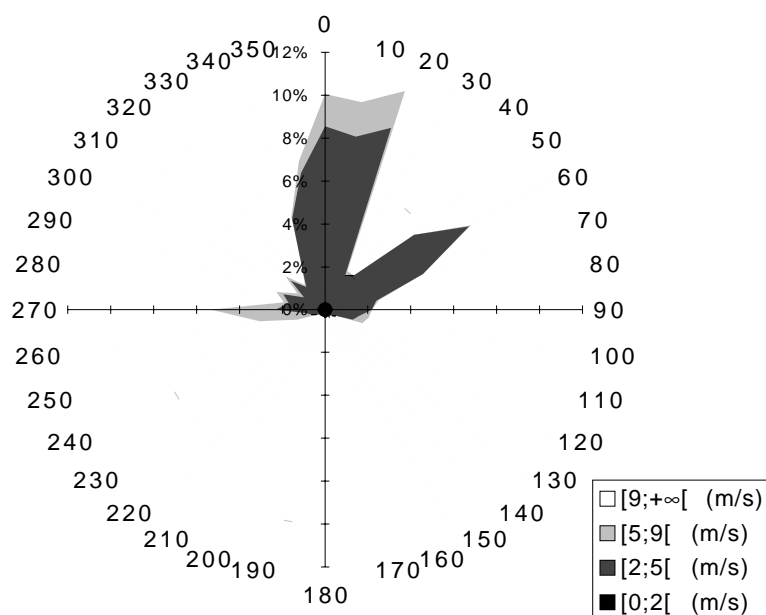
Rose des vents du 8 au 15 juillet 2002 à Nantes Atlantique



Durant ces 7 jours les vents ont soufflé essentiellement du secteur Sud Ouest et dans une moindre mesure du secteur Nord Ouest. Il est à noter la quasi-inexistence des vents de Nord Est et d'Est durant cette période.

• Période 2 : du 15 au 24 juillet 2002

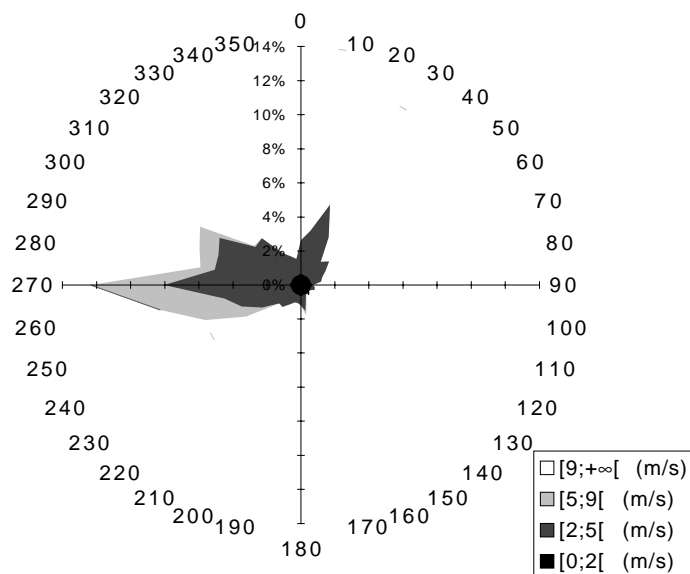
Rose des vents du 15 au 24 juillet 2002 à Nantes Atlantique



Du 15 au 24 juillet, les vents ont soufflé essentiellement du secteur Nord puis dans une moindre mesure du secteur Nord Est (50 °N-60°N). Les vents n'ont jamais soufflé du Sud Ouest.

• Période 3 du 25 juillet au 1^{er} août 2002

Rose des vents du 25 juillet au 1^{er} août 2002 à Nantes Atlantique



Du 25 juillet au 1^{er} août, les vents ont soufflé essentiellement de l'ouest.

III.1.2.2. Fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites

L'objectif de cette approche est de connaître pour les 4 sites et durant les trois périodes de mesure le temps relatif où un site est sous l'influence des rejets de la fonderie. Pour cela, il est nécessaire, dans un premier temps, de déterminer pour chaque site un secteur de vent où le site est susceptible d'être impacté par les émissions de la fonderie. Les résultats de mesures du laboratoire mobile ont montré que le site de Toyota (site 2) était impacté lorsque les vents étaient compris entre 210 °N et 230°N. Pour les autres sites, nous avons déterminé les secteurs en tenant compte de leur position précise par rapport à la fonderie et en conservant la même amplitude angulaire de 20 °.

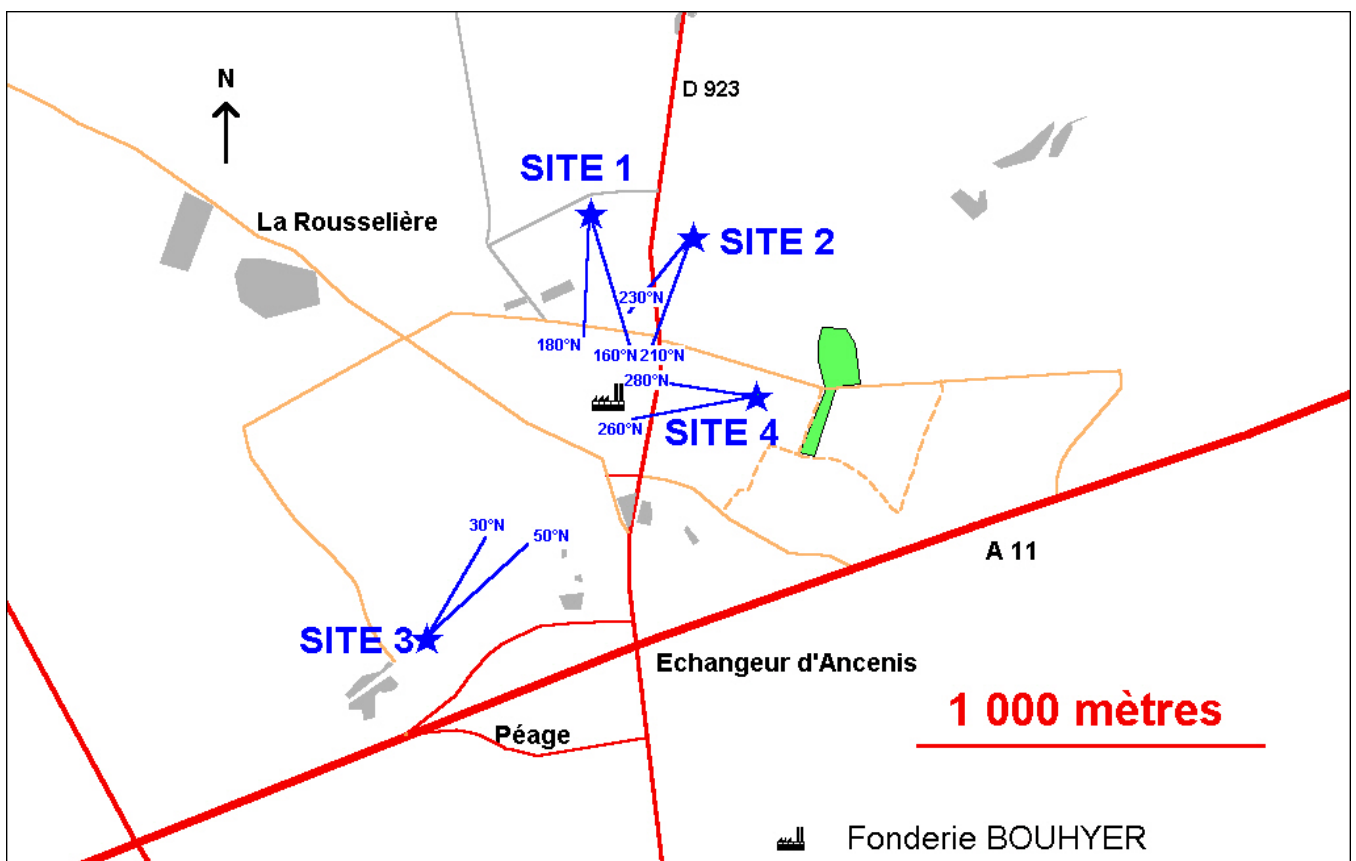
Le tableau suivant récapitule pour les 4 sites les secteurs d'influence potentielle de la fonderie.

Tableau n° 8 : sites de mesure et secteurs d'influence potentielle de la fonderie

Sites	Secteurs d'influence
Site 1 (entreprise C Daniel)	[160°N - 180°N]
Site 2 (Toyota)	[210°N - 230°N]
Site 3 (La Sinandière)	[30°N - 50°N]
Site 4 (entreprise Dolka)	[260°N - 280°N]

La carte ci-dessous montre la localisation géographique des sites par rapport à la fonderie et les secteurs de vents mentionnés dans le tableau ci-dessus.

Carte n° 3 : sites de mesure et secteurs d'influence



La fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites correspond à la fréquence d'apparition dans les secteurs considérés des vents établis (supérieurs à 2m/s) mesurés à la station Météo France de Nantes Atlantique. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-après. Il est important de noter que les mesures de vents enregistrées par le camion laboratoire sur le site de Toyota durant l'hiver 2001-2002 étaient identiques à celles mesurées à la station de Nantes Atlantique par Météo France durant la même période.

Tableau n°9 : Fréquences d'apparition des vents établis dans les 4 secteurs d'influence et pour les trois période de mesure

	[30°N - 50°N]	[160°N - 180°N]	[210°N - 230°N]	[260°N - 280°N]
Période 1 : du 8 au 15 juillet	0,3 %	5,5 %	14,4%	7,7%
Période 2 : du 15 au 24 juillet	8,5%	0%	0%	9,4%
Période 3 : du 25 juillet au 1 ^{er} août	5,4%	2,2%	2,9%	24,9%

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

- Lors de la première période, les vents n'ont quasiment jamais soufflé du Nord Est ([30°N - 50°N]) ce qui implique que le site 3 (la Sinandière) n'a quasiment jamais été sous l'influence des rejets de la fonderie. Le site 2 (Toyota) est celui qui est le plus fréquemment sous les vents de la fonderie. Les sites 1 et 4 ont été sous les vents de la fonderie sensiblement dans les mêmes proportions.
- Du 15 au 24 juillet, les vents n'ont jamais soufflé du Sud ([160°N - 180°N]) et du Sud Ouest ([210°N - 230°N]). Les sites 1 et 2 n'ont donc jamais été influencés par les émissions de la fonderie. Les deux autres sites ont été sous les vents de la fonderie dans les mêmes proportions.
- La dernière période se caractérise par une nette prédominance des vents d'Ouest ce qui place le site 4 comme site le plus fréquemment sous l'influence des rejets de la fonderie.

Le tableau n°10 récapitule pour chaque période le degré relatif d'influence de la fonderie. Quatre niveaux sont distingués :

- « pas d'influence » lorsque le site est sous les vents de la fonderie durant moins de 1 % du temps
- « peu d'influence » lorsque le site est sous les vents de la fonderie entre 1 % et 10 % du temps
- « influencé » lorsque le site est sous les vents de la fonderie entre 10 % et 20 % du temps
- « fortement influencé » lorsque le site est sous les vents de la fonderie durant plus de 20 % du temps.

Tableau n°10 : degrés d'influence de fonderie pour les 4 sites de mesures durant les trois périodes de mesure.

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Période 1 : du 8 au 15 juillet				
Période 2 : du 15 au 24 juillet				
Période 3 : du 25 juillet au 1 ^{er} août				

pas d'influence (site sous le vent de la fonderie durant moins de 1 % du temps)

peu d'influence (site sous le vent de la fonderie entre 1 % et 10 % du temps)

influencé (site sous le vent de la fonderie entre 10 % et 20 % du temps)

fortement influencé (site sous le vent de la fonderie plus de 20 % du temps)



III.1.2.3. Les activités de la fonderie durant les trois périodes de mesure

Tableau n°11 : activités de la fonderie durant du 8 juillet au 1^{er} août 2002

Période de mesure	date	fusion ?	autres activités ?
Période 1	8-juil	oui	oui
	9-juil	oui	oui
	10-juil	non	oui
	11-juil	non	oui
	12-juil	non	oui
	13-juil	non	non
	14-juil	non	non
Période 2	15-juil	oui	oui
	16-juil	non	oui
	17-juil	non	oui
	18-juil	non	oui
	19-juil	non	oui
	20-juil	non	non
	21-juil	non	non
	22-juil	non	oui
Période 3	23-juil	oui	oui
	24-juil	non	oui
	25-juil	non	non
	26-juil	non	non
	27-juil	non	non
	28-juil	non	non
	29-juil	non	non
	30-juil	non	non
	31-juil	non	non
1-août	non	non	

Source GMBA

Ce tableau appelle les commentaires suivants :

Durant les deux premières période de mesure, les jours où la fusion est pratiquée sont très peu nombreux (3 jours les 8, 9, 15 et 23 juillet). Les autres activités se sont déroulées normalement.

Du 25/07 au 01/08, la fonderie a été totalement arrêtée pour les travaux de mise aux normes (installation d'un nouveau système de traitement des fumées émises par les cubilots).

Le tableau ci-après indique par des couleurs le degré d'activité de la fonderie lors des trois période de mesure. Trois niveaux sont distingués :

- « pas d'activité » qui correspond à l'arrêt total des activités de fusion et autres,
- « faible activité » lorsque l'activité de fusion est inférieure ou égale à 20 % du temps
- « activité moyenne » lorsque la fusion est effectuée pendant plus de à 30 % du temps

Tableau n°12 : degrés d'activité de la fonderie en fonction des périodes de mesure

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Période 1 : du 8 au 15 juillet				
Période 2 : du 15 au 24 juillet				
Période 3 : du 25 juillet au 1er août				

pas d'influence (site sous levent de la fonderie durant moins de 1 % du temps)

peu d'influence (site sous levent de la fonderie entre 1 % et 10 % du temps)

influencé (site sous levent de la fonderie entre 10 % et 20 % du temps)

fortement influencé (site sous levent de la fonderie plus de 20 % du temps)



III.1.2.4. Les mesures gravimétriques

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des concentrations en poussières totales mesurées sur les différents sites lors des 3 périodes de mesure. Les couleurs figurées dans la colonne « sites de mesure » indiquent le degré d'influence de la fonderie sur le site et la période considérée (cf. tableau n°10) tandis que celles figurées dans la colonne « Période de mesure » indiquent l'activité de la fonderie (cf. tableau n°12).

Tableau n° 13 : concentrations en poussières totales mesurées sur les 4 sites de mesures durant les 3 périodes

Période de mesure	sites de mesure	conc Poussières (µg/m3)
Période 1 : du 8 au 15/07/02	site 1	15,8
	site 2	14,8
	site 3	11,0
	site 4	11,9
Période 2 : du 15 au 24/07/02	site 1	24,9
	site 2	19,6
	site 3	20,7
	site 4	25,4
Période 3 : du 25/07 au 01/08	site 1	18,4
	site 2	14,3
	site 3	12,5
	site 4	23,0

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- Durant les trois périodes de mesure, les niveaux d'empoussièrement moyens sont demeurés à de faibles niveaux (de 11 µg/m3 à 25 µg/m3).

- Du 8 au 15 juillet

Les concentrations hebdomadaires en poussières totales restent homogènes sur les 4 sites de mesure. Les rejets de la fonderie ne semblent pas avoir d'impact marqué sur les teneurs hebdomadaires en poussières.

- Du 15 au 24 juillet

Comme pour la première période, les concentrations restent homogènes sur l'ensemble des sites ; les sites pas ou peu influencés enregistrant des niveaux très similaires à ceux mesurés sur des sites plus influencés.

- Du 25 juillet au 1^{er} août

Le site 4 présente des niveaux hebdomadaires légèrement supérieurs à ceux qui sont mesurés sur les autres sites. Durant cette période, ce site était fréquemment sous les vents de la fonderie (25 % du temps). On peut alors supposer que les travaux de mise aux normes (rappelons que durant cette période les activités de fusion et autres ont été totalement arrêtées) ont pu entraîner un ré-envol des poussières dans l'atmosphère.

- Les concentrations en fonction de l'activité de la fonderie

Durant les trois périodes de mesure, nous observons une bonne homogénéité dans les niveaux d'empoussièrement. En particulier les niveaux enregistrés lors de la période d'arrêt de la fonderie sont semblables à ceux qui sont enregistrés lors des deux premières périodes.

En conclusion, il semble que les rejets de poussières par la fonderie ont un très faible impact sur les teneurs moyennes atmosphériques mesurées sur plusieurs jours autour de la fonderie.

D'après les résultats enregistrés par le laboratoire mobile ce résultat n'est pas surprenant. Rappelons en effet que, la concentration moyenne en PM10 (21 µg/m3) calculée du 30 novembre 2001 au 3 mars 2002 sur le site de Toyota est très proche de celle de l'agglomération nantaise (19µg/m3). Durant ces trois de

mesure, 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 (cf. paragraphe III.1.2).

Il est donc logique de ne pas enregistrer durant les trois périodes de mesure de l'été 2002 l'impact des rejets de la fonderie sur des niveaux moyens d'empoussièremment sachant que la fréquence de fusion durant cette période n'a pas dépassé les 20 % et que les sites ont été sous les vents de la fonderie au maximum pendant 14 % du temps.

III.1.2.5. Les mesures de métaux

L'ensemble des concentrations en métaux (As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn) est reporté dans le tableau ci-dessous. De la même façon que pour les mesures gravimétriques, les différentes couleurs indiquent le degré d'influence de la fonderie et l'activité de la fonderie.

Tableau n° 14 : concentrations en métaux (As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn) mesurées sur les 4 sites du 8 juillet au 1^{er} août 2002

Période de mesure	site de mesure	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Fer (Fe) ng/m ³	Zinc (Zn) ng/m ³
Période 1 du 8 au 15 /07/02	site1	0,37	0,43	133,23	0,96	371,83	176,59
	site 2	0,66	0,94	343,11	1,41	670,56	368,94
	site 3	0,13	0,04	3,40	0,49	91,79	7,01
	site 4	0,42	0,54	179,85	0,99	483,71	272,59
Période 2 du 15 au 24 /07/02	site1	0,64	0,10	33,39	1,56	514,26	40,71
	site 2	0,28	0,10	33,34	1,34	311,93	34,17
	site 3	0,36	0,19	93,53	1,46	471,68	93,33
	site 4	0,42	0,19	88,65	1,72	700,33	131,85
Période 3 du 25/07 au 01/08/02	site1	0,33	0,05	18,19	1,33	345,26	32,36
	site 2	0,26	0,05	19,42	1,85	270,35	25,67
	site 3	0,22	0,03	9,27	1,03	192,30	11,66
	site 4	0,51	0,10	48,35	2,14	618,87	52,54
minimum		0,13	0,03	3,40	0,49	91,79	7,01
moyenne		0,38	0,23	83,64	1,36	420,24	103,95
maximum		0,66	0,94	343,11	2,14	700,33	368,94

Le tableau ci après récapitule les gammes de concentrations communément observées sur différents sites d'après Schroeder¹ et al (1987) et celles mesurées par Air Pays de la Loire en 2001 autour des Usines d'Incinération d'Ordures Ménagères Arc en Ciel² à Couëron et Valoréna³ à Nantes.

Tableau n° 15 : concentrations en métaux (ng/m³) communément mesurées dans l'aérosol

Éléments	Concentrations (ng/m ³)				
	Rural ¹ (Schroeder et al 1987)	Urbain ¹ (Schroeder et al 1987)	Arc en Ciel (Air Pays de la Loire 2001)	Valoréna (Air Pays de la Loire 2001)	Bouhyer Cette étude
As	1-28	2-2 500	0,3-1,2	0,6-3,9	0,13-0,66
Cd	0,4-100	0,2-7 000	0,1-0,3	0,1-0,8	0,03-0,94
Pb	2-1 700	30-90 000	2,2-32,3	1,7-19,3	3,4-343
Ni	1-80	1-300	0,4-24,1	0,3-2,6	0,49-2,14
Fe	55-14 500	130-13 800	-	-	91,8-700,3
Zn	10-400	15-8 000	2,8-68,1	2,8-31,5	7,0-368,9

Les concentrations en métaux autour de la fonderie sont cohérentes avec celles mentionnées dans l'étude de Schroeder et al (1987). Les gammes de concentrations en As, Ni, Cd au voisinage de la fonderie sont cohérentes avec celles observées autour des deux UIOM. En revanche, les niveaux maximaux en Pb et Zn mesurés à proximité de la fonderie sont largement supérieurs à ceux enregistrés autour des UIOM tandis que les niveaux minimaux restent comparables.

¹ Schroeder, W. H., Dobson, M., Kane, D. M., and Johnson, N. D. (1987) : Toxic trace elements associated with airborne particulate matter : a review, *J. Air Pollut. Cont. Assoc.*, 37, 1267-1285

² Campagne 2001 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement Arc en Ciel, rapport Air Pays de Loire, 46 pages

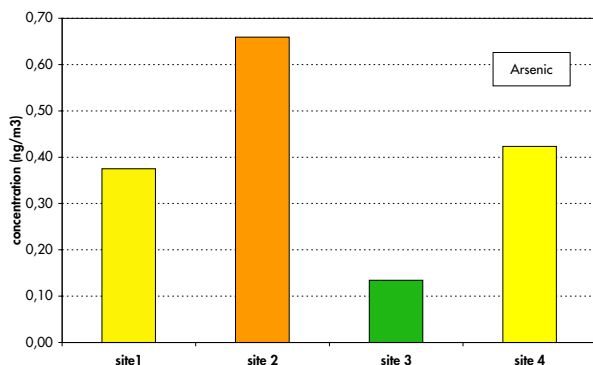
³ Campagne 2001 de surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'établissement Valoréna Ciel, rapport Air Pays de Loire, 42 pages

III.1.2.5.1. Estimation de l'éventuel impact des rejets de la fonderie sur les concentrations en métaux.

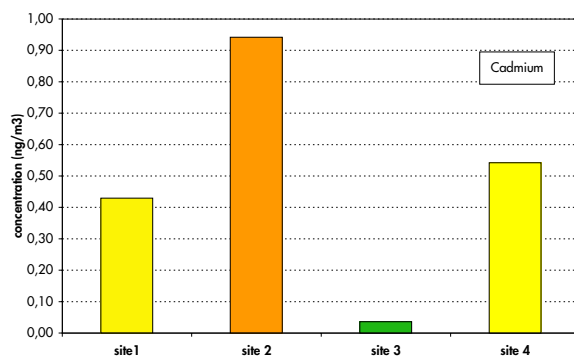
III.1.2.5.1.1. Du 8 juillet au 15 juillet 2002

Les graphiques suivants montrent les concentrations en As, Ni, Cd, Pb, Fe et Zn mesurés sur les 4 sites. Les couleurs mentionnées représentent comme précédemment le degré d'influence de la fonderie sur chaque site

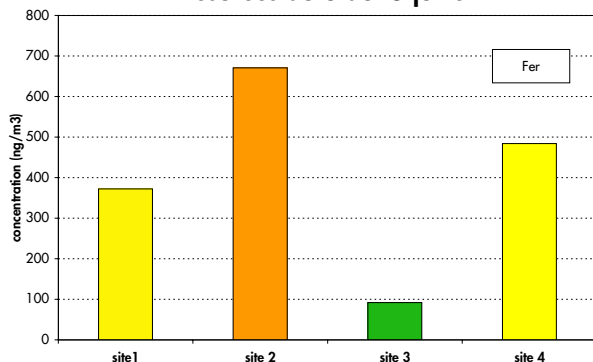
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



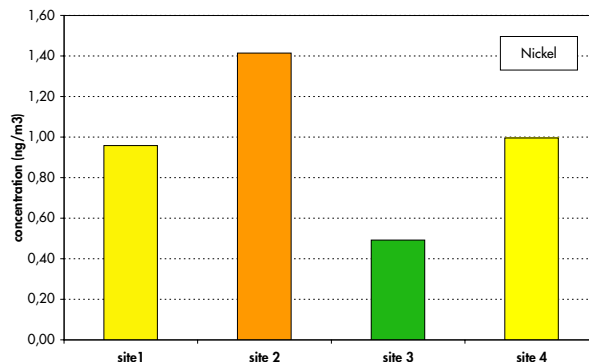
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



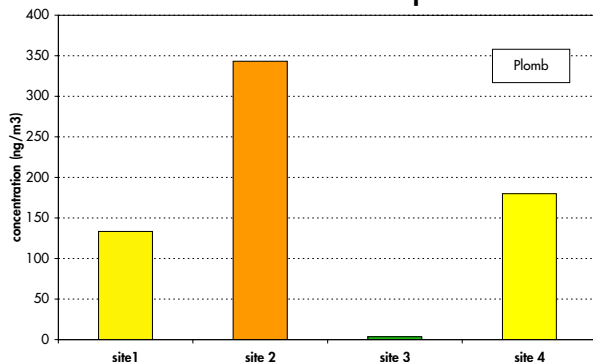
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



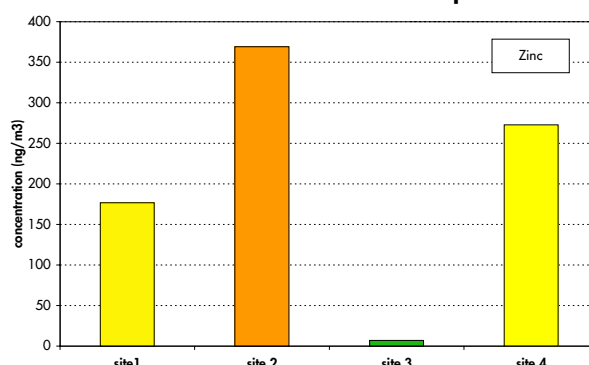
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 8 au 15 juillet**



Sur l'ensemble des 6 métaux mesurés, nous retrouvons les mêmes caractéristiques :

- Les concentrations les plus faibles sont celles enregistrées sur le site 3 qui n'a jamais été sous les vents de l'usine.
- Les concentrations les plus élevées ont été mesurées sur le site 2 qui a été le plus sous l'influence de la fonderie (14,4 % du temps).
- Les concentrations mesurées sur les sites 1 et 4 sont très proches ; ces sites se situant sous les vents de la fonderie dans les mêmes proportions (respectivement 5,5 % et 7,7 %).

En résumé, il existe une relation croissante entre le degré d'influence de l'usine et les concentrations en métaux mesurées à proximité. **Ceci suggère donc un impact des émissions de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en métaux mesurées à proximité.**

Sachant que le site 3 n'a jamais été influencé par les rejets de la fonderie, les teneurs mesurées sur ce site peuvent être considérées comme les concentrations minimales en l'absence de rejets. A partir de ces données, nous pouvons évaluer l'impact de la fonderie pour chaque métal sur les 3 sites influencés. Les tableaux ci-après résument les impacts relatifs et absolus des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en métaux. L'impact relatif correspond au rapport entre les concentrations mesurées sur les sites influencés et celles enregistrées sur le site vierge de toutes influences. L'impact absolu exprimé en ng/m³ est égal à la différence entre les teneurs de sites sous influence et celles du site hors influence.

Tableau n°16 : impact relatif des rejets de la fonderie lors de la première période de mesure

Période de mesure	site/site3	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	Nickel (Ni)	Fer (Fe)	Zinc (Zn)
Période 1 du 8 au 15 /07/02	site1/site3	2,8	12,0	39,2	1,9	4,1	25,2
	site 2/site 3	4,9	26,3	100,9	2,9	7,3	52,6
	site4/site3	3,2	15,1	52,9	2,0	5,3	38,9

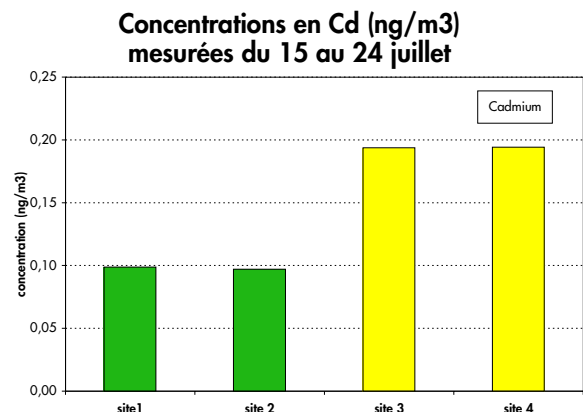
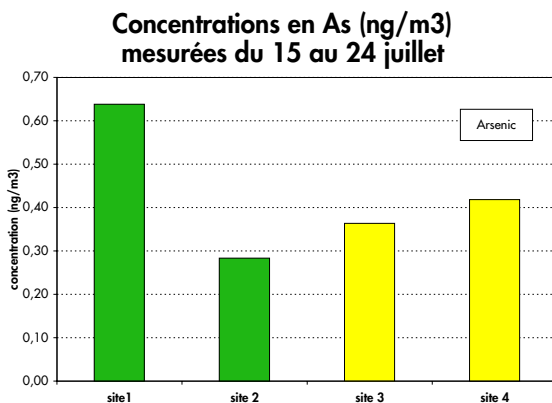
Tableau n°17 : impact absolu (ng/m³) des rejets de la fonderie lors de la première période de mesure

Période de mesure	site-site3	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Fer (Fe) ng/m ³	Zinc (Zn) ng/m ³
Période 1 du 8 au 15 /07/02	site1-site3	0,24	0,39	129,83	0,47	280,04	169,58
	site 2-site 3	0,52	0,91	339,71	0,92	578,78	361,93
	site4-site3	0,29	0,51	176,45	0,50	391,93	265,58

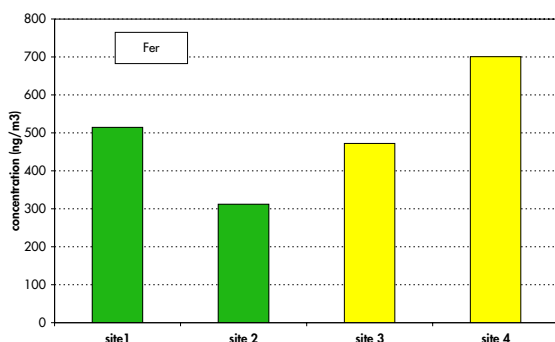
D'après ces deux tableaux, nous constatons que :

- L'impact relatif de la fonderie sur les teneurs atmosphériques est particulièrement important pour le plomb et le zinc puis dans une moindre mesure pour Cd, Fe et Ni.
- L'impact absolu exprimé en concentrations montre que l'apport de poussières métalliques par les rejets de la fonderie est important pour **Fe, Zn et Pb (de l'ordre de plusieurs centaines de ng/m³) tandis qu'il est beaucoup plus faible pour As, Cd, Ni (inférieur au ng/m³)**. Il est important de noter que ce résultat est tout à fait cohérent avec les mesures de métaux réalisées en sortie de cheminées des cubilots (cf. paragraphe II.1.1.1).

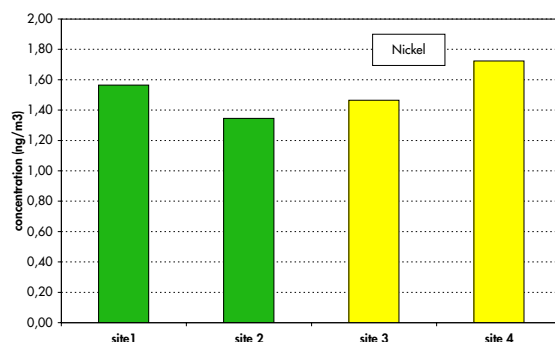
III.1.2.5.1.2. Du 15 juillet au 24 juillet 2002



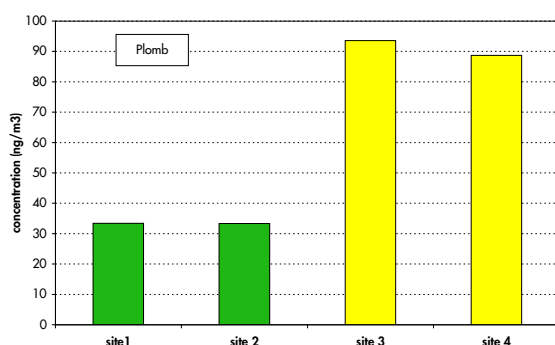
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 15 au 24 juillet**



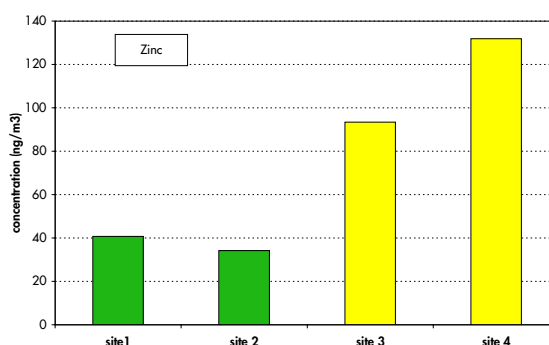
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 15 au 24 juillet**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 15 au 24 juillet**



**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 15 au 24 juillet**



La comparaison des concentrations en métaux mesurées sur les sites qui n'ont jamais été sous l'influence de la fonderie (sites 1 et 2) et les deux autres sites qui ont été sous les vents pendant 9 % du temps environ appelle la remarque suivante :

- Les rejets de la fonderie ont eu un impact sur les concentrations atmosphériques en Pb, Zn et Cd qui sont supérieures sur les sites influencés. En revanche cet impact n'est pas perceptible pour les teneurs en As, Ni, qui sont très homogènes dans site à l'autre et peu pour les teneurs en Fe.

Sachant que les sites 1 et 2 n'ont jamais été sous les vents de l'usine, les teneurs atmosphériques mesurées sur ces deux sites peuvent être considérées comme les niveaux minima en métaux dans la zone d'étude hors influence et ainsi servir de niveaux de référence pour évaluer les impacts relatifs et absolus des émissions de l'usine. Dans ce dessein, nous avons considéré la moyenne des concentrations mesurées sur ces deux sites qui a été comparée aux teneurs mesurées sur les sites influencés. L'impact relatif correspond au rapport entre les teneurs enregistrées sur les sites influencés et la moyenne des concentrations mesurées sur les deux sites vierges. L'impact absolu exprimé en ng/m³ correspond à la différence entre les niveaux mesurés sur les sites sous influence et la moyenne des teneurs des sites vierges de toute influence. L'ensemble des résultats est reporté dans les deux tableaux ci-après.

Tableau n°18 : impact relatif des rejets de la fonderie lors de la seconde période de mesure

Période de mesure	site/site1-2	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	Nickel (Ni)	Fer (Fe)	Zinc (Zn)
Période 2 du 15 au 24 /07/02	site 3/site1-2	0,79	1,98	2,80	1,01	1,14	2,49
	site 4/site1-2	0,91	1,98	2,66	1,18	1,70	3,52

Tableau n°19 : impact absolu (ng/m3) des rejets de la fonderie lors de la seconde période de mesure

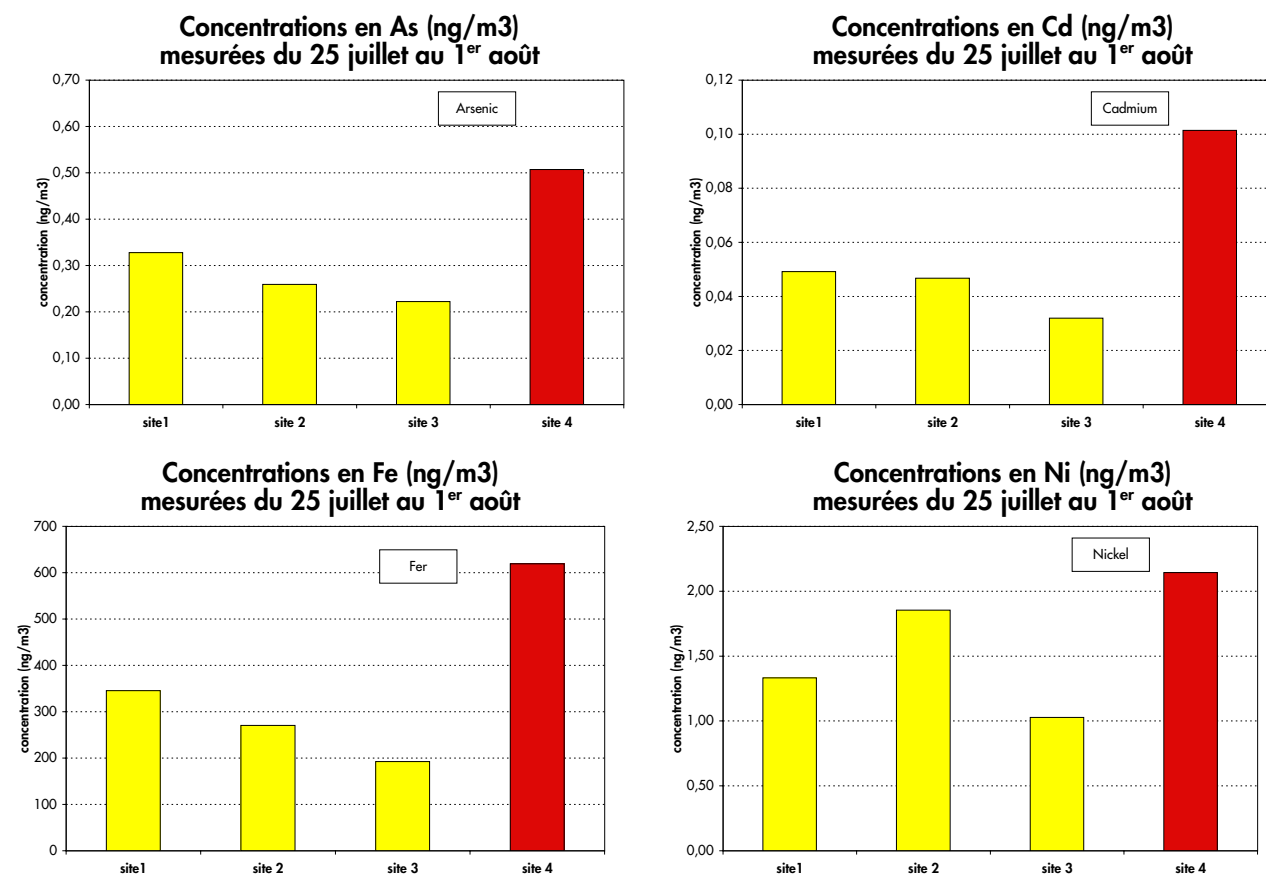
Période de mesure	site-site1-2	Arsenic (As) ng/m3	Cadmium (Cd) ng/m3	Plomb (Pb) ng/m3	Nickel (Ni) ng/m3	Fer (Fe) ng/m3	Zinc (Zn) ng/m3
Période 2 du 15 au 24 /07/02	site 3-site1-2	-0,10	0,10	60,17	0,01	58,58	55,89
	site 4-site1-2	-0,04	0,10	55,28	0,27	287,23	94,41

L'impact relatif des rejets de la fonderie est surtout visible pour les teneurs en Zinc, Plomb et Cd puisque le rapport entre des concentrations mesurées sur les deux sites influencés et la moyenne des teneurs mesurées sur les sites 1 et 2 est compris entre 2 et 3. En termes de concentrations, l'apport des rejets est particulièrement visible pour Pb, Fe et Zn puisqu'il s'élève à plusieurs dizaines voire centaines de ng/m3 pour ces 3 métaux. En revanche malgré un impact relatif significatif (ratio de 2 entre les concentrations sous influence et la moyenne des niveaux de référence) l'impact absolu en Cd est très faible de l'ordre du dixième de ng/m³.

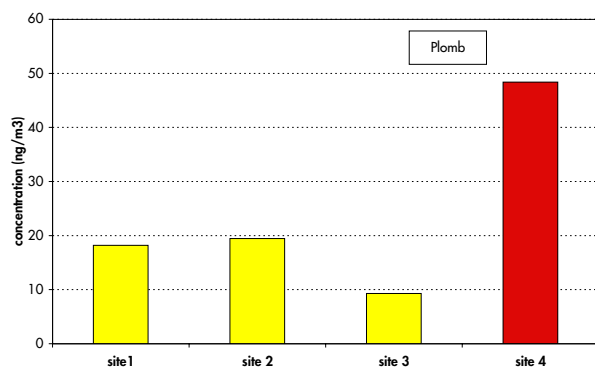
L'impact des émissions de la fonderie estimé à partir de la différence des concentrations entre les sites influencés et hors influence est tout à fait cohérent avec les concentrations mesurées en sortie de cheminée de cubilots.

III.1.2.5.1.3. Du 25 juillet au 1^{er} août

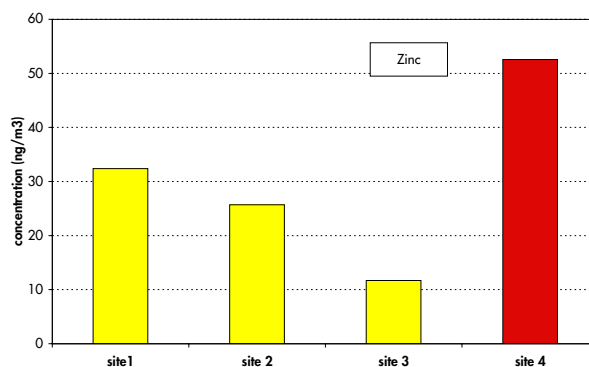
Rappelons que durant cette période aucune fusion et autres activités n'ont été réalisées ; l'établissement étant arrêté pour cause de travaux de mise aux normes (installation de systèmes de dépoussiérage des fumées des cubilots).



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 25 juillet au 1^{er} août**



**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 25 juillet au 1^{er} août**



La totalité des 6 métaux mesurés présentent des concentrations systématiquement supérieures sur le site 4 qui a été sous les vents de la fonderie durant 25 % du temps. Ceci suggère donc une influence de l'usine sur les teneurs en métaux mesurées à proximité. On ne peut pas dans ce cas incriminer les émissions dues aux activités de fusion et des activités annexes puisque la fonderie était arrêtée à cette période. Il faut plutôt invoquer un ré-envoi de particules métalliques induit par les différents travaux de mise aux normes.

Comme précédemment les tableaux suivants récapitulent pour chaque métal l'impact relatif et absolu de la fonderie sur les teneurs atmosphériques. Durant cette période, tous les sites de mesures se sont trouvés plus ou moins souvent sous les vents de l'usine. Un véritable niveau de base hors influence ne peut donc être considéré.

Une estimation minimale de l'impact peut toutefois être faite en considérant comme niveau de base la moyenne des teneurs mesurées sur les 3 sites les moins influencés (sites 1, 2 et 3 sous les vents de l'usine respectivement pendant 2,2 %, 2,9 % et 5,4 % du temps ; cf. tableau n°9). Les résultats sont reportés dans les tableaux ci-après.

Tableau n°20 : estimation minimale de l'impact relatif des travaux de mise aux normes

Période de mesure	site-site 1-2	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Fer (Fe) ng/m ³	Zinc (Zn) ng/m ³
Période 2 du 15 au 24 /07/02	site 3-site1-2	-0,10	0,10	60,17	0,01	58,58	55,89
	site 4-site1-2	-0,04	0,10	55,28	0,27	287,23	94,41

Tableau n°21 : estimation minimale de l'impact absolu (ng/m³) des travaux de mise aux normes

Période de mesure	site-site 1-2	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Fer (Fe) ng/m ³	Zinc (Zn) ng/m ³
Période 2 du 15 au 24 /07/02	site 3-site1-2	-0,10	0,10	60,17	0,01	58,58	55,89
	site 4-site1-2	-0,04	0,10	55,28	0,27	287,23	94,41

En termes de concentrations, l'impact des travaux temporaires nécessités par l'installation des nouveaux systèmes de dépoussiérage est très faible pour les teneurs en As, Cd, et Ni puisqu'il ne dépasse pas 1ng/m³ pour ces 3 métaux. En revanche, **il est plus important pour le Fer (+ 349 ng/m³), le Plomb (+ 33 ng/m³) et le Zinc (+29 ng/m³).**

III.1.2.5.2. Impact de la fonderie en fonction de son activité

L'objectif de ce paragraphe est de savoir si l'impact des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en métaux est fonction du degré d'activité de l'usine. Pour ce faire il est nécessaire de considérer l'impact selon les différentes périodes sur un même site influencé selon la même fréquence. Seul le site 4 répond à ces critères puisqu'il a été influencé durant les deux premières périodes dans les mêmes proportions (7,7 % et 9,4 %).

Les deux tableaux suivants récapitulent les impacts relatifs et absolus sur ce site pour les 2 périodes de mesures ainsi que l'activité de fusion de la fonderie et la fréquence d'influence.

Tableau n°22 : impact relatif en fonction de l'activité de la fonderie

Période de mesure	nb de jour de fusion/nb de jours total	nb de jours de fusion avec influence	site/site3	% d'influence	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	
Période 1	3/8	2	site4/site3	7,7%	3,2	15,1	52,9	
Période 2	2/10	1	site 4/site1-2	9,4%	0,91	1,98	2,66	

Tableau n° 23 : impact absolu (ng/m3) en fonction de l'activité de la fonderie

Période de mesure	nb de jour de fusion/nb de jours total	nb de jours de fusion avec influence	site/site3	% d'influence	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	
Période 1	3/8	2	site4/site3	7,7%	3,2	15,1	52,9	
Période 2	2/10	1	site 4/site1-2	9,4%	0,91	1,98	2,66	

Les impacts absolus et relatifs sont pour l'ensemble des métaux mesurés plus élevés lors de la première période où nous recensons 2 jours de fusion où les conditions météorologiques ont été propices à une influence du site 4. Rappelons que durant les 10 jours de la seconde période 1, une seule journée a été propice à une influence du site par les rejets de fusion. Cette observation suggère alors qu'en période d'activité normale (fusion et autres activités annexes) ce sont les rejets des cubilots de fusion qui impactent de façon prépondérante les concentrations atmosphériques en poussières métalliques. Cette remarque est d'ailleurs confirmée par les concentrations échantillonnées à l'émission qui montrent des teneurs en poussières en sortie de cheminées de cubilots largement supérieures à celles enregistrées en sortie de dépoussiéreurs (cf. paragraphes II.1.1.1 et II.1.1.2).

III.1.2.5.3. Situation vis-à-vis des seuils réglementaires

A l'heure actuelle, seules les teneurs en plomb dans l'air sont réglementées. Le décret du 15 février 2002 fixe l'objectif de qualité (valeur vers laquelle il faut tendre) à 250 ng/m³ en moyenne sur une année et la valeur limite (valeur à respecter à compter du 1^{er} janvier 2002) à 500 ng/m³ en moyenne annuelle.

Une comparaison stricte des objectifs de qualité et des valeurs limites qui sont définies par des moyennes annuelles avec les mesures effectuées par période de 7 à 10 jours durant 1 mois ne peut être effectuée. Toutefois on peut estimer à partir des moyennes sur la campagne de mesure les risques de dépassement de l'objectif de qualité et des valeurs limites sur chaque site de mesure.

Le tableau ci-dessous récapitule ainsi les moyennes pour les 4 métaux réglementés durant la totalité de la campagne et durant les deux premières périodes (valeurs entre parenthèse) ; la fonderie étant à l'arrêt durant la dernière période.

Tableau n° 24 : moyenne par site des concentrations en Pb durant les trois périodes de mesure

	Pb (ng/m3)
Site 1	61,6 (83,0)
Site 2	131,9 (188,0)
Site 3	35,4 (48,4)
Site 4	105,0 (134,0)

- Les teneurs moyennes en plomb calculées sur les sites 1 et 3 restent inférieures d'un facteur 4 et 7 à l'objectif de qualité. Les risques de dépassement de l'objectif de qualité et a fortiori de la valeur limite demeurent faibles sur ces sites.

- Les sites 2 et 4 présentent des moyennes en Pb plus élevées qui atteignent 188 µg/m³ et 134 ng/m³ durant les deux périodes de fonctionnement de la fonderie. Cette valeur reste inférieure respectivement d'un facteur 1,3 et 1,8 à l'objectif de qualité. Toutefois le risque de dépassement de l'objectif de qualité n'est pas

à négliger car durant les deux premières périodes de mesures peu d'activités de fusion ont été recensées et que le site de Toyota a été au maximum pendant 14 % du temps sous les vents de l'usine. Rappelons que durant les trois mois de mesure de l'hiver 2001-2002 les activités de fusion ont été effectuées durant plus de 50 % du temps et que le site a été sous les vents durant près de 20 % du temps.

• Les risques de dépassement de la valeur limite fixée à 500 ng/m³ pour le plomb restent très faibles.

III.1.2.5.4. Conclusions

L'étude des concentrations en métaux lourds (As, Ni, Cd, Fe et Zn) mesurées sur plusieurs jours sur les 4 sites avant l'installation des nouveaux systèmes de dépoussiérage amène les conclusions suivantes :

- Il existe un impact significatif des rejets des cubilots de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en Plomb, Fe, et Zn. L'influence est nettement plus faible pour les concentrations en Cd et As et Ni. Cet impact des rejets de fusion 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 basées 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.

Les risques de dépassement de la valeur limite fixée par l'arrêté du 15 février 2002 pour le Plomb sont faibles sur l'ensemble des sites de mesures.

En revanche le risque de dépassement de l'objectif de qualité fixé à 250 ng/m³ pour le plomb n'est pas à négliger sur les sites 2 et 4 compte tenu notamment de la fréquence des vents d'Ouest - Sud - Ouest dans la Région. 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.

III. 2. SECONDE CAMPAGNE DE MESURE : APRES LA MISE AUX NORMES

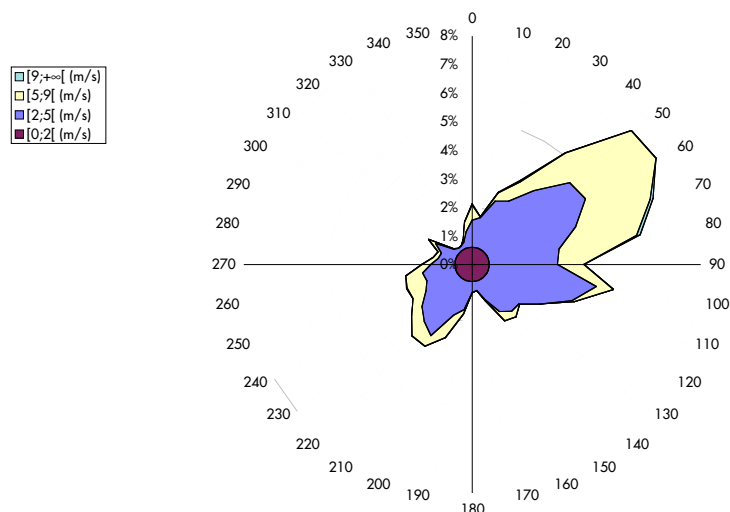
III. 2.1. LES MESURES EN CONTINU REALISEES A L'AIDE DU LABORATOIRE.

III.2.1.1. Les conditions météorologiques durant la campagne

La rose des vents (diagramme indiquant la fréquence d'apparition des vents en fonction de leurs directions et leurs vitesses) est reportée dans le graphique ci-dessous.

Les vents ont soufflé essentiellement du secteur Nord Est (40 °N - 80°N) et dans une moindre mesure du secteur Sud Ouest (200°N-240°N)

Rose des vents du 11 février au 8 avril 2003



Le tableau ci-après récapitule la fréquence d'apparition des vents en fonction de leurs vitesses.

Tableau n°25 : fréquences d'apparition des vents en fonction de leur vitesse.

Vitesse du vent	0 à 2 m/s	2 à 5 m/s	5 à 9m/s	> 9m/s
Fréquence d'apparition (%)	21,7 %	55,3 %	22,6 %	0,4 %

Durant la période de mesure, les vents ont été établis, les vents supérieurs à 2m/s représentant près de 80 % de la totalité. Dans ces vents établis, les vents modérés (entre 2 et 5m/s) ont été les plus fréquents (55,3 % de la totalité soit 71 % des vents supérieurs à 2m/s). Les vents forts (>9 m/s) ont été très rares.

III.2.1.2. Les activités de la fonderie durant les 2 mois de mesure

De façon normale, la fonderie est arrêtée le vendredi soir vers 23 heures 30 et redémarre le lundi matin vers 5h 30 légale. Le tableau ci-après récapitule les jours en plus des samedis et dimanches où aucune fusion n'a été effectuée.

Tableau n°26 : récapitulatif des jours ouvrés sans activité de fusion

Mois	Jours ouvrés sans activité de fusion
Février 2003	13,20,27,28
Mars 2003	6,7,13,14,20,21,27,28,31
Avril 2003 (jusqu'au 08 avril)	3,4

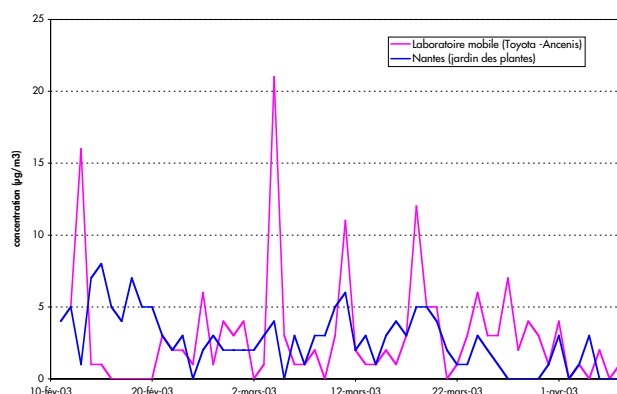
Durant les deux mois de mesure, la fonderie a fonctionné durant 44 % du temps.

III.2.1.3. Les niveaux de pollution enregistrés par le laboratoire mobile

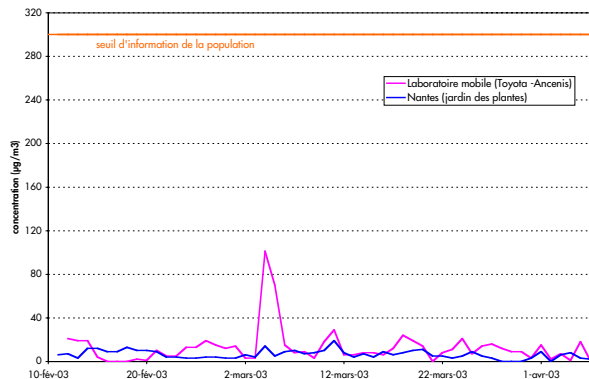
Pour chaque polluant mesuré, nous avons reporté l'évolution temporelle des concentrations moyennes journalières et des maxima horaires enregistrés dans la journée. Les niveaux sont dans la mesure du possible comparés avec ceux enregistrés dans l'agglomération nantaise au niveau du square de la Gironde à Saint-Herblain. La représentation utilisée permet également de situer les concentrations mesurées par rapport aux seuils réglementaires.

III.2.1.3.1. Le dioxyde de soufre

Evolution des moyennes journalières en SO_2 enregistrées du 11 février au 8 avril 2003



Evolution des maxima horaires en SO_2 enregistrés du 11 février au 8 avril 2003



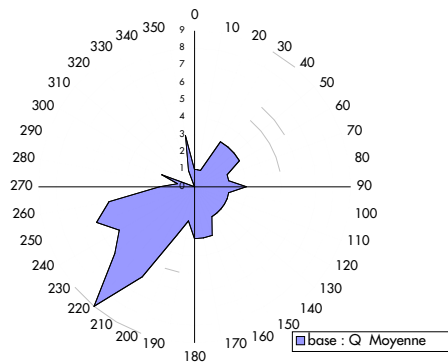
Les niveaux en SO_2 mesurés sur le site de Toyota sont demeurés globalement faibles durant la période d'étude. Le seuil d'information de la population fixé par le décret 2002-213 du 15 février 2002 à 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure a été respecté puisque le maximum horaire enregistré a atteint 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 4 mars et est donc près de 3 fois plus faible que le seuil d'information. L'objectif de qualité et les valeurs limites fixés par le décret du 15 février 2002 sont basés sur des éléments statistiques (moyenne et percentiles) calculés sur l'année civile et, de ce fait, ne peuvent pas être directement comparés aux niveaux de SO_2 mesurés durant les deux mois de mesure. Toutefois par extrapolation sur l'année des résultats enregistrés, nous pouvons évaluer les risques de dépassement de ces valeurs réglementaires. L'objectif de qualité fixé à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle apparaît être largement respecté puisque la moyenne sur les deux mois de mesures n'atteint que 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les valeurs limites fixées respectivement à 350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en percentile 99,7 (soit 24 heures de dépassement de cette valeur horaire autorisés par année) et à 210 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en percentile 99,2 (soit 3 jours de dépassement de cette valeur journalière autorisées par an) semblent aussi largement respectées. Les maxima horaires et journaliers n'atteignent respectivement 101 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

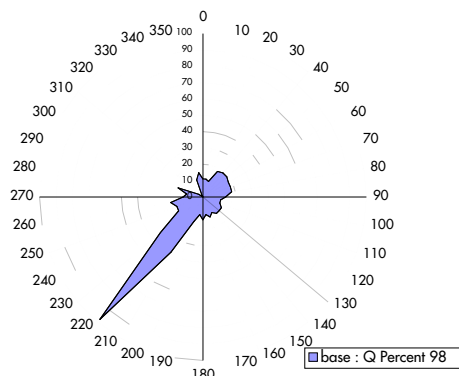
Par comparaison aux niveaux mesurés dans l'agglomération nantaise, nous constatons que les niveaux sont globalement proches. Toutefois il existe des élévations de dioxyde de soufre à proximité de la fonderie qui ne sont pas enregistrées dans l'agglomération nantaise notamment les 4,5,10,11 et 18 mars 2003. A ces dates, les vents ont soufflé du Sud Ouest plaçant le site de mesure sous les vents de la fonderie.

Les graphiques ci-dessous sont des roses de pollution. Elles indiquent la provenance des niveaux de pollution moyens et de pointe en fonction de la direction des vents.

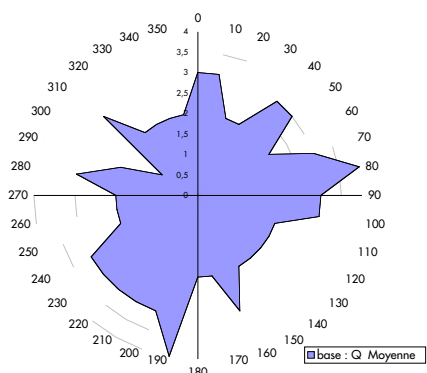
Rose de pollution pour les niveaux moyens en SO₂ mesurés à Toyota -Ancenis



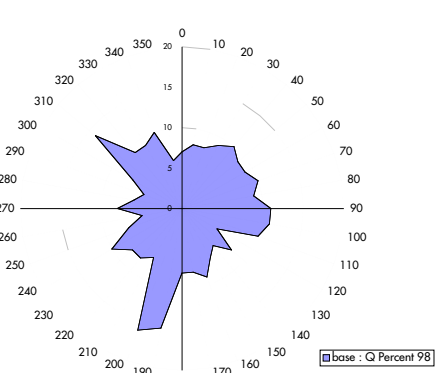
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en SO₂ mesurés à Toyota -Ancenis



Rose de pollution pour les niveaux moyens en SO₂ mesurés au Square de la Gironde -St Herblain



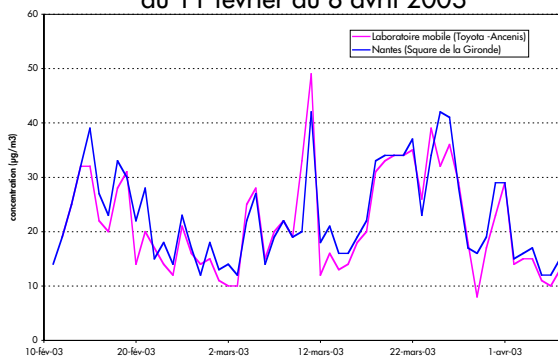
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en SO₂ mesurés au square de la Gironde - St Herblain



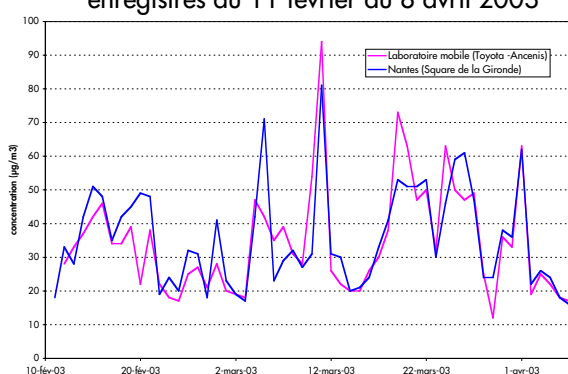
Les deux roses de pollutions calculées pour les niveaux moyens et de pointe (percentiles 98) sur le site de Toyota montrent nettement la direction 220°N comme la direction où les concentrations en SO₂ sont les plus élevées. Cette direction privilégiée qui place le site de Toyota sous les vents de la fonderie n'est pas visible sur les roses des vents calculées pour les teneurs en SO₂ mesurées dans l'agglomération nantaise. Il existe donc un impact des rejets de la fonderie sur les teneurs atmosphériques en SO₂. Cet impact entraîne une augmentation des niveaux de pointe en SO₂ (percentile 98) d'un facteur 5 (soit un apport de 50 µg/m³) sur le site de Toyota.

III.2.1.3.2. Les poussières fines de diamètres inférieurs à 10 µm (PM10)

Evolution des moyennes journalières en PM10 enregistrées du 11 février au 8 avril 2003



Evolution des maxima horaires en PM10 enregistrés du 11 février au 8 avril 2003



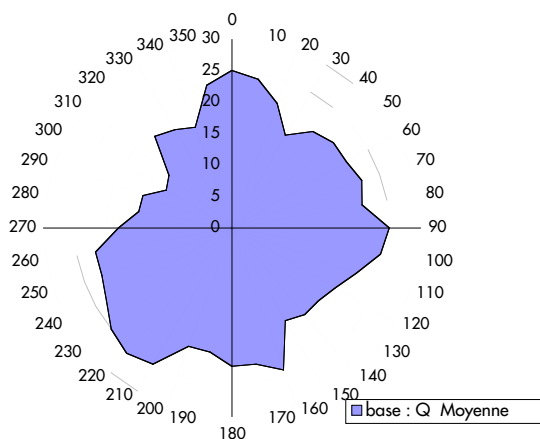
Une comparaison stricte des teneurs enregistrées durant les deux mois de mesure avec les valeurs réglementaires du 15 février 2002 qui sont basées sur des éléments statistiques (moyenne et percentile 90,4) calculés sur l'année ne peut pas être réalisée. Toutefois une évaluation du risque de dépassement de ces valeurs peut être effectuée en extrapolant à l'année entière les mesures enregistrées sur 2 mois.

L'objectif de qualité de 30 µg/m³ en moyenne annuelle et a fortiori la valeur limite annuelle fixée à 43 µg/m³ (à respecter au 1^{er} janvier 2003) semblent avoir été respectés puisque la moyenne sur les deux de mesure a atteint 22 µg/m³. La future valeur limite annuelle qui sera à respecter au 1^{er} janvier 2005 fixée à 40 µg/m³ en moyenne annuelle semble déjà être respectée.

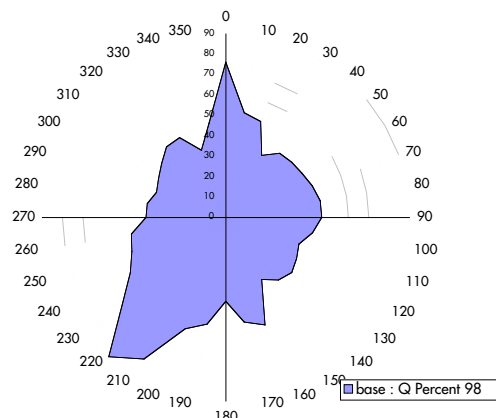
La valeur limite à respecter au 1^{er} janvier 2003, fixée à 60 µg/m³ en percentile 90,4 (soit 35 jours de dépassements autorisés par année civile) semble avoir été respectée puisque aucun dépassement de la moyenne journalière 60 µg/m³ n'a été enregistré durant la période de mesure (maximum journalier de 49 µg/m³). La future valeur limite à respecter au 1^{er} janvier 2005 fixée à 50 µg/m³ en percentile 90,4 semble également avoir été respectée toutefois le maximum journalier mesuré (49 µg/m³) est proche de cette valeur.

Sur les deux mois de mesure, la moyenne sur le site de Toyota (22 µg/m³) est identique à celle calculée dans l'agglomération nantaise (23 µg/m³).

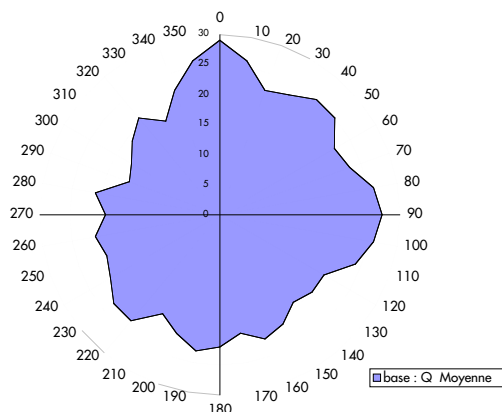
Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés à **Toyota -Ancenis**



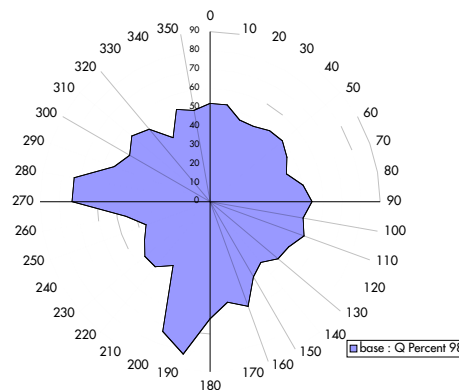
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés à **Toyota -Ancenis**



Rose de pollution pour les niveaux moyens en PM10 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en PM10 mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



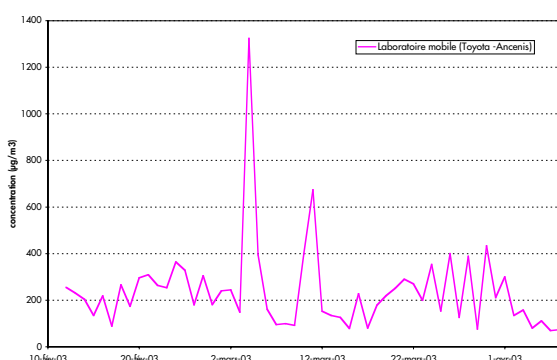
La rose de pollution calculée pour les niveaux moyens en poussières fines à Toyota ne montre aucune direction privilégiée. En revanche, la rose de pollution calculée pour les niveaux de pointe indique une légère dissymétrie dans la direction 210°N-230°N lorsque le site de mesure est sous les vents de la fonderie.

Par comparaison, cette dissymétrie n'est pas visible sur la rose de pollution calculée pour les niveaux de pointe enregistrés dans l'agglomération nantaise. Il existe de ce fait une légère influence des rejets de la fonderie sur les niveaux de pointe enregistrés au niveau du site de Toyota par Vent de Sud Ouest. Cet impact PM10 (percentile 98) d'un facteur 1,7 (soit un apport de 30 µg/m³ environ).

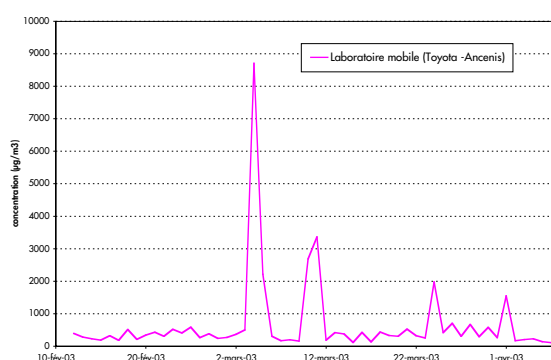
III.2.1.3.3. Le monoxyde de carbone

En milieu urbain, le monoxyde de carbone est principalement émis par le trafic automobile. Les mesures de ce polluant se font donc généralement sur les sites de trafic situés à proximité immédiate des voies de circulation. Nous ne disposons donc pas de mesures de CO sur sites urbains comme le square de la Gironde à Saint-Herblain.

Evolution des moyennes journalières en CO enregistrées du 11 février au 8 avril 2003



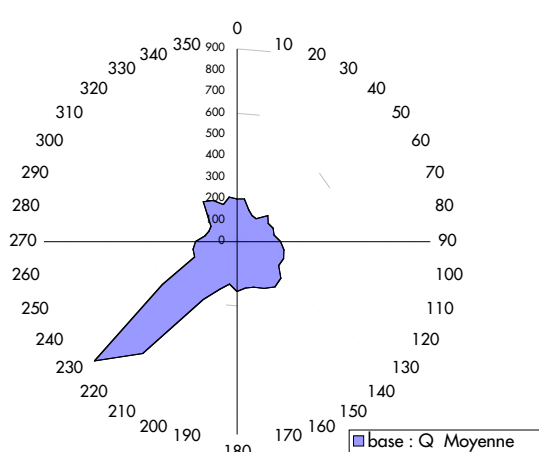
Evolution des maxima horaires en CO enregistrés du 11 février au 8 avril 2003



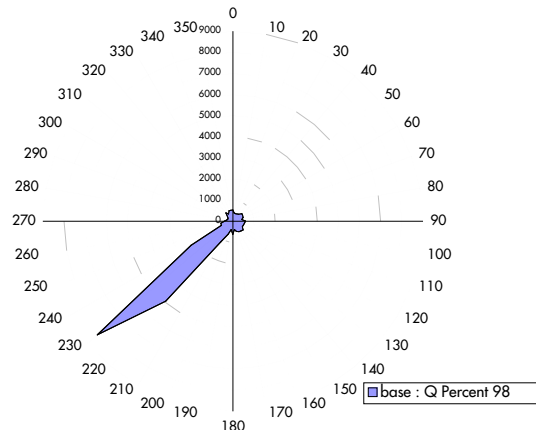
Globalement sur l'ensemble de la période de mesure, les concentrations en monoxyde de carbone sont demeurées faibles. La valeur limite fixée par le décret 2002-213 du 15 février 2002 à 10 000 µg/m³ en moyenne sur huit heures a été largement respectée puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint 3299 µg/m³ (soit 33 % de la valeur limite).

L'évolution temporelle des niveaux moyens et de pointe en CO montre des niveaux faibles avec la présence de hausses rapides des concentrations notamment les 4,10,11 24 mars et 1^{er} avril où le site de mesure se situait sous les vents de la fonderie.

Rose de pollution pour les niveaux moyens en CO mesurés à Toyota -Ancenis



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en CO mesurés à Toyota -Ancenis

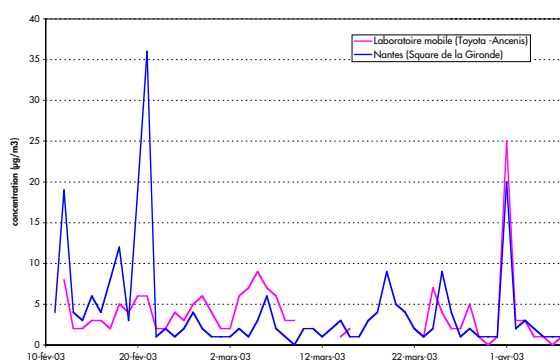


Les roses de pollution calculées pour les niveaux en CO mesurés à Toyota montrent une dissymétrie flagrante dans la direction 220°N où les teneurs sont les plus élevées. Les émissions de CO par la combustion de coke (cf. paragraphe III.1.1.3) ont donc un impact sur les concentrations. Cet impact est spatialement très localisé puisqu'il n'est visible que dans le secteur 210°N - 230°N. Il entraîne une augmentation des niveaux de pointe (percentile 98) d'un facteur 9 (soit un apport de CO de l'ordre de 4000 µg/m³).

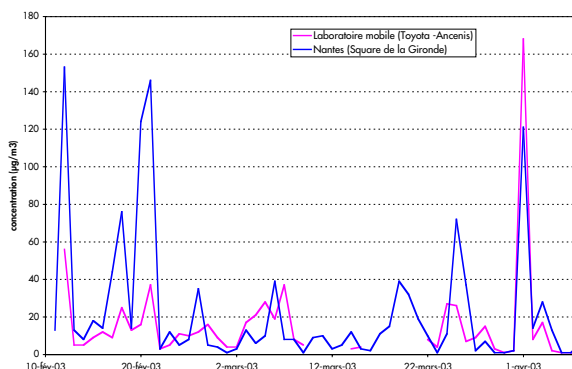
III.2.1.3.4. Les oxydes d'azote

III.2.1.3.4.1 Le monoxyde d'azote

Evolution des moyennes journalières en NO enregistrées du 11 février au 8 avril 2003



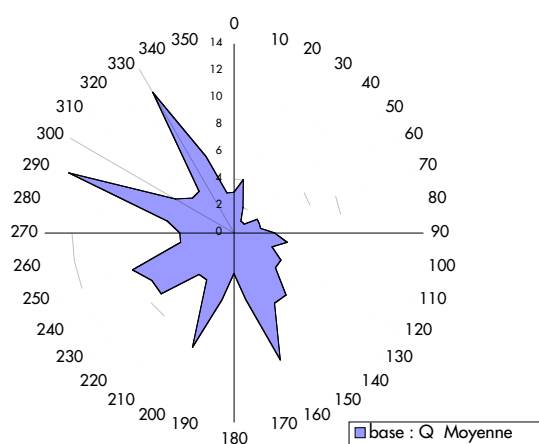
Evolution des maxima horaires en NO enregistrés du 11 février au 8 avril 2003



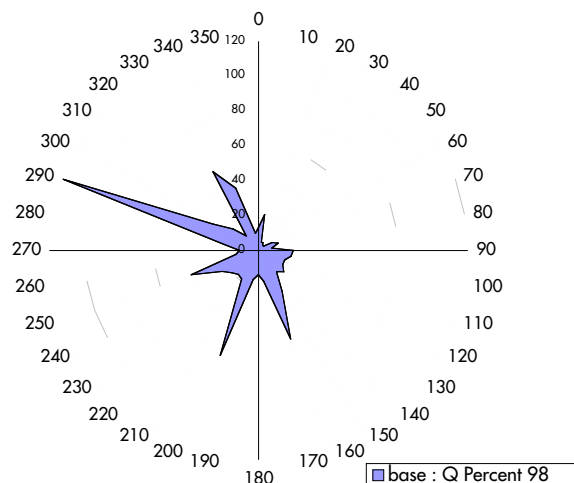
La comparaison des teneurs mesurées dans l'agglomération nantaise et à Toyota montre, des niveaux moyens et de pointe qui sont plus élevés dans l'agglomération nantaise. Les hausses en SO₂, CO qui apparaissent plus fréquemment entre le 9 janvier et le 13 février à Toyota ne sont pas visibles pour les teneurs en monoxyde d'azote. Ceci suggère alors l'absence d'impact des éventuelles émissions de NO de la fonderie sur les teneurs atmosphériques.

Cette remarque est confirmée par les roses de pollutions (cf. graphiques ci-après) qui ne montrent pas le secteur Sud - Ouest (210 °N-230°N) comme secteur privilégié.

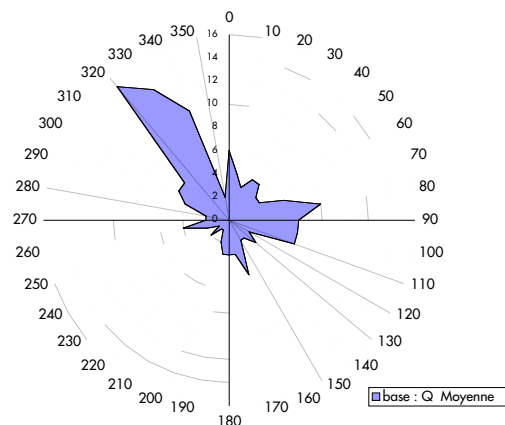
Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO mesurés à Toyota -Ancenis



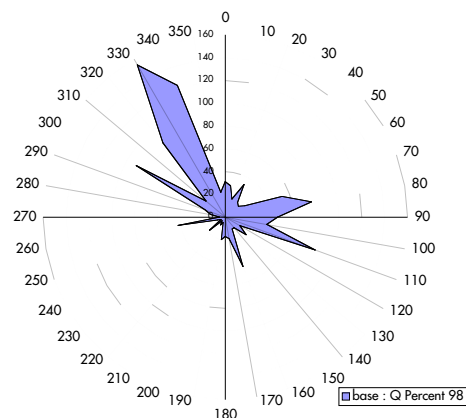
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO mesurés à Toyota -Ancenis



Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO mesurés au Square de la Gironde –St Herblain

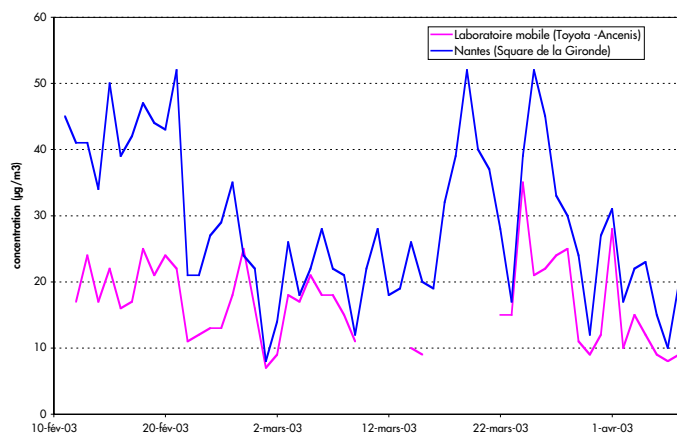


Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO mesurés au Square de la Gironde –St Herblain

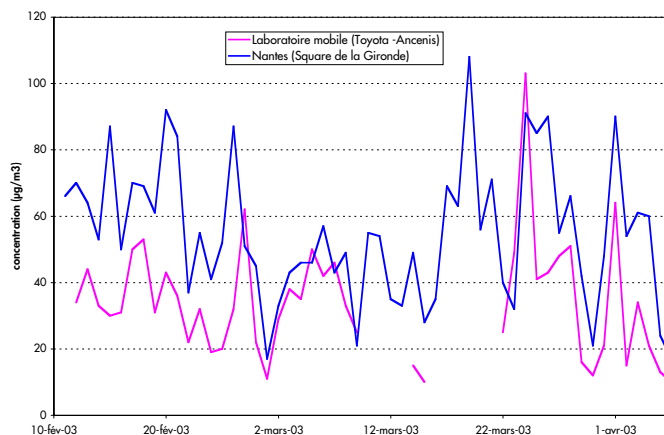


III.2.1.3.4.2 Le dioxyde d'azote

Evolution des moyennes journalières en NO₂ enregistrées du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Evolution des maxima horaires en NO₂ enregistrés du 30 novembre 2001 au 4 mars 2002



Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées sur le site de Toyota sont demeurées faibles tout au long de la campagne de mesure. La concentration horaire maximale a atteint que $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et reste inférieure d'un facteur 2 au seuil d'information de la population fixé par le décret du 15 février 2002 à $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure.

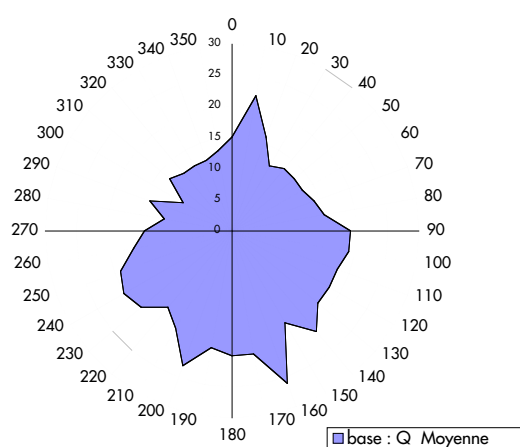
L'objectif de qualité et les valeurs limites définies dans le décret du 15 février 2002 sont basés sur des éléments statistiques (moyenne et percentiles) calculés sur l'année civile. Une comparaison stricte des niveaux de NO₂ mesurés sur 2 mois avec ces valeurs réglementaires ne peut donc pas être réalisée. Toutefois une évaluation du risque de dépassement de ces valeurs peut être effectuée en extrapolant à l'année entière les mesures enregistrées sur les 2 mois.

L'objectif de qualité de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, la valeur limite annuelle fixée à $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (à respecter au 1^{er} janvier 2003) et la future valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à respecter au 1^{er} janvier 2010) semblent avoir été respectés puisque la moyenne sur les deux de mesure a atteint $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

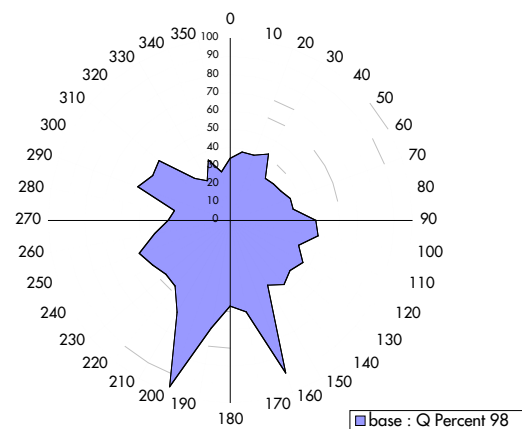
Les valeurs limites à respecter au 1^{er} janvier 2003 fixées respectivement à 200 µg/m³ en percentile 98 (soit 175 heures de dépassements de cette valeur horaire autorisés par année civile) et 270 µg/m³ en percentile 99,8 (soit 18 heures de dépassements de cette valeur horaire autorisés par année civile) ont une forte probabilité d'avoir été respectées. La future valeur limite à respecter au 1^{er} janvier 2010 fixée à 200 µg/m³ en percentile 99,8 a également une forte probabilité d'être respectée. En effet, aucun dépassement de la valeur horaire 200 µg/m³ n'a été constaté durant la période de mesure ; le maximum horaire n'atteignant que 103 µg/m³.

Par comparaison, les niveaux enregistrés dans l'agglomération nantaise sont systématiquement plus élevés que ceux mesurés à Toyota. La moyenne calculée au niveau du square de la Gironde s'élève à 29 µg/m³ tandis qu'elle n'atteint que 17 µg/m³ au niveau de Toyota. Comme pour le monoxyde d'azote, cette différence est certainement due à des émissions dues au trafic automobile plus importantes dans l'agglomération nantaise que sur le site de Toyota. Ceci suggère alors que les éventuelles émissions de NO₂ de la fonderie sont trop faibles pour impacter les concentrations atmosphériques mesurées à proximité de l'établissement. Cette remarque est d'ailleurs confirmée par les roses de pollution (cf. graphiques ci-après).

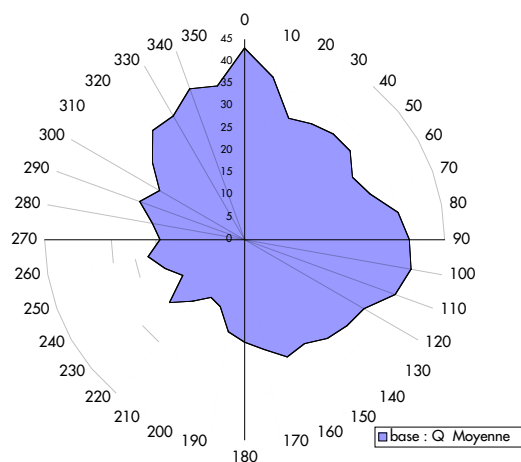
Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO₂ mesurés à **Toyota -Ancenis**



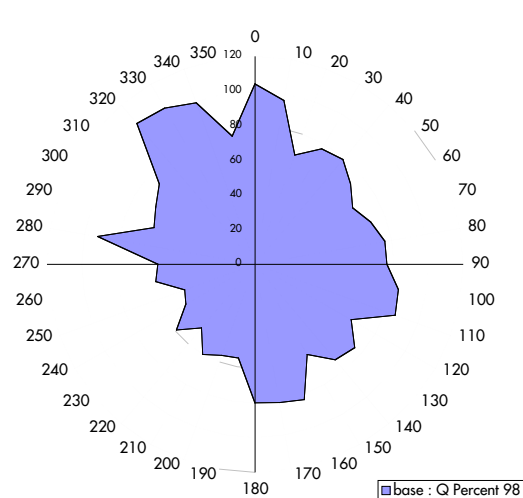
Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO₂ mesurés à **Toyota -Ancenis**



Rose de pollution pour les niveaux moyens en NO₂ mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



Rose de pollution pour les niveaux de pointe (Percentiles 98) en NO₂ mesurés au **Square de la Gironde -St Herblain**



III.2.1.4. Conclusions

III.1.4.1. Influence des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques mesurées à Toyota

Les mesures de pollution et des conditions météorologiques (direction et force du vent notamment) réalisées en continu à l'aide du laboratoire mobile ont permis de déterminer l'impact des émissions de la fonderie sur les teneurs enregistrées sur le site de Toyota.

Pour les oxydes d'azote, aucune influence des éventuels rejets de la fonderie n'est perceptible.

Pour les poussières fines de diamètre inférieur à 10 µm l'impact est faible (+ 30 µg/m³) et seulement visible sur les niveaux de pointe (percentiles 98).

Pour le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre, 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. Il entraîne une augmentation des niveaux de pointe (percentiles 98) d'un facteur 9 et 5 respectivement pour le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre.

III.2.1.4.2. Respect des valeurs réglementaires

Les seuils d'information de la population 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 2 et 3 aux seuils d'information.

Les valeurs limites et les objectifs de qualité définis par le décret du 15 février 2002 pour SO₂, PM10 et NO₂ sont basés sur des éléments statistiques (moyennes et percentiles) calculés sur l'année. Une comparaison stricte des niveaux enregistrés durant les 2 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 2 mois. Ainsi, les risques de dépassement des objectifs de qualités et des valeurs limites applicables au 1er janvier 2003 restent faibles pour SO₂, PM10 et NO₂. Les risques de dépassement des futures valeurs limites à respecter à l'horizon 2005 (SO₂, PM10) et 2010 (NO₂) sont également faibles. Toutefois il est à noter que le maximum journalier de PM10 (49 µg/m³) mesuré durant les deux mois de mesure est proche de la future valeur limite fixée pour ce polluant à 50 µg/m³.

- Enfin, la valeur limite pour le CO fixée par le décret du 15 février 2002 à 10 000 µg/m³ en moyenne sur huit heures a été largement respectée puisque la teneur maximale mesurée sur 8 heures consécutives a atteint 3299 µg/m³ (soit 33 % de la valeur limite).

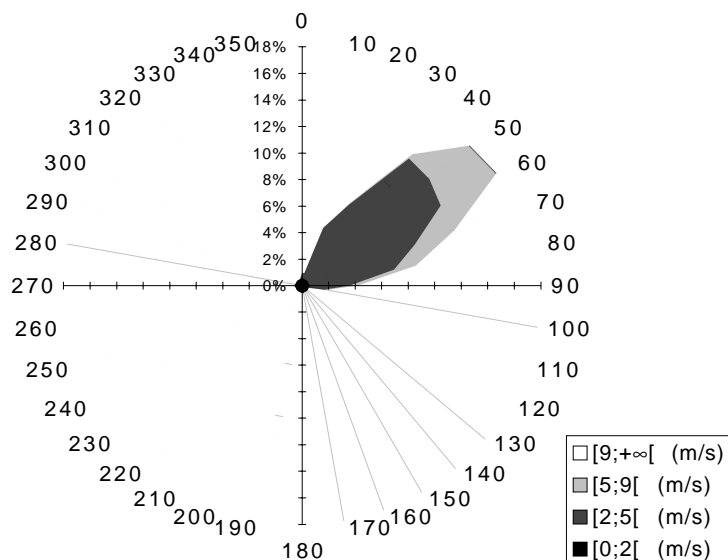
III.2.2 LES ANALYSES DE POUSSIÈRES TOTALES COLLECTÉES SUR FILTRES

Rappel : 4 collecteurs de poussières totales ont été installés sur les différents sites de mesure. Des prélèvements hebdomadaires ont été réalisés durant les 2 mois de campagne (soit 8 semaines). Des analyses gravimétriques et chimiques ont été effectuées sur l'ensemble des filtres collectés.

III.2.2.1. Les conditions météorologiques durant les 8 périodes de mesure

- Semaine 7: du 11 au 18 février 2003

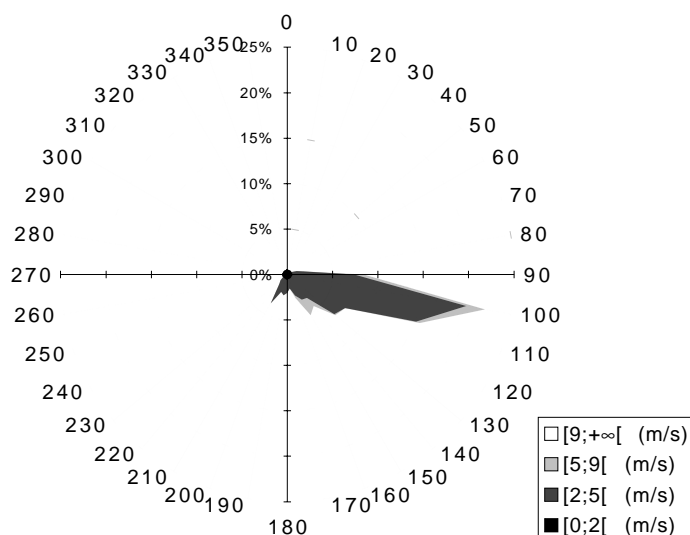
Rose des vents du 11 au 18 février 2003



Durant ces 7 jours les vents ont soufflé exclusivement du secteur Nord Est.

- Semaine 8 : du 18 au 25 février 2003

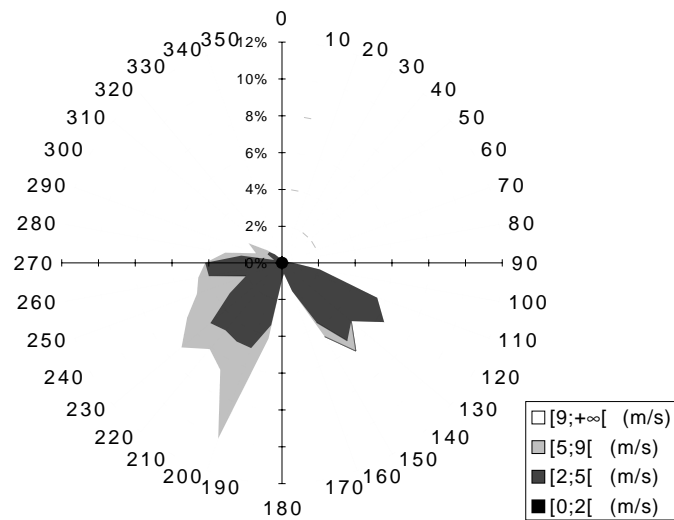
Rose des vents du 18 au 25 février 2003



Du 18 au 25 février, les vents ont soufflé essentiellement du secteur Est Sud Est [100°N-120°N].

- Semaine 9 : du 25 février au 4 mars 2003

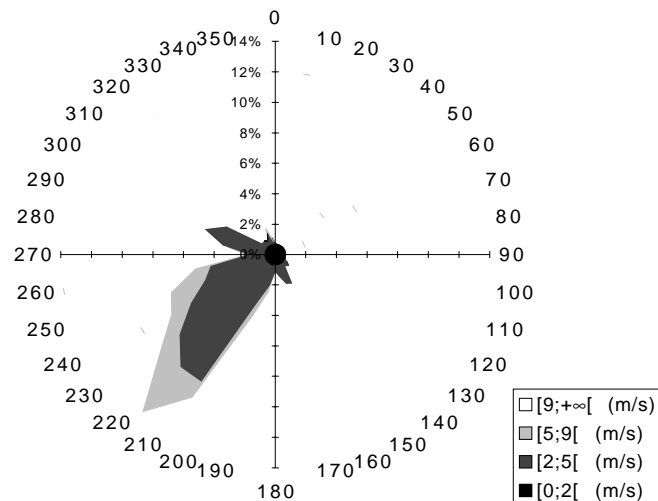
Rose des vents du 25 février au 4 mars 2003



Durant cette semaine, les vents ont soufflé du Sud avec une composante Sud Ouest et une seconde Sud Est.

- Semaine 10 : du 4 au 11 mars 2003

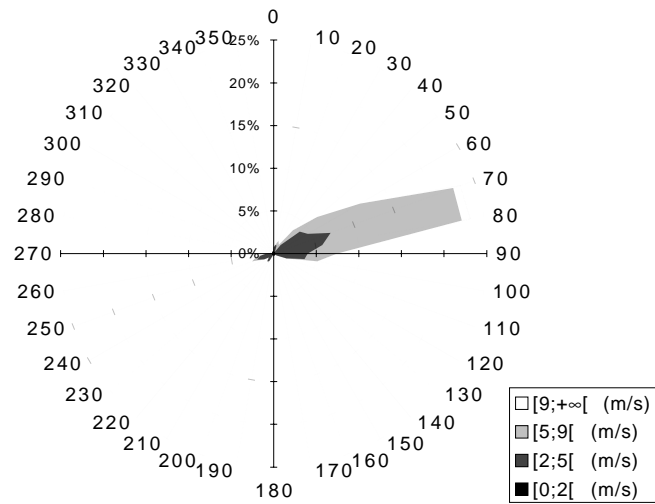
Rose des vents du 4 au 11 mars 2003



Durant cette période, les vents ont soufflé essentiellement du secteur Sud Ouest

- Semaine 11 : du 11 au 18 mars 2003

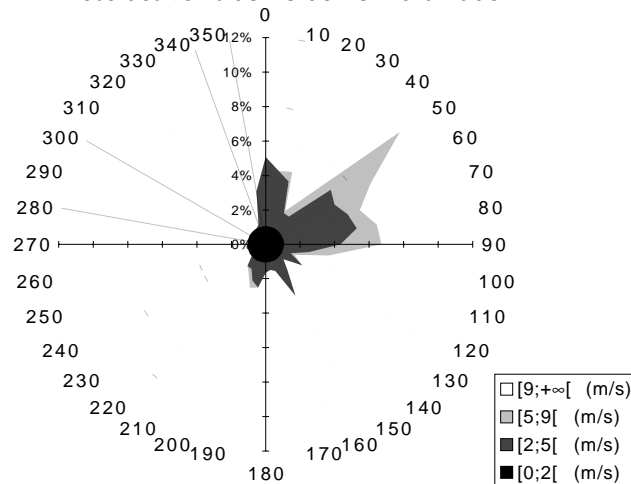
Rose des vents du 11 au 18 mars 2003



Durant cette semaine, les vents ont soufflé essentiellement du Nord Est.

- Semaine 12 : du 18 au 25 mars 2003

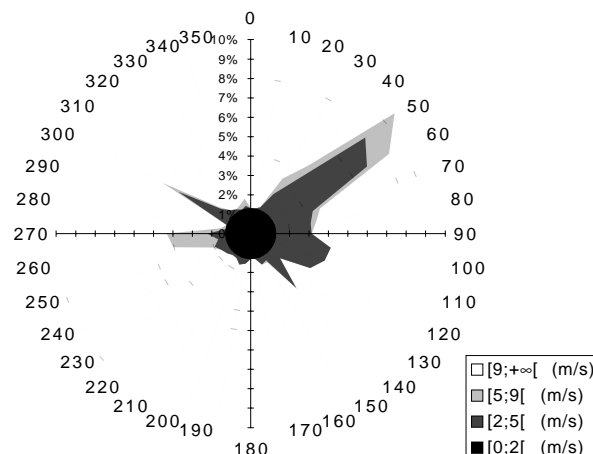
Rose des vents du 18 au 25 mars 2003



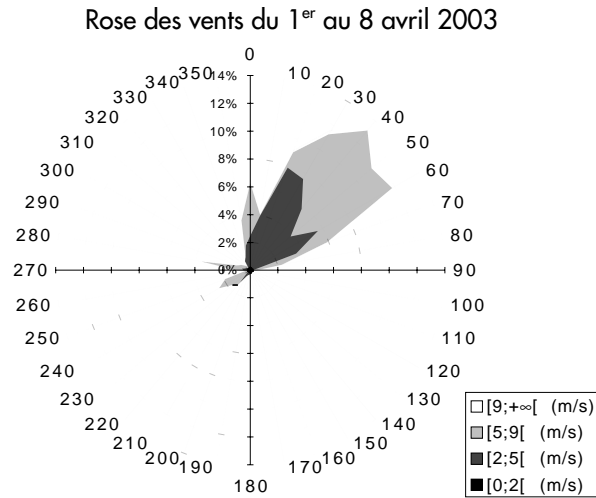
Comme la semaine précédente, les vents ont été orientés principalement au Sud Est

- Semaine 13 : du 25 mars au 1^{er} avril 2003

Rose des vents du 25 mars au 1^{er} avril 2003



- Semaine 14 : du 1^{er} au 8 avril 2003



Comme les semaines précédentes, les vents ont été orientés au Nord Est.

III.2.2.2. Fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites

Les résultats des deux campagnes de mesures menées avec le laboratoire mobile ont montré que le site de Toyota (site 2) était impacté lorsque les vents étaient compris entre 210 °N et 230°N. Pour les autres sites, nous avons conservé les secteurs déterminés lors de la première campagne qui ont été calculés en tenant compte de leur position précise par rapport à la fonderie et en conservant la même amplitude angulaire de 20 °.

Le tableau suivant récapitule pour les 4 sites les secteurs d'influence potentielle de la fonderie.

Tableau n° 27 : sites de mesure et secteurs d'influence potentielle de la fonderie

Sites	Secteurs d'influence
Site 1 (entreprise C Daniel)	[160°N - 180°N]
Site 2 (Toyota)	[210°N - 230°N]
Site 3 (La Sinandière)	[30°N - 50°N]
Site 4 (entreprise Dolka)	[260°N - 280°N]

La fréquence d'influence de la fonderie sur les différents sites correspond à la fréquence d'apparition dans les secteurs considérés des vents établis (supérieurs à 2m/s) mesurés par le laboratoire mobile sur le site de Toyota pendant les deux mois de mesure.

Tableau n°28 : Fréquences d'apparition des vents établis dans les 4 secteurs d'influence et pour les 8 périodes de mesure

	[30°N - 50°N]	[160°N - 180°N]	[210°N - 230°N]	[260°N - 280°N]
Semaine 7 : du 11 au 18 février	35 %	0 %	0%	0%
Semaine 8 : du 18 au 25 février	0%	4,7%	4,5%	0%
Semaine 9 : du 25 février au 4 mars	0%	2,2%	19,0%	11,0%
Semaine 10 : du 4 au 11 mars	0%	2,5%	32,0%	8,6%
Semaine 11 : du 11 au 18 mars	11%	0%	2,7%	3,0%
Semaine 12 : du 18 au 25 mars	12,8%	1,6%	1,5%	0%
Semaine 13 : du 25 mars au 1 ^{er} avril	13,5%	0,4%	0,5%	6,0%
Semaine 14 : du 1 ^{er} au 8 avril	35,6%	0%	2,9%	4,2%

Le tableau n°29 récapitule pour chaque période le degré relatif d'influence de la fonderie. Quatre niveaux sont distingués :

- « pas d'influence » lorsque le site est sous les vents de la fonderie durant moins de 1 % du temps
- « peu d'influence » lorsque le site est sous les vents de la fonderie entre 1% et 10 % du temps
- « influencé » lorsque le site est sous les vents de la fonderie entre 10% et 20 % du temps
- « fortement influencé » lorsque le site est sous les vents de la fonderie durant plus de 20 % du temps.

Tableau n°29 : degrés d'influence de la fonderie pour les 4 sites de mesures durant les huit périodes de mesure.

	Site 1	Site 2	Site 3	Site 4
Semaine 7 : du 11/02 au 18/02/03	pas d'influence	pas d'influence	fortement influencé	pas d'influence
Semaine 8 : du 18/02 au 25/02/03	peu d'influence	peu d'influence	pas d'influence	pas d'influence
Semaine 9 : du 25/02 au 04/03/03	peu d'influence	influencé	pas d'influence	influencé
Semaine 10 : du 04/03 au 11/03/03	peu d'influence	fortement influencé	pas d'influence	peu d'influence
Semaine 11 : du 11/03 au 18/03/03	pas d'influence	peu d'influence	influencé	peu d'influence
Semaine 12 : du 18/03 au 25/03/03	peu d'influence	peu d'influence	influencé	pas d'influence
Semaine 13 : du 25/03 au 01/04/03	pas d'influence	pas d'influence	influencé	peu d'influence
Semaine 14 : du 01/04 au 08/04/03	pas d'influence	peu d'influence	fortement influencé	peu d'influence

pas d'influence

peu d'influence

influencé

fortement influencé



III.2.2.3. Les activités de la fonderie durant les huit périodes de mesure

Tableau n°30 : activités de la fonderie durant du 11 février au 8 avril 2003

Période de mesure	date	fusion ?	autres activités ?
Semaine 7 : du 11/02 au 18/02/03	11-fév	oui	oui
	12-fév	oui	oui
	13-fév	non	oui
	14-fév	oui	non
	15-fév	non	non
	16-fév	non	non
	17-fév	oui	oui
	18-fév	oui	oui
Semaine 8 : du 18/02 au 25/02	18-fév	oui	oui
	19-fév	oui	oui
	20-fév	non	oui
	21-fév	oui	non
	22-fév	non	non
	23-fév	non	non
	24-fév	oui	oui
Semaine 9 : du 25/02 au 04/03/03	25-fév	oui	oui
	26-fév	oui	oui
	27-fév	non	oui
	28-fév	non	non
	1-mars	non	non
	2-mars	non	non
	3-mars	oui	oui
	4-mars	oui	oui
Semaine 10 : du 04/03 au 11/03/03	4-mars	oui	oui
	5-mars	oui	oui
	6-mars	non	oui
	7-mars	non	non
	8-mars	non	non
	9-mars	non	non
	10-mars	oui	oui
	11-mars	oui	oui
Semaine 11 : du 11/03 au 18/03/03	11-mars	oui	oui
	12-mars	oui	oui
	13-mars	non	oui
	14-mars	non	non
	15-mars	non	non
	16-mars	non	non
	17-mars	oui	oui
	18-mars	oui	oui
Semaine 12 : du 18/03 au 25/03/03	18-mars	oui	oui
	19-mars	oui	oui
	20-mars	non	non
	21-mars	non	non
	22-mars	non	non
	23-mars	non	non
	24-mars	oui	oui
	25-mars	oui	oui
Semaine 13 : du 25/03 au 01/04/03	25-mars	oui	oui
	26-mars	non	oui
	27-mars	non	oui
	28-mars	non	non
	29-mars	non	non
	30-mars	non	non
	31-mars	non	oui
	1-avr	oui	oui
Semaine 14 : du 01/04 au 08/04/03	1-avr	oui	oui
	2-avr	oui	oui
	3-avr	non	oui
	4-avr	non	non
	5-avr	non	non
	6-avr	non	non
	7-avr	oui	oui
	8-avr	oui	oui

Source GMBA









Ce tableau appelle les commentaires suivants :

Au cours des 8 semaines de mesure, le taux de fonctionnement des activités de fusion a été supérieur à 40 % durant 7 semaines soit plus de 3 jours de fusion par semaine. Durant la semaine (du 25/03 au 01/04) le taux de fusion n'a été que de 14 % soit une seule journée de fusion sur les 7.

Le tableau ci-après indique par des couleurs le degré d'activité de la fonderie lors des 8 périodes de mesure. Quatre niveaux sont distingués :

- « pas d'activité » qui correspond à l'arrêt total des activités de fusion et autres,
- « faible activité » lorsque l'activité de fusion est inférieure ou égale à 20 % du temps
- « activité moyenne » lorsque la fusion est effectuée pendant de 30 % à 50 % du temps
- « activité forte » lorsque la fusion est effectuée pendant plus de 50 % du temps

Tableau n°31 : degrés d'activité de la fonderie en fonction des périodes de mesure

	degré d'activité
semaine 7	
semaine 8	
semaine 9	
semaine 10	
semaine 11	
semaine 12	
semaine 13	
semaine 14	

pas d'activité :
 activité faible :
 activité moyenne :
 activité forte



III.2.2.4. Les mesures gravimétriques

Le tableau ci-après récapitule l'ensemble des concentrations en poussières totales mesurées sur les différents sites lors des 8 semaines de mesure. Les couleurs figurées dans la colonne « sites de mesure » indiquent le degré d'influence de la fonderie sur le site et la période considérée tandis que celles figurées dans la colonne « Période de mesure » indiquent l'activité de la fonderie.

Période de mesure	site de mesure	Conc. poussières (µg/m ³)
semaine 7 du 11/02 au 18/02/03	site1	53,9
	site 2	36,7
	site 3	34,0
	site 4	43,8
semaine 8 du 18/02 au 25 /02/03	site1	33,5
	site 2	27,4
	site 3	34,5
	site 4	31,2
semaine 9 du 25/02 au 04/03/03	site1	14,8
	site 2	16,5
	site 3	16,5
	site 4	17,8
semaine 10 du 04/03 au 11/03/03	site1	30,0
	site 2	29,4
	site 3	22,7
	site 4	30,8
semaine 11 du 11/03/03 au 18/03/03	site1	36,5
	site 2	28,8
	site 3	27,8
	site 4	38,0
semaine 12 du 18/03/03 au 25/03/03	site1	83,2
	site 2	56,3
	site 3	53,8
	site 4	58,3
semaine 13 du 25/03 au 01/04/03	site1	
	site 2	34,7
	site 3	36,4
	site 4	36,2
semaine 14 du 01/04 au 08/04/03	site1	28,5
	site 2	24,7
	site 3	15,5
	site 4	42,4
minimum		14,8
moyenne		34,7
maximum		83,2

Tableau n° 32 : concentrations en poussières totales mesurées sur les 4 sites de mesures durant les 8 périodes

Ces résultats appellent les commentaires suivants :

- Durant les 8 semaines de mesure les niveaux d'empoussièrement moyens sont demeurés à des niveaux faibles à modérés (de 15 µg/m³ à 83 µg/m³)
- l'étude des niveaux de concentrations en fonction du degré d'influence des rejets de la fonderie sur chaque site ne **montre aucune influence significative des rejets sur les concentrations moyennes en poussières**. Les sites sous influence présentent des niveaux similaires ou parfois inférieurs (cf. semaine 7 et 14) à ceux peu influencés.
- la concentration hebdomadaire maximale (83 µg/m³) a été enregistrée sur le site 1 durant la semaine 12. Durant cette période ce site a été peu sous l'influence des rejets de la fonderie (1,6 %) . A contrario, le site 3 a été , durant la même période, sous l'influence de l'établissement plus longtemps (12,8%) et a enregistré des niveaux en poussières plus faibles (53,8 µg/m³).

En conclusion, il semble que les rejets de poussières par la fonderie n'ont pas d'impact visible sur les concentrations atmosphériques mesurées sur plusieurs jours autour de l'établissement.

III.2.2.5. Les mesures de métaux

L'ensemble des concentrations en métaux (As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn) est reporté dans le tableau ci-dessous. De la même façon que pour les mesures gravimétriques, les différentes couleurs indiquent le degré d'influence de la fonderie et l'activité de la fonderie.

Tableau n° 33 : concentrations en métaux (As, Cd, Ni, Pb, Fe et Zn) mesurées sur les 4 sites du 11 février au 8 avril 2003

	A	B	C	D	E	F	G	H
	Période de mesure	site de mesure	Arsenic (As) ng/m ³	Cadmium (Cd) ng/m ³	Plomb (Pb) ng/m ³	Nickel (Ni) ng/m ³	Fer (Fe) ng/m ³	Zinc (Zn) ng/m ³
2	semaine 7 du 11/02 au 18/02/03	site 1	1,69	0,64	17,16	4,73	824,15	69,67
3		site 2	0,90	0,28	12,76	2,56	243,93	39,70
4		site 3	0,90	0,27	27,99	2,54	354,12	53,72
5		site 4	1,07	0,34	16,00	3,49	362,06	83,48
6	semaine 8 du 18/02 au 25/02/03	site 1	1,25	0,22	11,15	3,00	443,90	35,11
7		site 2	0,73	0,21	8,32	2,29	242,34	26,29
8		site 3	0,60	0,24	8,47	3,28	285,35	28,03
9		site 4	0,60	0,19	8,60	2,89	253,38	62,17
10	semaine 9 du 25/02 au 04/03/03	site 1	0,24	0,05	6,73	2,05	258,46	19,41
11		site 2	0,22	0,06	6,91	2,33	287,65	15,69
12		site 3	0,12	0,24	3,31	1,60	142,61	11,03
13		site 4	0,30	0,12	47,75	3,07	386,08	102,22
14	semaine 10 du 04/03 au 11/03/03	site 1	0,56	0,23	45,69	3,01	577,76	59,81
15		site 2	0,79	0,36	97,13	3,27	948,65	108,09
16		site 3	0,27	0,10	4,34	2,36	224,99	15,97
17		site 4	0,51	0,33	37,72	1,98	421,77	66,37
18	semaine 11 du 11/03/03 au 18/03/03	site 1	6,92	0,43	20,67	7,32	2208,53	59,45
19		site 2	0,48	0,18	13,49	2,02	317,77	42,84
20		site 3	0,53	0,20	32,49	2,75	610,95	52,59
21		site 4	0,51	0,23	18,77	2,75	616,11	118,68
22	semaine 12 du 18/03/03 au 25/03/03	site 1	2,58	0,44	52,34	6,23	1881,01	108,92
23		site 2	0,88	0,39	23,98	4,72	723,87	58,83
24		site 3	0,84	0,62	129,19	5,84	1024,89	149,40
25		site 4	0,77	0,47	26,91	5,53	811,84	96,65
26	semaine 13 du 25/03 au 01/04/03	site 1						
27		site 2	0,58	0,27	13,79	3,44	553,58	32,77
28		site 3	0,59	0,26	13,50	2,79	570,69	64,92
29		site 4	0,60	0,38	34,22	3,28	686,60	66,16
30	semaine 14 du 01/04 au 08/04/03	site 1	0,49	0,23	70,97	3,44	909,84	144,02
31		site 2	0,30	0,17	29,47	3,07	500,25	38,24
32		site 3	0,10	0,07	4,29	2,13	159,23	11,92
33		site 4	1,27	0,15	10,71	3,81	1090,78	36,59
34	minimum moyenne maximum		0,10	0,05	3,31	1,60	142,61	11,03
35			0,91	0,27	27,58	3,34	610,42	60,60
36			6,92	0,64	129,19	7,32	2208,53	149,40
37								

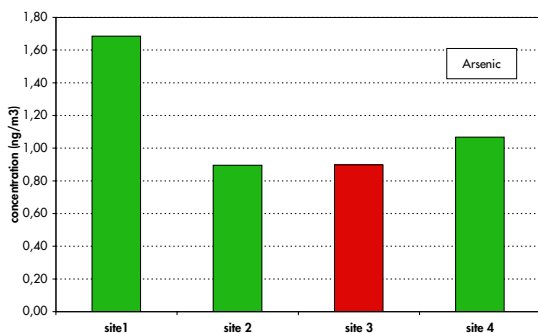
Les concentrations en métaux autour de la fonderie sont cohérentes avec celles mentionnées dans l'étude de Schroeder et al (1987). Les gammes de concentrations en As, Ni, Cd au voisinage de la fonderie sont cohérentes avec celles observées autour des deux UIOM. En revanche, les niveaux maximaux en Pb et Zn mesurés à proximité de la fonderie sont supérieurs à ceux enregistrés autour des UIOM tandis que les niveaux minimaux restent comparables.

III.2.2.5.1. Estimation de l'éventuel impact des rejets de la fonderie sur les concentrations en métaux.

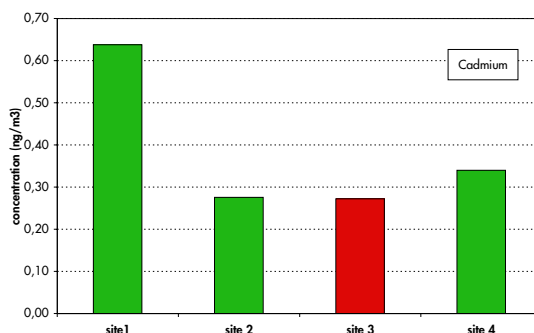
III.2.2.5.1.1. Du 11 au 18 février 2003

Les graphiques suivants montrent les concentrations en As, Ni, Cd, Pb, Fe et Zn mesurés sur les 4 sites. Les couleurs mentionnées représentent comme précédemment le degré d'influence de la fonderie sur chaque site.

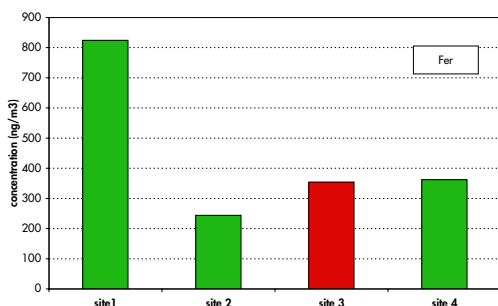
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**



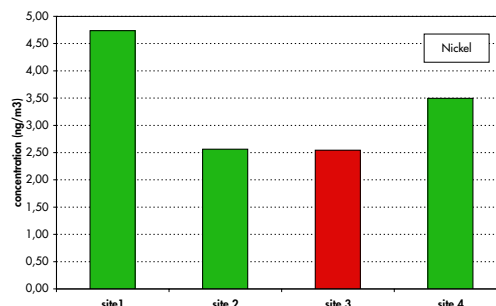
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**



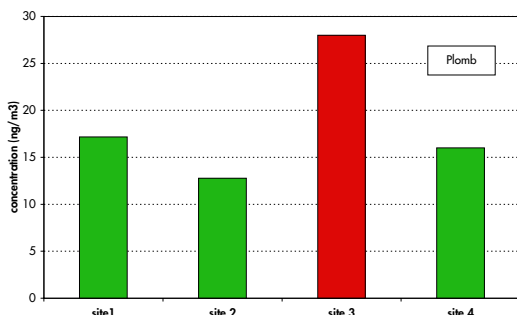
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**



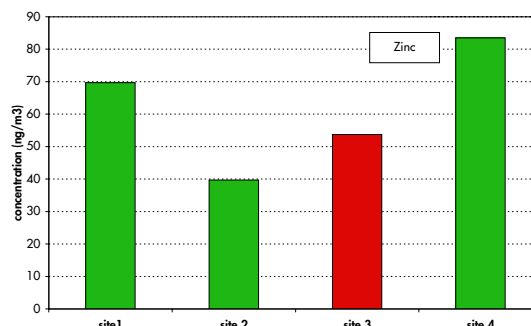
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**

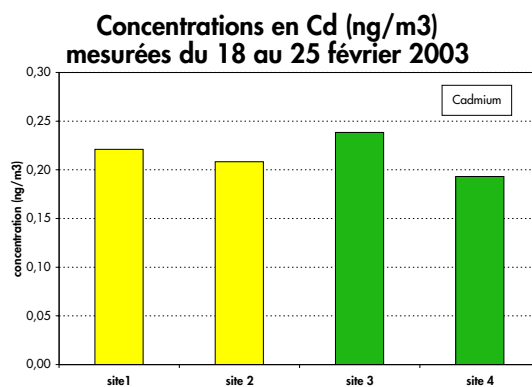
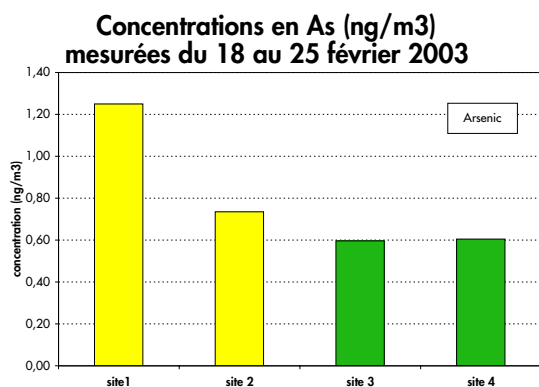


**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 février**

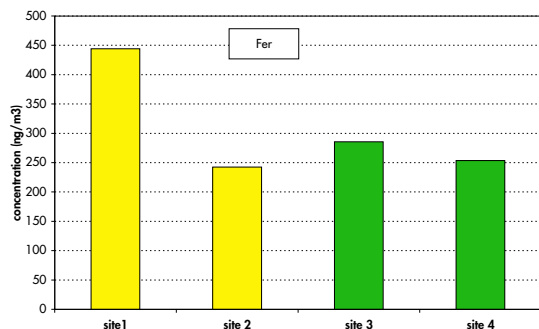


Les concentrations en As, Ni, Cd, Fe et Zn mesurées sur les sites non influencés (sites 1,2,4) sont identiques voire supérieures à celles enregistrées sur le site 3 qui a été sous les vents des rejets de la fonderie pendant 35 % du temps. Ceci suggère une absence d'influence des rejets pour ces métaux sur le site 3 durant cette période mesure. En revanche, les niveaux de Pb sont légèrement supérieures sur le site 3 par comparaison aux autres sites indiquant un léger impact des rejets sur les concentrations en Pb.

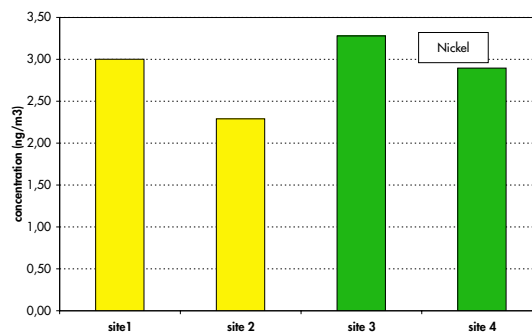
III.2.2.5.1.2. Du 18 au 25 février 2003



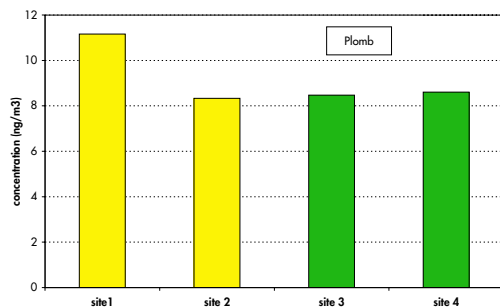
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 février 2003**



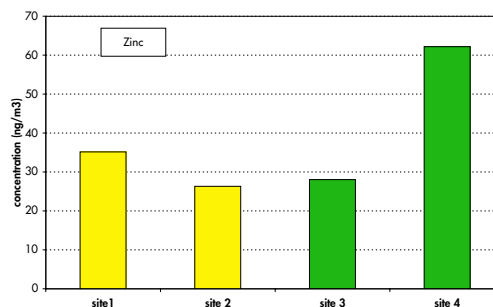
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 février 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 février 2003**



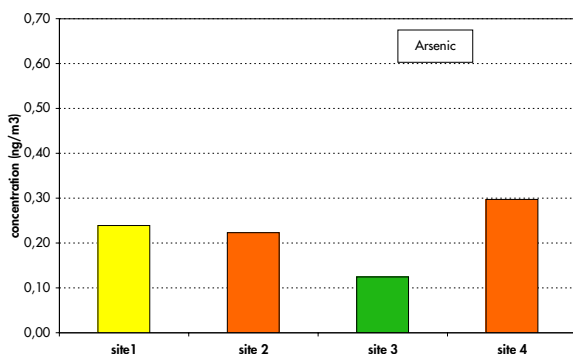
**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 février 2003**



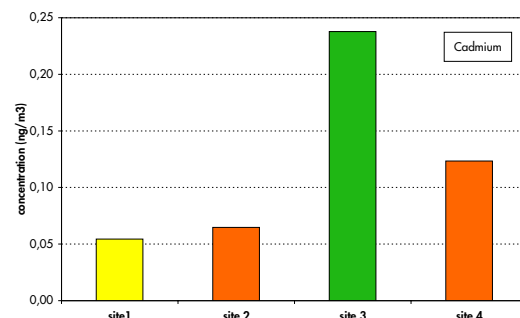
Pour les 6 métaux, les concentrations mesurées du 18 au 25 février restent homogènes sur l'ensemble des sites de mesure. Il est noté que durant cette période les sites ont potentiellement été très peu exposés aux rejets de la fonderie (cf. tableau n°28).

III.2.2.5.1.3. Du 25 février au 4 mars 2003

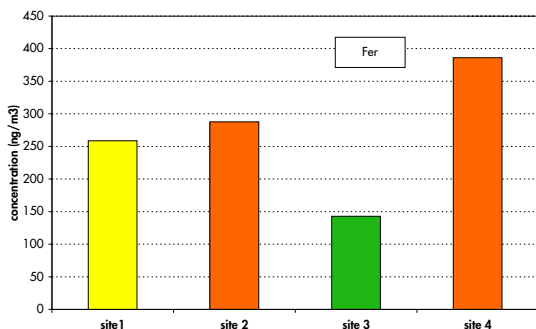
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



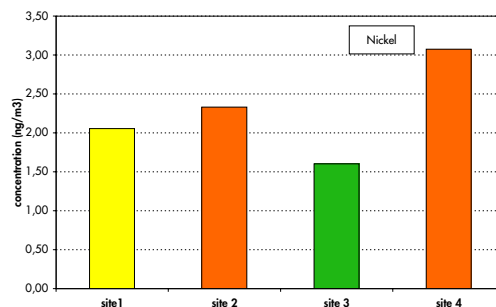
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



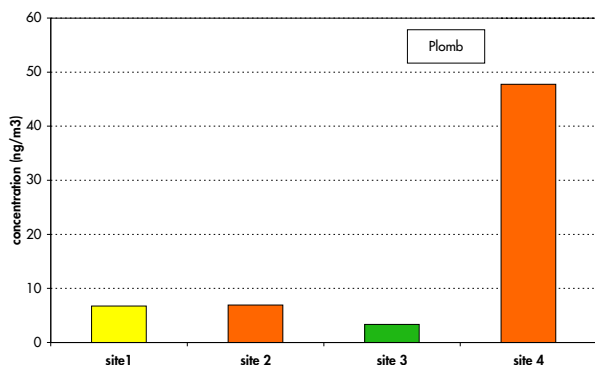
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



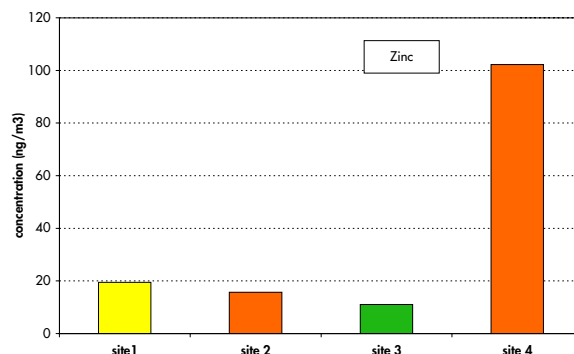
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



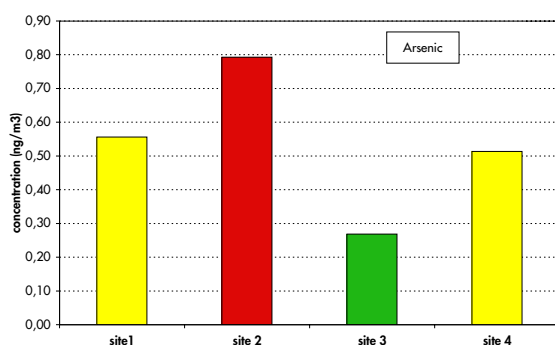
**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 25 février au 4 mars 2003**



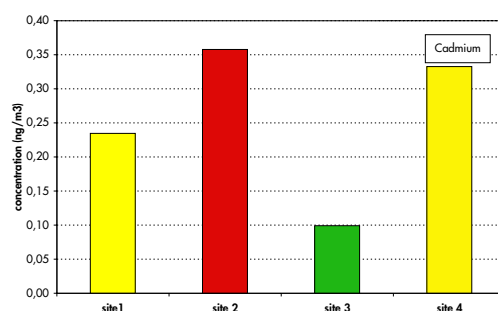
La comparaison des concentrations en As, Ni, Cd, Fe mesurées sur les différents sites n'indiquent pas d'influence significative des rejets de la fonderie puisque les teneurs mesurées sur les sites potentiellement peu ou pas impactés (sites 1 et 3) sont similaires voire supérieures à celles enregistrées sur les sites 2 et 4 (respectivement 19% et 11 % du temps sous les vents de la fonderie). En revanche, les concentrations en Pb, Zn et dans une moindre mesure en Fe mesurées sur le site 4 sont supérieures à celles enregistrées sur les autres sites et notamment le site 3. Ceci suggère une influence des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en Fe, Zn et Pb mesurées sur le site 4. Par comparaison au site 3 qui n'a jamais été sous les vents de la fonderie les concentrations en Pb, Zn et Fe sur le site 4 sont respectivement 14, 9 et 2,7 fois plus élevées soit une élévation de 44 ng/m³ pour Pb, 244 ng/m³ pour Fe et 91 ng/m³ pour Zn.

III.2.2.5.1.4. Du 4 au 11 mars 2003

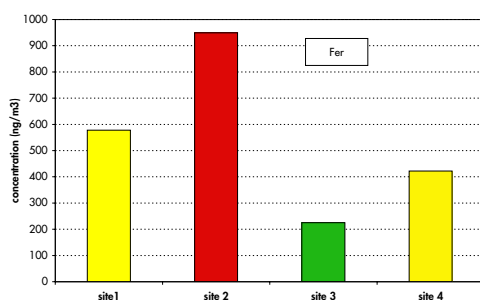
Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



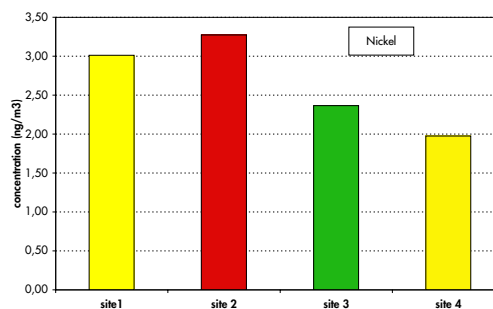
Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



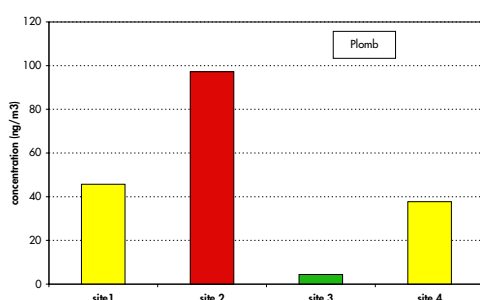
Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



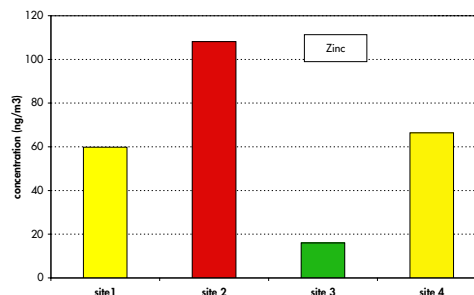
Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 4 au 11 mars 2003



Sur l'ensemble des 6 métaux mesurés, nous retrouvons les mêmes caractéristiques :

- Les concentrations les plus faibles sont celles enregistrées sur le site 3 qui n'a jamais été sous les vents de l'usine.
- Les concentrations les plus élevées ont été mesurées sur le site 2 qui a été le plus sous l'influence de la fonderie (32 % du temps).
- Les concentrations mesurées sur les sites 1 et 4 sont proches ; ces sites se situant sous les vents de la fonderie dans les mêmes proportions.

Ceci suggère donc un impact des émissions de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en métaux.

Sachant que le site 3 n'a jamais été influencé par les rejets de la fonderie, les teneurs mesurées sur ce site peuvent être considérées comme les concentrations minimales en l'absence de rejets. A partir de ces données, nous pouvons évaluer l'impact de la fonderie pour chaque métal sur les 3 sites influencés. Les tableaux ci-après résument les impacts relatifs et absolus des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en métaux. L'impact relatif correspond au rapport entre les concentrations mesurées sur les sites influencés et celles enregistrées sur le site vierge de toutes influences. L'impact absolu exprimé en ng/m³ est égal à la différence entre les teneurs de sites sous influence et celles du site hors influence.

Tableau n° 34: impact relatif des rejets de la fonderie lors de la première période de mesure

	A	B	C	D	E	F	G	H
41	Période de mesure	site/site3	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	Nickel (Ni)	Fer (Fe)	Zinc (Zn)
42	semaine 10 du 04/03 au 11/03/03	site1/site3	2,1	2,4	10,5	1,3	2,6	3,7
43		site 2/site 3	3,0	3,6	22,4	1,4	4,2	6,8
44		site4/site3	1,9	3,4	8,7	0,8	1,9	4,2

Tableau n°35 : impact absolu (ng/m³) des rejets de la fonderie lors de la première période de mesure

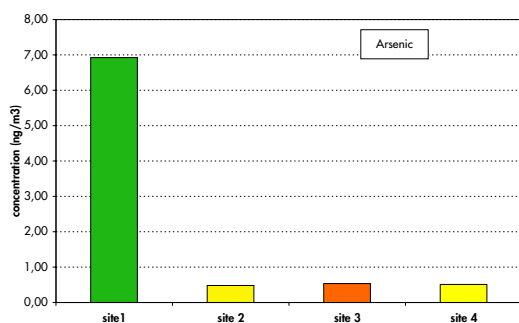
	A	B	C	D	E	F	G	H
46	Période de mesure	site/site3	Arsenic (As)	Cadmium (Cd)	Plomb (Pb)	Nickel (Ni)	Fer (Fe)	Zinc (Zn)
47	semaine 10 du 04/03 au 11/03/03	site1-site3	0,3	0,1	41,4	0,6	352,8	43,8
48		site 2-site 3	0,5	0,3	92,8	0,9	723,7	92,1
49		site4-site3	0,2	0,2	33,4	-0,4	196,8	50,4

D'après ces deux tableaux, nous constatons que :

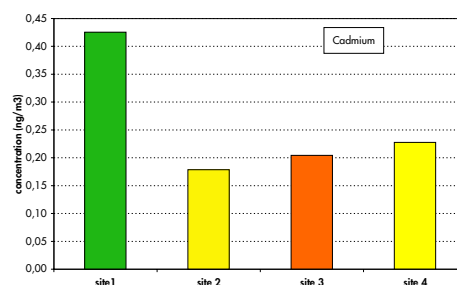
- L'impact relatif de la fonderie sur les teneurs atmosphériques est particulièrement important pour le plomb et le zinc puis dans une moindre mesure pour Cd, Fe et Ni.
- L'impact absolu exprimé en concentrations montre que l'apport de poussières métalliques par les rejets de la fonderie est important pour **Fe, Zn et Pb (de l'ordre la centaine de ng/m³ pour Pb et Zn et de plusieurs centaines de ng/m³ pour Fe) tandis qu'il est beaucoup plus faible pour As, Cd, Ni (inférieur au ng/m³).**

III.2.2.5.1.5. Du 11 au 18 mars 2003

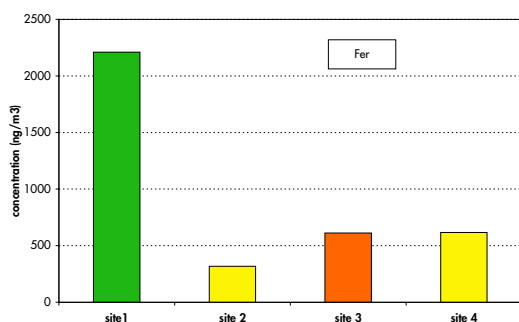
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



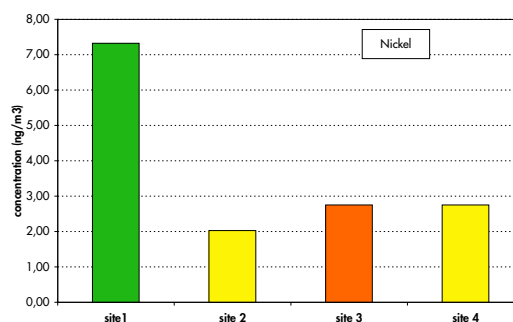
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



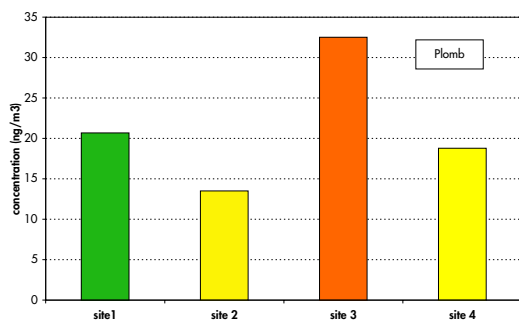
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



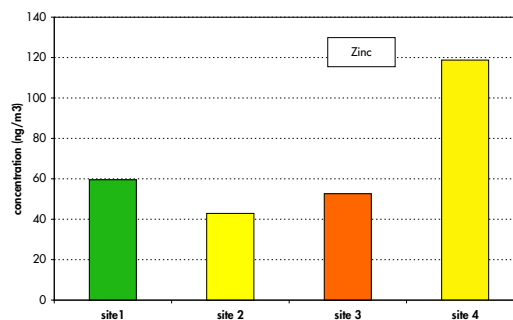
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



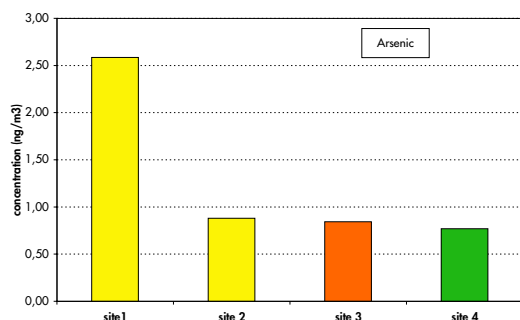
**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 11 au 18 mars 2003**



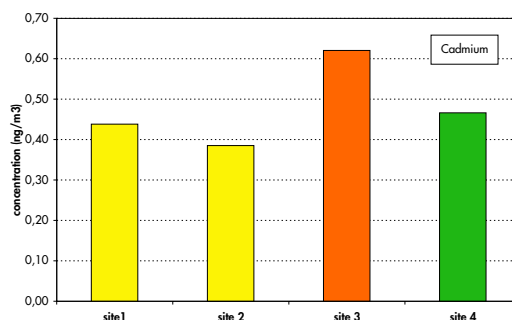
Durant cette période, les sites ont été potentiellement peu exposés aux émissions de la fonderie. Le site le plus exposé (site 3) l'a été durant 11 % du temps. La comparaison des teneurs en métaux en fonction du degré d'influence de la fonderie ne montre aucune influence significative des émissions de la fonderie sur les teneurs en As, Cd, Fe, Ni et Zn notamment les niveaux en As, Cd, Fe, Ni enregistrés sur le site 1 (site non influencé) sont supérieurs à ceux des autres sites. En revanche, les teneurs en Pb mesurées sur le site 3 sont légèrement supérieures (+12 ng/m³) à celles mesurées sur les autres sites.

III.2.2.5.1.6. Du 18 au 25 mars 2003

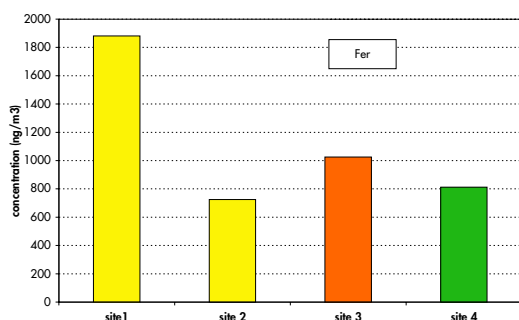
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**



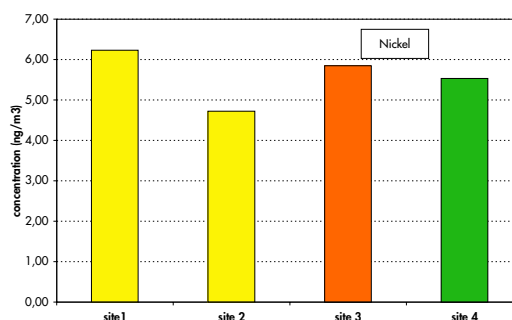
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**



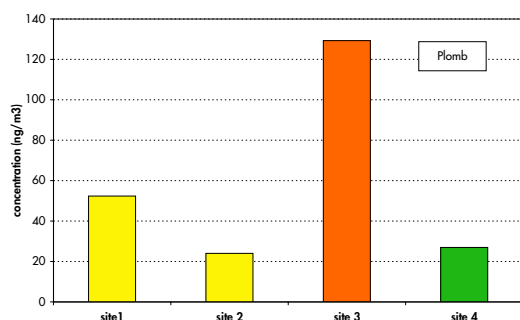
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**



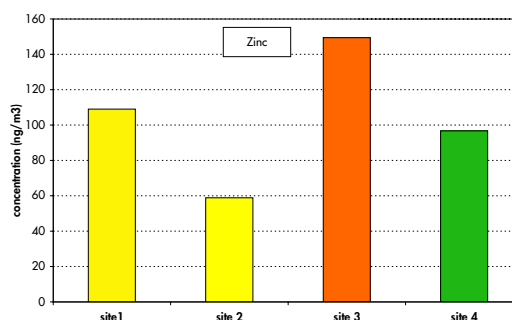
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**



**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 18 au 25 mars 2003**

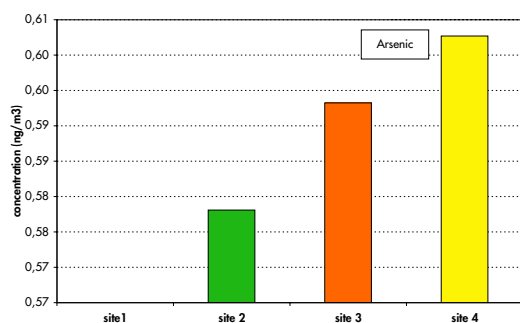


Du 18 au 25 mars 2003, le site 3 a été sous les vents de la fonderie durant 13 % du temps les autres sites ont été très rarement exposés au rejets de l'établissement et notamment le site 4 qui n'a jamais été sous les vents de GMBA.

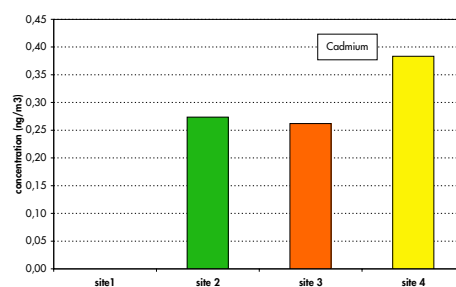
La comparaison des niveaux en As, Cd, Fe, Ni enregistrés sur les différents sites ne montrent pas de différences significatives des émissions de la fonderie. La concentration en Plomb et dans une moindre mesure en Zinc enregistrées sur le site 3 sont supérieures à celles des autres sites et notamment du site 4 non exposé ce qui suggère une influence des émissions de la fonderie sur les teneurs en ces deux métaux sur le site 3.

III.2.2.5.1.7. Du 25 mars au 1^{er} avril 2003

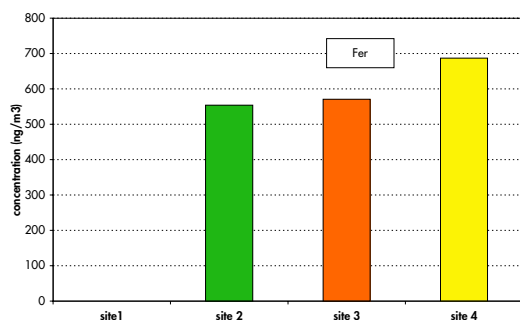
**Concentrations en As (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



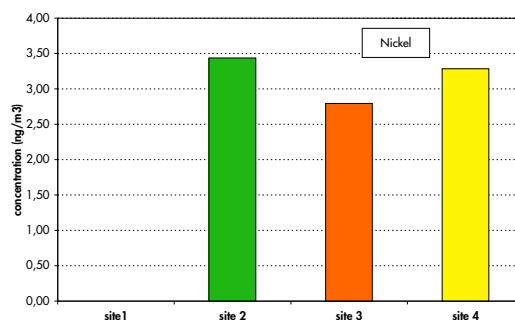
**Concentrations en Cd (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



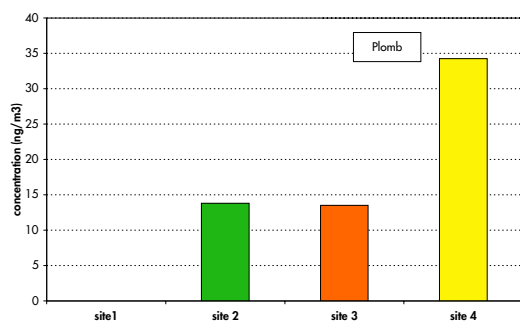
**Concentrations en Fe (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



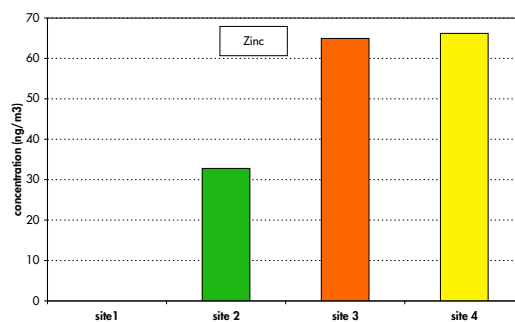
**Concentrations en Ni (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



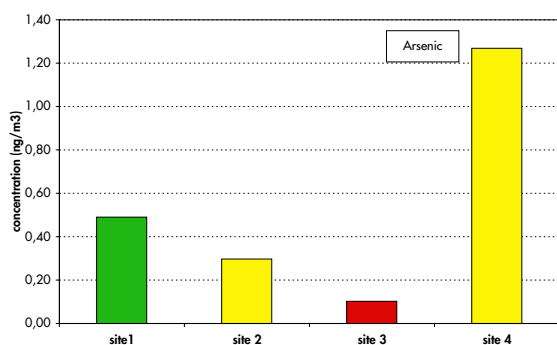
**Concentrations en Zn (ng/m³)
mesurées du 25 mars au 1^{er} avril 2003**



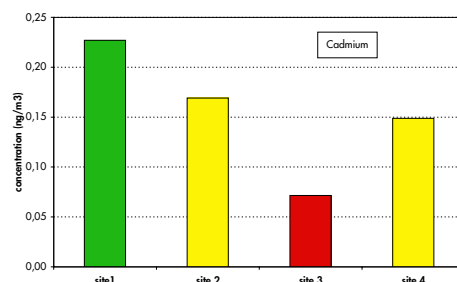
Aucune influence des émissions de la fonderie n'est visible durant cette période.

III.2.2.5.1.8. Du 1^{er} au 8 avril 2003

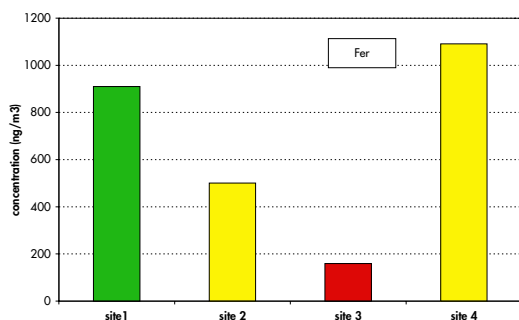
**Concentrations en As (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



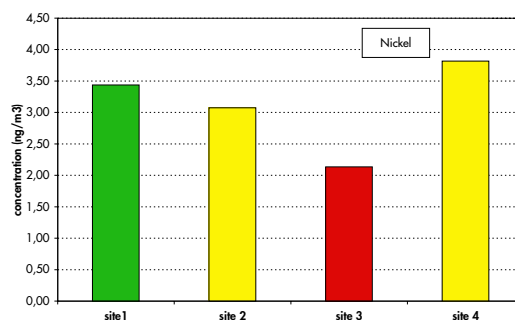
**Concentrations en Cd (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



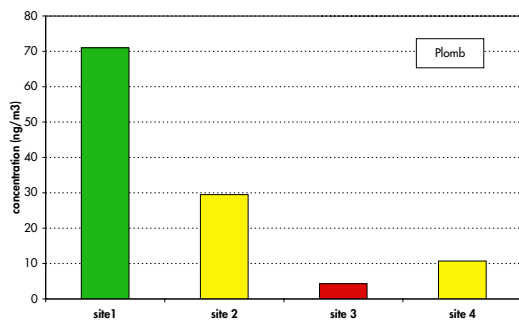
**Concentrations en Fe (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



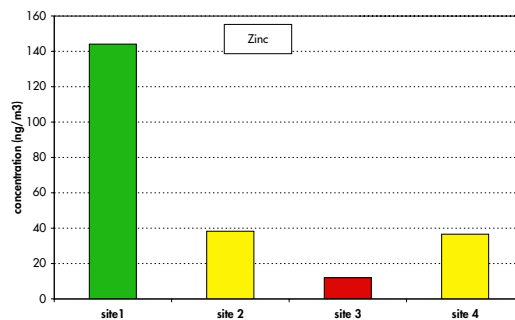
**Concentrations en Ni (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



**Concentrations en Pb (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



**Concentrations en Zn (ng/m^3)
mesurées du 1^{er} au 8 avril 2003**



Durant cette dernière période de mesure, la comparaison des concentrations mesurées sur le site 3 (site le plus fréquemment sous les vents) et sur le site 1 (site jamais sous les vents de la fonderie) ne montre pas d'influence significative des rejets de la fonderie durant cette période.

III.2.2.5.3. Situation vis-à-vis des seuils réglementaires

A l'heure actuelle, seules les teneurs en plomb dans l'air sont réglementées. Le décret du 15 février 2002 fixe l'objectif de qualité (valeur vers laquelle il faut tendre) à 250 ng/m³ en moyenne sur une année et la valeur limite (valeur à respecter à compter du 1^{er} janvier 2002 à 500 ng/m³ en moyenne annuelle.

Une comparaison stricte des objectifs de qualité et des valeurs limites qui sont définies par des moyennes annuelles avec les mesures effectuées par période de 7 à 10 jours durant 2 mois ne peut être effectuée. Toutefois on peut estimer à partir des moyennes sur la campagne de mesure les risques de dépassement de l'objectif de qualité et des valeurs limites sur chaque site de mesure. Le tableau ci-dessous récapitule ainsi les moyennes pour le Plomb durant la totalité de la campagne.

Tableau n° 36 : moyenne par site des concentrations en Pb et durant la campagne de mesure de mesure

	Pb (ng/m³)
Site 1	28
Site 2	26
Site 3	25
Site 4	25

- Les teneurs moyennes en plomb calculées sur chaque site sont homogènes et demeurent inférieures d'un facteur 9 à 10 à l'objectif de qualité. Les risques de dépassement de l'objectif de qualité et a fortiori de la valeur limite demeurent très faibles sur l'ensemble des sites.

III.2.2.5.4. Conclusions

L'étude des concentrations en métaux lourds (As, Ni, Cd, Fe et Zn) mesurées sur une semaine sur les 4 sites après l'installation des nouveaux systèmes de dépoussiérage amène les conclusions suivantes :

- l'impact des rejets de GMBA sur les teneurs atmosphériques n'est pas systématique en fonction des périodes de mesure et des sites potentiellement impactés. Lorsqu'un impact est détecté, il est particulièrement visible pour les concentrations en Pb, Fe et Zn notamment sur le site 2 lors de la semaine du 4 au 11 mars 2003.
- Vis à vis de la réglementation actuelle qui est basée des moyennes en Pb calculées sur l'année, une comparaison stricte n'est pas possible. Toutefois, on peut estimer les risques éventuels de dépassement des valeurs réglementaires en les comparant les moyennes en Pb obtenues sur chaque site pendant les deux mois de mesure. Les risques de dépassement de l'objectif de qualité (250 ng/m³ en moyenne annuelle) et a fortiori de la valeur limite (500 ng/m³ en moyenne annuelle) demeurent très faibles sur l'ensemble des sites.

III.3 COMPARAISON DES IMPACTS DES REJETS SUR LES CONCENTRATIONS ATMOSPHERIQUES AVANT ET APRES MISES AUX NORMES DE L'ETABLISSEMENT.

L'objectif de ce paragraphe est d'estimer les répercussions de la mise aux normes de la fonderie aux niveaux des concentrations atmosphériques enregistrées dans l'environnement de l'établissement. Cette étude porte sur les polluants mesurés par le laboratoire mobile pour lesquels un impact a été détecté (SO₂, CO, PM₁₀) et également sur les métaux mesurés sur un pas de temps de 7 jours.

III. 3.1 SO₂, CO, PM₁₀

Le laboratoire mobile situé sur le site de Toyota (site 2) durant les deux campagnes a mesuré tous les quarts d'heure les concentrations en SO₂, CO, NO_x, PM₁₀ et également différents paramètres météorologiques tels que le vent en force et direction. Grâce à ces paramètres, des roses de pollutions ont pu être calculées pour l'ensemble des polluants. Elles indiquent la provenance des niveaux moyens et de pointe en fonction de la direction des vents.

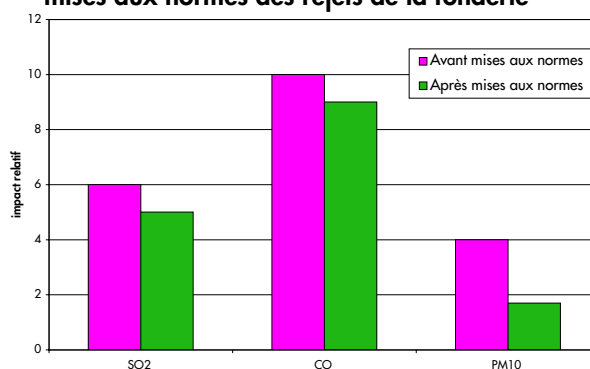
L'impact de la mise aux normes est étudié en comparant pour les niveaux de pointes les impacts relatifs et absolus déterminés pour SO₂, CO et PM₁₀ respectivement avant et après mise aux normes.

L'impact relatif correspond aux rapports entre les niveaux de pointe (percentiles 98) enregistrés sous les vents de la fonderie (210°N-230°N) et les concentrations enregistrées lorsque le site n'est pas sous les vents de GMBA (secteur complémentaire).

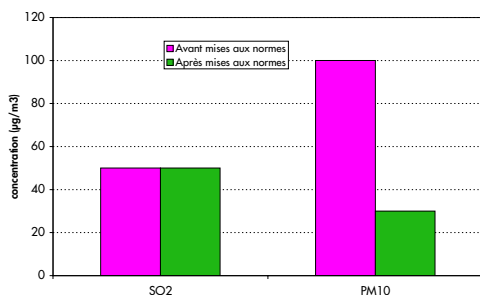
L'impact absolu exprimé en µg/m³ correspond à la différence des niveaux de pointes mesurées respectivement sous les vents et hors influence.

Les graphiques ci-après représentent pour les 3 polluants concernés les impacts relatifs et absolus.

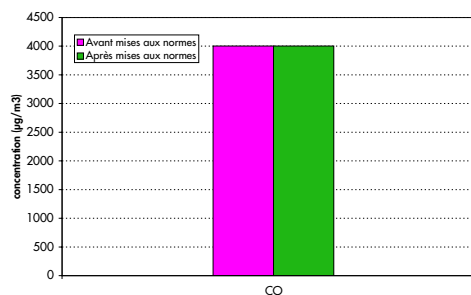
Comparaison des impacts relatifs (facteurs d'augmentation) avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Comparaison des impacts absolus pour SO₂ et PM₁₀ avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Comparaison des impacts absolus pour CO avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Les espèces gazeuses (SO₂, CO) ne présentent pas d'impact relatifs significativement différents avant et après mises aux normes. L'impact absolu en CO et SO₂ (respectivement + 40 µg/m³ et + 4000 µg/m³) dus aux rejets de GMBA sont d'ailleurs identiques avant et après la mise aux normes de l'établissement

En revanche, pour les poussières fines de diamètre inférieur à 10 µm nous constatons une diminution de plus d'un facteur 2 de l'impact relatif après mise aux normes. L'apport de poussières fines de + 100 µg/m³ constaté avant la mise aux normes chute à une trentaine de µg/m³ après.

III.3.2 Les métaux : As, Ni, Cd, Fe, Zn et Pb

Durant les deux campagnes de mesure, 6 métaux ont été mesurés sur les 4 sites de mesure par pompage et collecte sur filtre pendant une semaine des poussières totales. La collecte est suivie d'une analyse chimique de ces poussières en laboratoire. Les concentrations obtenues correspondent à des teneurs moyennes sur plusieurs jours. Elles sont donc influencées par différents paramètres :

- II. Activité de la fonderie
- III. Emissions atmosphériques lors du fonctionnement
- Pour un site donné, la concentration mesurée dépend de la fréquence durant laquelle le site se trouve sous les vents de l'établissement.
- Distance du lieu de mesure par rapport aux rejets

Pour évaluer l'impact de la mise aux normes des émissions atmosphériques de GMBA il est nécessaire que les paramètres autres que les émissions soient identiques avant et après mises aux normes.

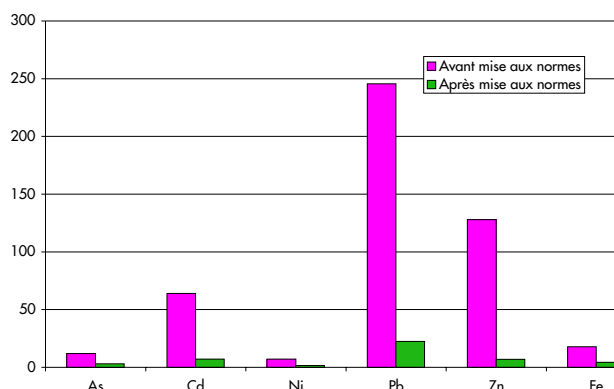
Les deux périodes considérées pour cette étude sont mentionnées dans le tableau ci-après.

Période considérée	Site impacté	Taux d'activité de la fonderie pendant la période de mesure	Fréquence d'apparition des vents 210°N-230°N
Du 8 au 15 juillet 2002	Site 2	50 %	14,4 %
Du 4 au 11 mars 2003	Site 2	43 %	34 %

Durant ces périodes, le taux d'activité de GMBA est sensiblement identique. En revanche, les vents de Sud-Ouest qui placent le site 2 sous les vents de l'usine ont été 2,4 fois plus fréquents lors du 4 au 11 mars 2003. Pour tenir compte de cette différence, les impacts relatifs absolus calculés pour la période du 8 au 15 juillet 2002 sont multipliés par un facteur 2,4 afin de pouvoir les comparer à ceux de la seconde période.

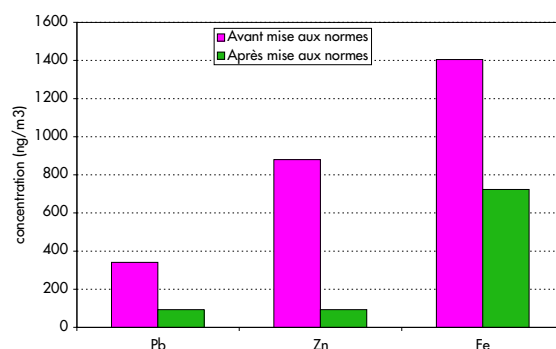
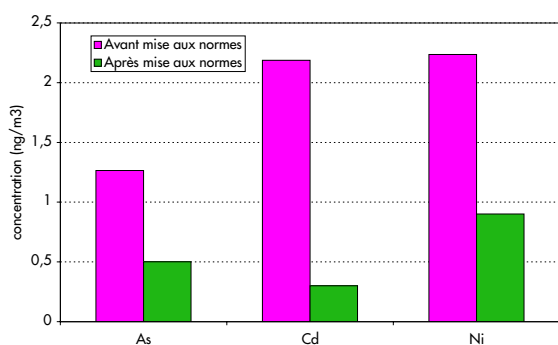
Les graphiques ci après montrent, pour les 6 métaux mesurés, les impacts relatifs et absolus (exprimés en µg/m³) pour les deux périodes de mesures considérées.

Comparaison des impacts relatifs (facteurs d'augmentation) avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Comparaison des impacts absolus pour As, Cd et Ni avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie

Comparaison des impacts absolus pour Pb, Zn, Fe avant et après mises aux normes des rejets de la fonderie



Ces graphiques appellent les commentaires suivants :

Pour les 6 métaux mesurés, l'impact relatif diminue après la mise aux normes des rejets de GMBA. Ceci est particulièrement flagrant par Pb et Zn qui présentent des impacts relatifs respectivement 11 et 18 fois plus faibles après la mise aux normes.

En termes de concentration, une diminution de l'impact de la fonderie est constatée sur l'ensemble des métaux . elle s'échelonne du ng/m³ pour As, Cd, Ni à plusieurs centaines de ng/m³ pour Pb, Zn, Fe.

III.3.3 Conclusions

En conclusion de cette étude, la mise aux normes des rejets de GMBA par l'installation d'un système de dépoussiérage a permis de diminuer de façon significative l'impact des rejets de la fonderie sur les concentrations atmosphériques en Poussière fines et en métaux mesurées sur le site de Toyota. Par ailleurs, compte tenu du procédé de limitation des rejets, il a été constaté comme cela était attendu que la mise aux normes n'ait pas de répercussions sur l'impact de l'établissement sur les concentrations atmosphériques en SO₂ et CO.