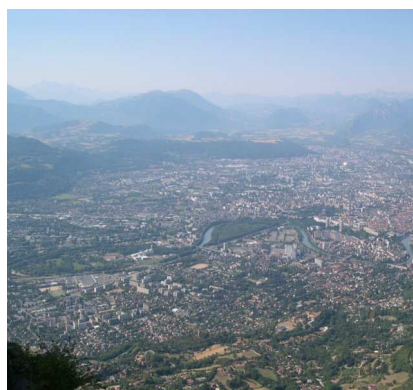


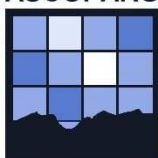
# Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air

## Surveillance du mercure gazeux dans le sud grenoblois



Novembre 2008

ASCOPARG



[www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org)



ASCOPARG fait partie du dispositif français de surveillance et d'information de la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application notamment le décret 98-361 du 6 mai 1998 relatif à l'agrément des organismes de surveillance de la qualité de l'air.

A ce titre, ASCOPARG est garant de la transparence de l'information sur le résultat de leurs travaux.

Condition de diffusion :

- Les données recueillies tombent dès leur élaboration dans le domaine public. Le rapport d'étude est mis à disposition sur [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org), un mois après validation interne.
- Les données contenues dans ce document restent la propriété de l'association. Données non rediffusées en cas de modification ultérieure des données.
- Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit faire référence à l'association en termes de «ASCOPARG (2008) Surveillance du mercure gazeux dans le sud grenoblois».
- ASCOPARG n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant des résultats de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

# TABLE DES MATIERES

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>7</b>
1.1	Contexte réglementaire	7
1.2	Objectifs de l'étude	8
<b>2</b>	<b>Méthodologie</b>	<b>9</b>
2.1	Présentation du site	9
2.1.1	Les études disponibles	9
2.1.2	Présentation géographique du site	9
2.2	Méthode de mesures et prélèvements	10
2.3	Période de mesure et données disponibles	10
2.3.1	Le mercure	10
2.3.2	La météorologie	11
<b>3</b>	<b>Description des données et comparaison aux données de référence.</b>	<b>12</b>
3.1	Contexte des mesures	12
3.1.1	La station fixe de champ sur Drac	12
3.1.2	La station fixe de Pont de Claix	12
3.1.3	Le laboratoire mobile de Jarrie	12
3.1.4	Comparaison des paramètres météorologiques	13
3.2	Description des données de mercure	14
3.2.1	Evolution des émissions de mercure depuis les années 90	14
3.2.2	Distribution des concentrations de mercure	15
3.3	Comparaison aux niveaux mesurés dans d'autres études	16
3.3.1	Comparaison dans différents environnements	16
3.3.2	Données 2006 confrontées à celles de 2004	17
3.4	Interaction du mercure pour la mesure d'ozone.	18
<b>4</b>	<b>Conditions et facteurs d'émissions du mercure</b>	<b>20</b>
4.1	Variations saisonnières depuis janvier 2006	20
4.2	Influence des facteurs météorologiques	21
4.2.1	Influence de la température	21
4.2.2	Influence du vent	23
4.3	Etude des pointes de mercure au-delà du seuil proposé	24
<b>5</b>	<b>Impact sanitaire</b>	<b>26</b>
<b>6</b>	<b>Conclusion</b>	<b>27</b>

## LISTE DES FIGURES

<i>Figure 1 : Carte de la zone d'étude</i> .....	9
<i>Figure 2 : Comparaison des directions de vents entre Jarrie (figure 3a et 3c) et Pont de Claix (figure 3b et 3d) pour les périodes estivale (figure 3a et 3b) et automnale (figure 3c et 3d)</i> .....	14
<i>Figure 3 : Evolution annuelle du mercure</i> .....	15
<i>Figure 4 : Répartition des données de mercure de Champ sur Drac</i> .....	15
<i>Figure 5 : Comparaison des données de Champ sur Drac de 2004 (Ineris) et de 2006/2007 (Ascoparg)</i> .....	17
<i>Figure 6 : Exemple d'interaction entre le mercure et l'ozone lors du 24 aout 2007</i> .....	18
<i>Figure 7 : Comparaison des données de 2006 et 2007</i> .....	20
<i>Figure 8 : Influence de la température sur le mercure</i> .....	22
<i>Figure 9 : Rose de pollution de Champ sur Drac</i> .....	23
<i>Figure 11 : Profil horaire du mercure comparé aux profils horaires de trois autres polluants</i> .....	24
<i>Figure 10 : Répartition des pics de mercure en fonction des jours de la semaine</i> .....	24
<i>Figure 12 : Répartition des pics de mercure en fonction des mois</i> .....	25

## LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1 : Disponibilité des données de mercure mesurées en continu</i> .....	10
<i>Tableau 2 : Disponibilité des données météorologiques sur le site de l'étude</i> .....	11
<i>Tableau 3 : Comparaison entre Pont de Claix et Jarrie des fréquences des vitesses de vents en fonction de la période</i> .....	13
<i>Tableau 4 : Comparaison des niveaux mesurés sur d'autres sites (données 5 min sauf Champ sur Drac, le Havre et Honfleur : données horaires)</i> .....	16
<i>Tableau 5 : Nombre d'interférences repérées entre le mercure et l'ozone entre jan 2006 et septembre 2007.</i> ..	19
<i>Tableau 6 : Test évaluant l'impact de la température sur les variations de mercure</i> .....	23

## RESUME

Le mercure, appartenant à la famille des métaux lourds<sup>1</sup>, est répertorié comme une substance dangereuse pour la santé humaine. Pourtant, à ce jour, il n'existe pas de valeur seuil réglementaire contrairement à l'arsenic, le cadmium, le nickel ou le plomb. L'adoption d'une valeur limite pour le mercure envisagée en 2002 a été reportée dans l'attente de plus amples connaissances sur le comportement du mercure dans l'atmosphère. Selon l'OMS, les niveaux du mercure en air ambiant sont de l'ordre de 5 à 10 ng.m<sup>-3</sup> et l'exposition à ce niveau de concentration ne présenterait pas d'effet direct sur la santé.

Dans le cadre du plan régional de surveillance de la qualité de l'air établi au niveau de la région Rhône-Alpes (PSQA Rhône-Alpes), l'ASCOPARG a réalisé en 2006 et 2007 une surveillance du mercure gazeux dans le sud grenoblois, à Champ-sur-Drac, en proximité d'une installation émettrice de mercure située sur la commune de Jarrie (Arkema Jarrie), dont l'exploitation historique date du début du XXème siècle (1916).

Depuis 1991, les émissions de mercure en France métropolitaine sont en constante diminution. Il en va de même pour les émissions recensées sur le site d'Arkema-Jarrie qui ont diminué de 85% en 14 ans (entre 1991 et 2005).

Ce rapport présente un bilan des résultats de mesures réalisées à Champ-sur-Drac entre 2006 et 2007, avec notamment une étude statistique sur les concentrations observées et les paramètres météorologiques.

De janvier 2006 à octobre 2007, les niveaux relevés sur Champ-sur-Drac s'élève à 6.9 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne, avec un maximum horaire de 138 ng.m<sup>-3</sup>.

Le vent semble jouer un rôle important, en particulier les vents faibles, parfois liées à d'autres phénomènes météorologiques (inversions thermiques), favorisant la stagnation et l'accumulation des polluants et donc l'apparition de hausses de concentrations du mercure sur quelques heures.

Par ailleurs, cette étude montre que l'évolution des concentrations de mercure pourrait être liée aux variations de températures, aussi bien à l'échelle mensuelle (plus particulièrement entre mai et octobre) qu'à l'échelle journalière.

En conclusion, les niveaux mesurés sur le site de Champ-sur-Drac sont caractéristiques d'une atmosphère influencée par l'industrie, au même titre que les niveaux moyens relevés par AirNormand sur un site industriel du Havre.

Néanmoins la moyenne annuelle reste nettement inférieure à la valeur limite réglementairement envisagée. D'autre part, les niveaux mesurés à Champ sur Drac ne présentent a priori pas de risque d'un point de vue sanitaire.

---

<sup>1</sup> Le terme « Métaux Lourds » est pris ici au sens large de la directive 2004/107/CE et non pas au sens purement chimique où il conviendrait de parler d'éléments traces métalliques (ETM)

# 1 Introduction

Le mercure est présent partout dans l'environnement et, sous forme de méthylmercure, a la capacité de s'accumuler dans les organismes et, en particulier, de se concentrer dans les organismes en bout de la chaîne alimentaire. Ainsi, dans un récent rapport du RIVM (Agence néerlandaise de l'environnement), J. Slootweg *et al* (2007) constatent que les dépôts atmosphériques de mercure touchent 42 à 77% des écosystèmes européens.

Le mercure, appartenant à la famille des métaux lourds, est répertorié comme une substance dangereuse pour la santé humaine. En effet, une exposition chronique au mercure peut entraîner des troubles neurologiques chez l'homme, des irritations des voies respiratoires, des dommages au cerveau, à la moelle épinière, aux reins, et au foie, en particulier pour les enfants. Chez la femme enceinte, il franchit aisément la barrière placentaire et provoque ainsi des malformations du fœtus.

L'industrialisation peut engendrer localement des émissions de mercure importantes. C'est en particulier le cas pour les industries de chlore et de soude, où le métal est exploité dans le procédé dit de « cellule à cathode de mercure » afin d'assurer l'électrolyse des solutions. Chaque cellule contient en moyenne 4 à 5 tonnes de mercure. Il s'agit de la plus ancienne technique industrielle. La première électrolyse a été mise en place en 1888. Au niveau national, environ 50% de la capacité de production de chlore et soude est assurée par les industries utilisant le système de cathode à mercure. A l'inverse, le reste de la capacité est produit par des usines n'utilisant pas le mercure et nécessitant moins d'énergie. Ce sont des techniques dites Meilleures Techniques Disponibles (MTD) de type « cellules à membrane (14%) » ou « cellules à diaphragme » (33%)<sup>2</sup>.

## 1.1 Contexte réglementaire

Au niveau européen, depuis septembre 2007, la réglementation est en pleine évolution avec l'adoption d'une nouvelle directive (Directive 2007/51/EC) visant à éliminer certains instruments utilisant du mercure tels que les thermomètres d'appartement et les baromètres. Cette nouvelle directive devra être transposée dans chaque pays européen d'ici avril 2009.

Selon l'OMS, **les niveaux ambiants du mercure sont de l'ordre de 5 à 10 ng.m<sup>-3</sup>**. L'exposition à ce niveau de concentration ne présenterait pas d'effet direct sur la santé. Malgré l'impact sanitaire du mercure sur la santé humaine à concentration élevée, aucune valeur seuil réglementaire n'est actuellement adoptée. En 2002, le projet de directive-fille européenne traitant du mercure proposait une valeur limite seuil de 50 ng.m<sup>-3</sup> en moyenne annuelle. L'adoption de cette valeur a été reportée dans l'attente de plus amples connaissances sur le comportement du mercure dans l'atmosphère. La surveillance du mercure est cependant abordée dans la directive européenne 2004/107/CE mais ne fait pas l'objet de valeur guide contrairement aux métaux lourds arsenic, cadmium, nickel et plomb.

En France, le mercure est un composé encore peu surveillé en routine, à part sur quelques sites en proximité industrielle. Des études menées par l'AASQA AirNormand traitent du mercure sur le site industriel du Havre.

---

<sup>2</sup> Source : France nature environnement (2007), Le mercure dans l'industrie française de production de chlore.

La France est une des parties à la convention OSPAR<sup>3</sup>. Cette convention recommande dans le cadre de la décision PARCOM 90/3 que les installations existantes d'électrolyse de chlorure d'alcalins à cellules de mercure soient abandonnées le plus rapidement possible. L'objectif initial était l'abandon d'ici 2010.

Suite aux échanges entre les exploitants et le MEEDAT (ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire), l'arrêté du 6 août 2007 modifiant l'arrêté du 2 février 1998 a reporté l'échéance d'arrêt des électrolyses à mercure actuelles au 31 décembre 2019.

## 1.2 Objectifs de l'étude

La littérature<sup>4</sup> montre qu'à proximité de certains sites industriels, les niveaux mesurés peuvent atteindre des valeurs maximales de 1000 ng.m<sup>-3</sup>. Par conséquent, lorsque ces industries se situent dans des milieux urbains ou périurbains, il est important d'en mesurer les conséquences sur l'environnement.

Dans le cadre du plan régional de surveillance de la qualité de l'air établi au niveau de la région Rhône-Alpes (PSQA Rhône-Alpes), l'ASCOPARG réalise une surveillance du mercure gazeux en proximité d'une installation émettrice de mercure. Cette entreprise localisée sur la commune de Jarrie est située à 10km au sud de Grenoble ; elle est spécialisée dans la production de chlore et utilise le procédé de cellule à cathode de mercure. Ce site est soumis à une réglementation renforcée par l'arrêté préfectoral n°2007-05839 qui fixe une valeur limite sur les émissions atmosphériques de mercure de 80kg par an applicable à compter de 2010.

Compte-tenu de l'emplacement géographique du site, il convenait d'étudier plus précisément les conditions pour lesquelles des pointes de mercure pouvaient être enregistrées dans l'air du sud grenoblois. La présente étude a donc pour vocation de faire le bilan d'une première période de mesure en continue de mercure dans le sud grenoblois mais aussi d'apporter un éclairage statistique sur les conditions de variation des concentrations dans l'air ambiant.

De 2006 à 2007, le sud grenoblois a fait également l'objet d'une étude spécifique d'autres polluants (COV, Aldéhydes, HAP) en partenariat avec la DRASS Rhône-Alpes, dans le but d'évaluer l'impact sur la population localement exposées (rapport disponible sur le site Internet à partir de décembre 2008). Le présent rapport sur la mesure du mercure gazeux complète ainsi les résultats de cette étude.

### L'industrie du chlore

En France, 6 usines utilisent le procédé de cellules à cathode à mercure dont celle de Jarrie.

Elles représentent au total 50% de la capacité de production nationale de chlore et soude.

<sup>3</sup> OSPAR : Convention d'Oslo et de Paris, qui oriente la coopération internationale sur la protection du milieu marin de l'atlantique nord-est.

<sup>4</sup> INERIS (2002) : Métaux mercure – Rapport final. Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air. Convention 31/2001, F. Malière, N. Bocquet, M. Rouez.



## 2 Méthodologie

### 2.1 Présentation du site

#### 2.1.1 Les études disponibles

La surveillance du mercure sur la région grenobloise a démarré en 2002 par des mesures expérimentales en partenariat avec l'INERIS<sup>5</sup> et à proximité de l'UIOM<sup>6</sup> Athanor. En 2005, un inventaire spécifique des émissions de mercure sur l'agglomération grenobloise a été réalisé par l'ASCOPARG dans le cadre d'un projet d'observatoire de la pollution industrielle en milieu péri-urbain (PIMPU) piloté par le LGGE<sup>7</sup>. L'objet de ce travail était d'apporter une vision globale de la contribution dans les émissions de chaque émetteur potentiel de mercure sur l'agglomération grenobloise (rapport disponible sur [www.atmo-rhonealpes.org](http://www.atmo-rhonealpes.org) ; rubrique publication).

L'inventaire des émissions réalisé sur la zone du PPA<sup>8</sup> grenoblois pour l'année 2004 faisait ainsi ressortir que 61% des émissions de mercure provenait de l'émetteur situé à Jarrie et 39% concernaient des émetteurs à sources ponctuelles et surfaciques.

#### 2.1.2 Présentation géographique du site

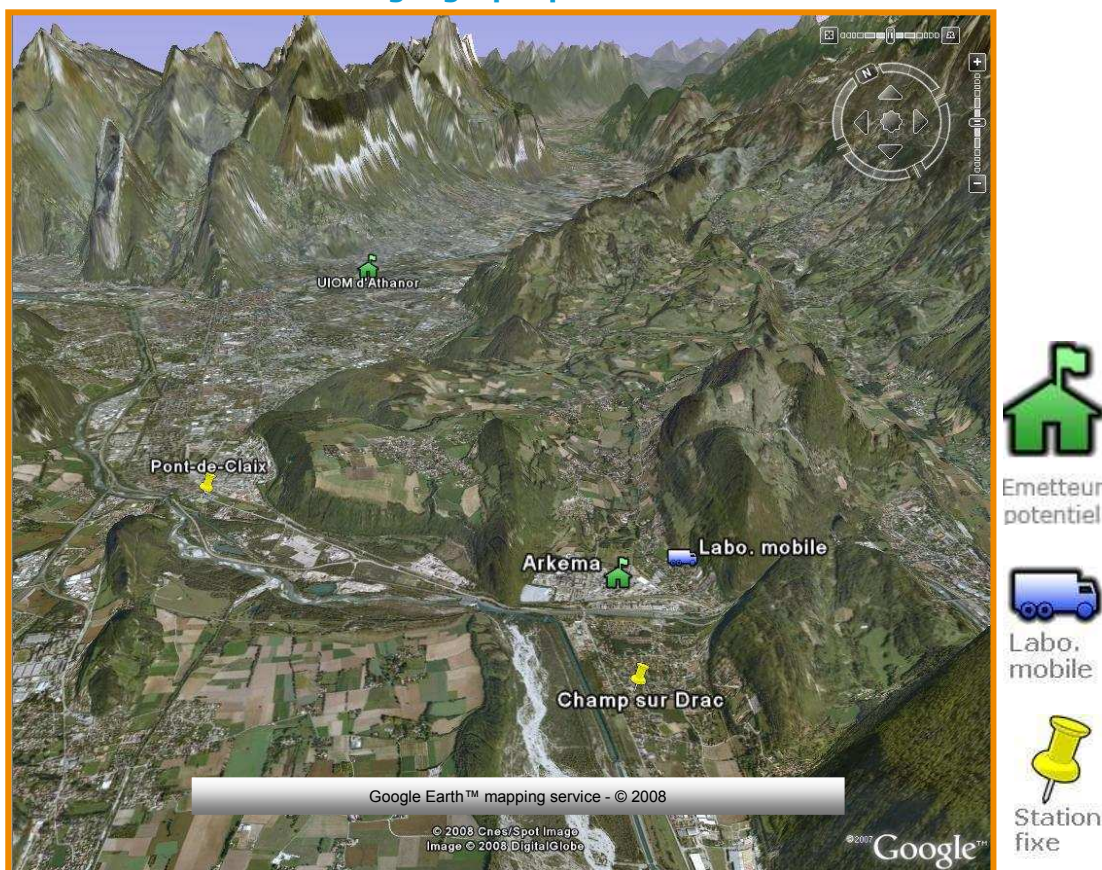


Figure 1 : Carte de la zone d'étude

<sup>5</sup> INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

<sup>6</sup> UIOM : Unité d'Incinération d'Ordures Ménagères.

<sup>7</sup> LGGE : Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement – CNRS - Université J.Fourrier – Saint-Martin d'Hères

<sup>8</sup> PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère



L'émetteur industriel de Jarrie est spécialisé depuis le début du siècle dans la fabrication de chlore et de ses dérivés. Il exerce la majorité de son activité dans la chimie de base.

Avec de l'énergie électrique et des matières premières telles que le sel, l'éthylène ou le méthanol, il fabrique de grands intermédiaires chimiques (chlore, soude, eau de javel, eau oxygénée, dérivés chlorés).

Pour plus d'informations sur le procédé de fabrication industriel du chlore et de la soude :

<http://www.eurochlor.org/animations/mercury-cell.asp>

La zone d'étude est située à une dizaine de kilomètres au sud de Grenoble. La surveillance de la qualité de l'air est assurée en continu sur la station périurbaine de Champ sur Drac (proche de la zone industrielle) et Champagnier (proximité industrielle). Une station de mesures météorologiques est installée à Pont-de-Claix. Dans ce secteur, sur la commune de Jarrie, se sont également déroulées des campagnes de mesures dans le cadre d'une étude sur les polluants émergents.

## 2.2 Méthode de mesures et prélèvements

Le mercure peut être mesuré directement dans l'air ambiant avec un analyseur de vapeur de mercure Tekran 2537A. Cet appareil présente l'avantage d'avoir une mesure du mercure tous les quarts d'heure à l'échelle de l'ordre du  $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$ . Le mercure contenu dans l'air ambiant est piégé dans des cartouches absorbantes contenant de l'or pur. Le mercure, amalgamé avec l'or, est ensuite désorbé thermiquement et mesuré par spectrométrie de fluorescence UV. La présence de deux cartouches permet alternativement l'échantillonnage et la désorption et assure ainsi la mesure en continu. L'analyseur Tekran 2537A est très fragile, ce qui le rend très difficile à entretenir et à déplacer. Il en découle de longues périodes d'indisponibilité des données lors de pannes.

## 2.3 Période de mesure et données disponibles

### 2.3.1 Le mercure

Sur la station de Champ sur Drac, deux séries de données sont disponibles (cf. Tableau 1) : celles d'une étude INERIS et les résultats de mesures d'ASCOPARG.

Données de Mercure	Date de début	Date de fin	Taux de fonctionnement
INERIS 2004	16 04 2004	25 01 2005	69%
ASCOPARG	14 01 2006	22 10 2007	92%

Tableau 1 : Disponibilité des données de mercure mesurées en continu

La mesure du mercure gazeux sur le sud de l'agglomération grenobloise est opérationnelle depuis le 14 janvier 2006 sur le site périurbain de Champ sur Drac. Les données recueillies le sont sur un pas de temps quart-horaire. Comme toutes les données de la qualité de l'air, elles sont validées quotidiennement. Sur l'ensemble de la période de fonctionnement, les mesures présentent un taux de fonctionnement de 92%.

Les mesures effectuées par l'INERIS avec un appareil identique sont disponibles sur une période 2004-2005. Elles permettront une comparaison avec les données actuelles d'ASCOPARG.

### 2.3.2 La météorologie

Afin d'aider à l'interprétation, les données de mercure ont été confrontées à des données météorologiques, provenant de deux stations fixes (Champ sur Drac et Pont de Claix) et d'un laboratoire mobile situé 157 rue du stade à Jarrie. Afin d'appréhender au mieux les conditions climatiques sur l'année, les mesures ont été effectuées sur 4 périodes (une pour chaque saison) de 3 à 5 semaines (cf. Tableau 2).

#### Campagne moyen mobile

##### Adresse

157 rue du stade, 38560 Jarrie.  
Coord : 715956, 4996670

##### Densité de population (commune):

302 hab/km<sup>2</sup>

**Typologie** : urbaine

Champs météo	Station de mesures	Période
Température	Champ sur Drac	Continue
Direction de vent Vitesse du vent	Pont de Claix	Continue
Direction de vent Vitesse du vent	Moyen mobile Commune de Jarrie	24/11/06 au 18/12/06 22/03/07 au 24/04/07 07/06/07 au 04/07/07 07/09/07 au 28/09/07

**Tableau 2 : Disponibilité des données météorologiques sur le site de l'étude**

### 3 Description des données et comparaison aux données de référence.

#### 3.1 Contexte des mesures

Etant donné le relief très marqué de la zone d'étude, les caractéristiques météorologiques du site de Champ sur Drac sont très locales.

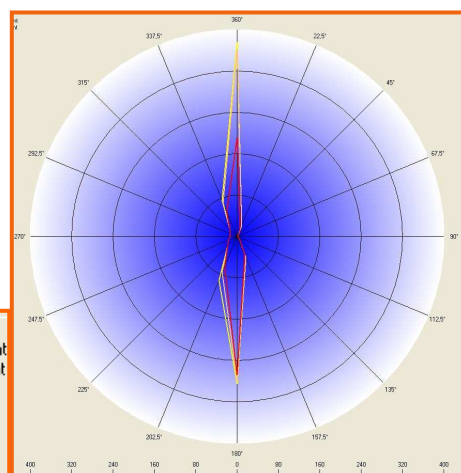
##### 3.1.1 La station fixe de champ sur Drac

La station mesure le dioxyde de soufre, le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote, le mercure, l'ozone et la température. C'est la seule station de la région Rhône-Alpes disposant d'un appareil de mesure continue du mercure gazeux. La station se situe à environ 2km de la source émettrice principale de mercure de la région.



##### 3.1.2 La station fixe de Pont de Claix

La station ASCOPARG de Pont-de-Claix est située au fond de la vallée du Drac. Elle mesure le vent à 30m et la température. Les vents dominants de la station sont clairement orientés suivant un axe nord-sud quelque soit la vitesse de vent (Rose des vents à 10m de la station de Pont de Claix ci-contre). La station de Pont de Claix se situe à 5,5km de Jarrie.



Légende :

Echelle = 400
Direction du vent: 11 - 011-Direction vent
Vitesse du vent: 10 - 010-Vitesse du vent
Taux de fonctionnement: 99,2
— 0,5 m/s < V <= 2,5 m/s
— 2,5 m/s < V <= 5,5 m/s
— V > 5,5 m/s

Période de mesure : Janvier 2006 à octobre 2007

##### 3.1.3 Le laboratoire mobile de Jarrie

Pour rappel, dans le cadre d'une étude menée en collaboration avec la DRASS, sur 85 polluants autour de zones multi-émettrices, un laboratoire mobile avait été implanté entre 2006 et 2007 sur le stade Pierre-Pillet de Jarrie.

Ce site était à environ 1km de l'émetteur industriel et présentait ainsi la mesure de vent la moins éloignée de la source. Cependant, en raison de plusieurs pannes de capteurs, les périodes hiver et printemps n'ont pas été exploitables et le site de Pont-de-Claix a été choisi pour obtenir une meilleure représentativité annuelle.

Une comparaison des données météorologiques a tout de même été menée entre les mesures à Pont-de-Claix (site fixe) et Jarrie (laboratoire mobile) sur les périodes de disponibilités communes afin de conclure sur la pertinence d'utilisation des données de Pont-de-Claix.

### 3.1.4 Comparaison des paramètres météorologiques

Existe-t-il une différence significative entre la température de la station de Champ-sur-Drac et celle du laboratoire mobile ?

La comparaison des deux mesures de température montre que celle de Champ-sur-Drac est clairement comparable à la mesure faite par le moyen mobile pendant les quatre campagnes de mesure. Les tendances générales et les variabilités ponctuelles sont identiques. Les moyennes et les écart-types des deux séries de températures présentent une différence non significative de 0.5°C.

➤ **La mesure de température de Champ sur Drac est donc une très bonne approximation de la mesure de température du site d'Arkema Jarrie.**

Le vent de Pont de Claix est-il comparable à celui de Jarrie ?

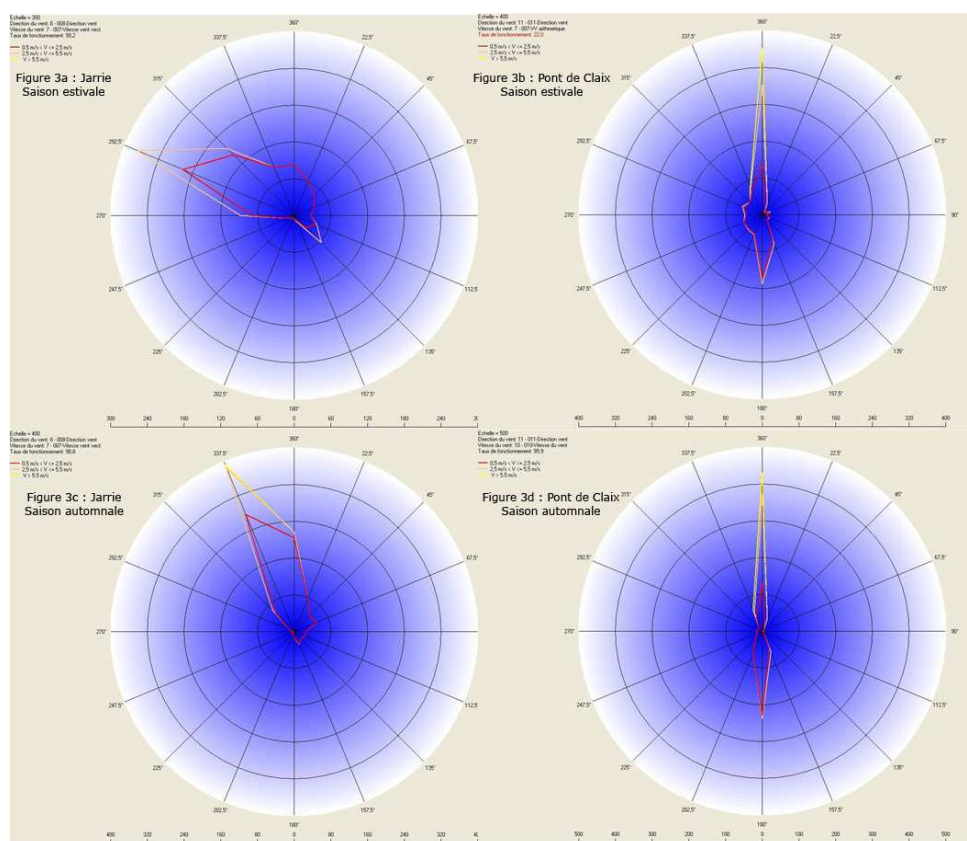
En ce qui concerne le vent, les mesures de la station de Pont de Claix sont comparées à celles du laboratoire mobile à Jarrie.

La vitesse de vent de Pont de Claix est de manière générale plus élevée que la vitesse de vent à Jarrie (cf. Tableau 3). Les vents forts (supérieurs à 5.5m.s<sup>-1</sup>) représentent en effet 7% à 9% des vents sur Pont de Claix alors qu'ils sont quasiment inexistants sur Jarrie (0% et 1%). Par ailleurs, la fréquence des vents inférieurs à 0.5m.s<sup>-1</sup> est plus haute pour Jarrie (41% et 30%) que pour Pont de Claix (14% et 13%). Sur l'ensemble des données disponibles, le biais moyen entre Pont de Claix et Jarrie s'élève à 0.7 m.s<sup>-1</sup>. Le biais est relativement élevé par rapport à la moyenne sur Pont de Claix (1.8 m.s<sup>-1</sup>). Cette différence s'explique par le relief très marqué de la région, qui implique de fortes spécificités météorologiques locales. Malgré tout, les variations globales sont comparables entre les deux séries de données.

Tranche de vitesse de vent en m.s <sup>-1</sup>	Pont de Claix		Jarrie	
	Automne	Eté	Automne	Eté
v<0,5	14 %	13 %	41 %	30 %
0,5<v<2,5	50 %	55 %	45 %	55 %
2,5<v<5,5	29 %	23 %	13 %	15 %
v<5,5	7 %	9 %	1 %	0 %

**Tableau 3 : Comparaison entre Pont de Claix et Jarrie des fréquences des vitesses de vents en fonction de la période.**

En ce qui concerne les directions, une différence est notable entre les vents relevés sur la commune de Jarrie et les vents de Pont de Claix, malgré une composante majoritaire nord pour les deux séries de données (cf. Figure 2). En effet, la direction sur Pont de Claix suit l'axe Nord/Sud alors que sur Jarrie la composante ouest est bien marquée, en particulier lors de la campagne été. Les directions sur Pont de Claix sont en revanche très stables sur les deux campagnes (été et automne). Ces différences s'expliquent par le fait que Pont de Claix est située en plein cœur de la vallée au sud de Grenoble, contrairement à Jarrie qui est beaucoup plus près des reliefs (cf. Figure 1).



**Figure 2 : Comparaison des directions de vents entre Jarrie (figure 3a et 3c) et Pont de Claix (figure 3b et 3d) pour les périodes estivale (figure 3a et 3b) et automnale (figure 3c et 3d)**

- Les vents de Jarrie et de Pont de Claix présentent certaines différences qui ont pu être mises en évidence grâce aux campagnes de mesures ponctuelles sur la commune de Jarrie. Ces dernières ont montré qu'à proximité du relief les directions de vent pouvaient être fortement influencées mais conservaient leur dominante nord sur les mêmes périodes. Les vitesses de vent sont par contre équivalentes sur les deux sites.
- Cependant les données de mercure nécessitent d'être analysées avec des séries de données de vent qui ne sont disponibles que sur la station de Pont-de-Claix. Ces dernières seront ainsi utilisées pour les interprétations qui suivent.

## 3.2 Description des données de mercure

### 3.2.1 Evolution des émissions de mercure depuis les années 90

**Depuis 1991, les émissions de mercure en France métropolitaine sont en constante diminution.**

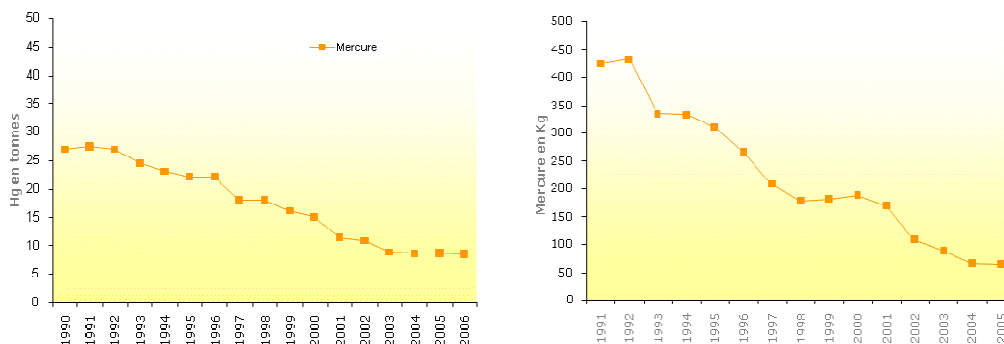
En 1991, les émissions de mercure étaient de 27.5 tonnes. En 2006, elles ont diminué à 8.4 tonnes, ce qui représente une baisse de 69% en 15 ans.

Cette diminution d'émissions au niveau national s'explique principalement par :

- l'amélioration des performances de l'incinération
- l'interdiction du mercure dans les piles et les thermomètres
- de meilleures optimisations de la production de chlore.



**Depuis 1991, les émissions de mercure de l'usine de Jarrie** sont également décroissantes de manière quasiment linéaire. Entre 1991 et 2005, les émissions sur Jarrie ont diminué de 85% en 14 ans.



**Figure 3 : Evolution annuelle du mercure**

**A gauche : en France depuis 1990**

Source CITEPA/CORALIE/Format SECTEN (rapport Ineris Métaux Mercure 2002+CITEPA Substances relatives à la contamination par métaux lourds)

**A droite : sur le site Arkema-Jarrie depuis 1991**

Source

- de 2000 à 2005 : recensements DRIRE des émissions des Grandes Sources Ponctuelles (GSP)

- de 1991 à 2000 : données fournies par Arkema-Jarrie, issues du rapport : "Le mercure dans l'industrie française de production de chlore : Etat des lieux et perspectives" de Marc Senant - France Nature Environnement (2007)

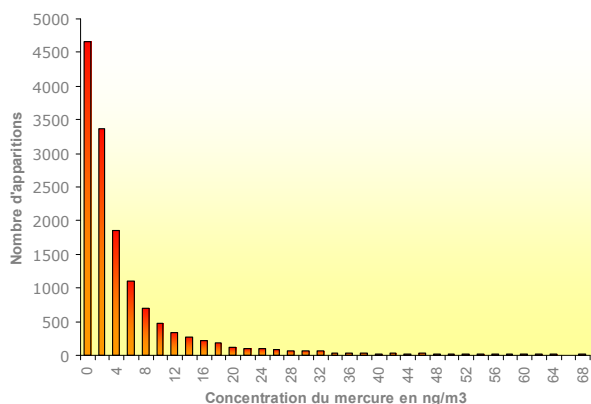
En 2005, les émissions sur Jarrie s'élevaient à 64.2 kg par an. A partir de 2010, l'arrêté préfectoral n°2007-0539 fixe comme valeur limite d'émission un rejet de 80kg par an.

➤ **En conclusion, les émissions de mercure de l'usine de Jarrie suivent la tendance décroissante nationale des émissions.**

### 3.2.2 Distribution des concentrations de mercure

La répartition des concentrations horaires du mercure de Champ sur Drac (cf. Figure 6) montre que :

- 90% des données sont inférieures à 16 ng.m<sup>-3</sup>
- 2% des concentrations sont supérieures à 50 ng.m<sup>-3</sup>
- 35% de la période de mesure présente des concentrations en mercure inférieures à 2 ng.m<sup>-3</sup>



**Figure 4 : Répartition des données de mercure de Champ sur Drac**

➤ **Les concentrations de mercure mesurées à Champ sur Drac sont très variables avec un maximum de 138 ng.m<sup>-3</sup> en données horaires, typiques d'une atmosphère influencée par des émissions industrielles.**

### 3.3 Comparaison aux niveaux mesurés dans d'autres études

#### 3.3.1 Comparaison dans différents environnements

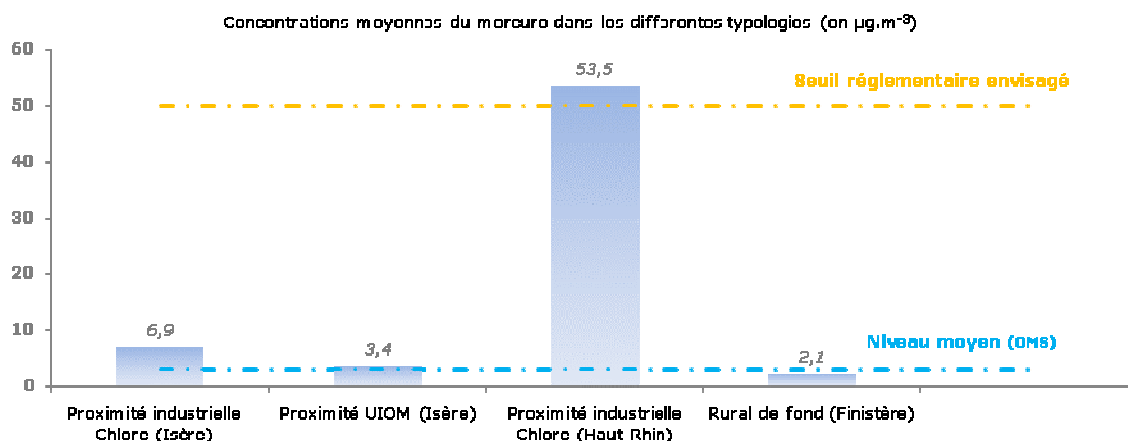
Le mercure est un polluant peu surveillé dans l'air ambiant en France. Seules quelques études traitent du sujet. En particulier, l'AASQA<sup>9</sup> Airnormand a mené des études sur les sites du Havre et Honfleur. L'Ineris a par ailleurs effectué différentes campagnes de mesures entre 1998 et 2002 sur des sites de différentes topologies.

Typologie	Ville	Durée (jours)	Minimum (ng.m <sup>-3</sup> )	Maximum (ng.m <sup>-3</sup> )	Moyenne (ng.m <sup>-3</sup> )	Ecart type
Proximité indus chlore soude	Champ sur Drac	645	0	138.6	6.9	11.5
Proximité indus chlore soude	Thann	9	2.1	1036.0	53.5	103.4
Rural proximité indus	Villiers	10	1.6	10.6	3.4	1.3
Influence indus	Le Havre	93	-	487.0	6.0	-
Influence indus	Honfleur	101	-	17.4	4.3	-
Proximité UIOM	Grenoble	7	1.7	11.5	3.4	1.3
Proximité UIOM	Bellegarde	14	0	2.3	1.2	0.4
Urbain Proximité UIOM	Chambéry	8	1.4	6.3	1.9	0.4
Urbain de fond	Caen	15	1.5	11.5	2.1	0.6
Rural de fond	Carhaix	19	0	3.7	1.0	0.2

**Tableau 4 : Comparaison des niveaux mesurés sur d'autres sites (données 5 min sauf Champ sur Drac, le Havre et Honfleur : données horaires)**

Source : Ineris (2001) sauf données du Havre (2007, AirNormand), de Honfleur (2003, AirNormand) et de Champ sur Drac (Ascoparg, 2006-07)

Les sites d'études mentionnés dans le Tableau 4 sont regroupés par typologie. Les concentrations sont très variables en fonction de ce facteur (figure 9).



**Figure 9 : Concentrations moyennes du mercure des différentes typologies en ng.m<sup>-3</sup>**  
 (Données mesurées sur 5 minutes sauf pour la proximité industrielle Chlore (Isère) : données horaires)  
 Source : Ineris (2001) sauf données de Champ sur Drac (Ascoparg, 2006-07)

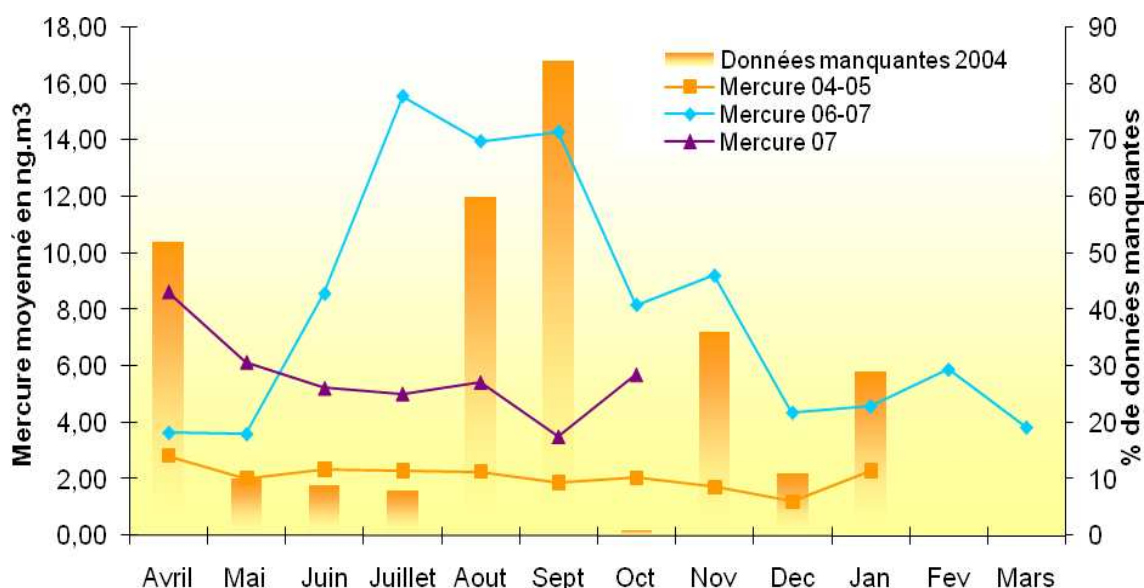
<sup>9</sup> AASQA : association agréée de surveillance de la qualité de l'air

Selon l'OMS, la concentration de mercure atmosphérique non influencée par l'industrie est de  $3 \text{ ng.m}^{-3}$  en moyenne. Globalement les concentrations des sites de référence sont cohérentes par rapport à la typologie du site de Champ sur Drac, bien que les durées des campagnes soient très différentes (variables de 1 semaine à 2 ans). Les sites situés en proximité industrielle ou d'UIOM ont tous (sauf Bellegarde et Chambéry) une concentration moyenne supérieure à  $3 \text{ ng.m}^{-3}$ . Le site de Champ sur Drac présente la deuxième moyenne la plus élevée avec  $6.9 \text{ ng.m}^{-3}$  après le site de Thann avec une moyenne très élevée de  $53.5 \text{ ng.m}^{-3}$  mais avec seulement 9 jours de prélèvements. La concentration maximum sur Champ sur Drac est représentative d'un site sous une influence industrielle bien que les maxima soient moins élevés que sur les sites de Thann et du Havre, et cela pour une période d'étude plus longue. Les écart-types sont plus élevés pour les sites à proximité d'une influence industrielle de chlore et soude. Cela montre que pour ces sites, les variations sont plus marquées, et laisse donc supposer la présence de pics ponctuels de mercure.

➤ **Les niveaux enregistrés pour le site de Champ-sur-Drac se situent dans la gamme de concentrations moyennes des sites de référence sous influence industrielle de Chlore et Soude.**

### 3.3.2 Données 2006 confrontées à celles de 2004

Au cours de l'année 2004, l'INERIS a mené une étude sur Champ sur Drac, avec le même modèle d'appareil. Les données sont disponibles pour la période d'avril à décembre 2004. La moyenne des mesures de 2004 est de  $2.1 \text{ ng.m}^{-3}$ . Cette valeur est faible par rapport à la moyenne sur 2006 ( $7.9 \text{ ng.m}^{-3}$ ) ou 2007 ( $5.6 \text{ ng.m}^{-3}$ ).



**Figure 5 : Comparaison des données de Champ sur Drac de 2004 (Ineris) et de 2006/2007 (Ascoparg)**

Le graphique des concentrations mensuelles (cf. Figure 5) montre que :

- les données de 2004 subissent très peu de variations mensuelles. Les émissions sont maximales au mois d'avril ( $2.8 \text{ ng.m}^{-3}$  en moyenne) et minimales au mois de décembre avec  $1.2 \text{ ng.m}^{-3}$  en moyenne.
- les données de 2006 et 2007 sont toujours au dessus des valeurs de 2004. Pourtant les émissions globales d'Arkema en 2006 sont inférieures à celles de

2004. Il est ainsi probable que les données 2004 soient sous estimées en raison notamment de problèmes de fonctionnement en 2004 engendrant près de 30% de données manquantes en moyenne, avec un maximum de 60 à 85% durant l'été 2004. Il convient de noter que la saison estivale 2006 présente les niveaux les plus importants.

- les variations saisonnières existent mais sont difficiles à généraliser compte-tenu du faible historique de mesures.

➤ **Les données effectuées sur Champ sur Drac en 2004 présentent des niveaux inférieurs à celles de 2006. Cependant la représentativité de ces dernières est bien meilleure que celle de 2004. Il est à noter que les deux périodes de mesures ont été assurées par des appareils différents, et de même modèle et que les gammes de concentrations moyennes restent malgré tout cohérentes.**

### 3.4 Interaction du mercure pour la mesure d'ozone.

Le mercure est connu pour perturber les capteurs de la mesure d'Ozone. En effet, l'instrument de détection utilisé par les AASQA pour cette mesure est un analyseur par spectroscopie UV. Il est, de par son principe de mesure avec une lampe de mercure, très sensible aux variations de mercure dans l'air. Selon l'INERIS (Y. Godet-1995), la réponse équivalente en ozone pour 1000 ng.m<sup>-3</sup> de mercure varie entre 130 et 230 µg.m<sup>-3</sup>. Sur Champ sur Drac, les données de mercure n'atteignent jamais ces concentrations en données quart-horaires (le maximum en quart horaire sur Champ sur Drac atteint 146 ng.m<sup>-3</sup> et le maximum horaire atteint 138 ng.m<sup>-3</sup>). Cependant l'interférence du mercure sur l'ozone est très fréquemment observée.

Pour illustration, le graphique ci-dessous (cf. Figure 6) montre l'interférence provoquée par une hausse de mercure sur la mesure d'ozone. Pour cet exemple, une hausse de 20ng.m<sup>-3</sup> de mercure implique une interférence de 80 ng.m<sup>-3</sup> par rapport à une autre mesure d'Ozone sur Grenoble.

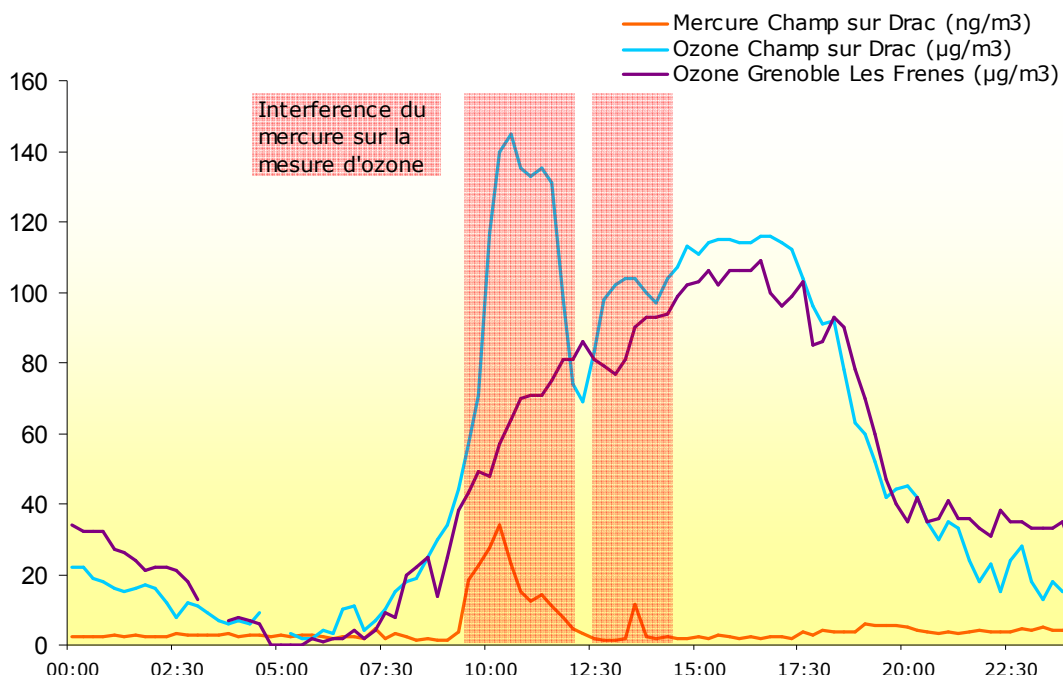


Figure 6 : Exemple d'interaction entre le mercure et l'ozone lors du 24 août 2007

Les mesures d'ozone sont validées quotidiennement, et les données perturbées par le mercure sont donc invalidées régulièrement.

Sur l'ensemble de la période d'étude, les données d'ozone ont été invalidées une trentaine de fois à cause d'une interaction avec le mercure. Ces interférences repérées ont toutes eu lieu le matin entre 6h et 12h, excepté une en début d'après midi.

Le Tableau 5 permet de voir que :

- ces interférences ont été beaucoup plus nombreuses en 2006 qu'en 2007.
- plus de 80% des interférences ont lieu entre avril et juin.

	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
2006	0	0	0	4	7	9	0	0	3	2	0	0
2007	0	0	0	0	2	1	0	1	0	-	-	-

**Tableau 5 : Nombre d'interférences repérées entre le mercure et l'ozone entre jan 2006 et septembre 2007.**



## 4 Conditions et facteurs d'émissions du mercure

### 4.1 Variations saisonnières depuis janvier 2006

Sur Champ sur Drac, la concentration moyenne horaire en mercure dans l'air ambiant est de  $6.9 \text{ ng.m}^{-3}$ . L'écart-type est de  $11 \text{ ng.m}^{-3}$ . La valeur maximale horaire de  $139 \text{ ng.m}^{-3}$  est atteinte le 12 septembre 2006 à 8h00. Rappelons que la valeur envisagée d'un point de vue réglementaire est de  $50 \text{ ng.m}^{-3}$  en moyenne annuelle.

Comment ont évolué les concentrations mesurées sur Champ sur Drac en 2007 par rapport à celle de 2006 ?

Afin de quantifier la différence qu'il pourrait exister entre les concentrations moyennes de 2006 et celles de 2007, un test statistique (Annexe 1) a été mis en place. Ce test nous amène à conclure à une différence notable entre les données de 2006 et 2007. En effet, la moyenne de 2006 s'élève à  $8.1 \text{ ng.m}^{-3}$  alors qu'en 2007 la moyenne est de  $5.3 \text{ ng.m}^{-3}$ . D'un point de vue statistique, le test de rang non paramétrique de Wilcoxon permet de noter une différence significative entre les deux années (avec une probabilité de conclure à tort de 10%). Le test de Wilcoxon nous amène pour les quatre polluants classiques de la même station à la même différence entre 2006 et 2007. Deux hypothèses peuvent expliquer cette différence significative entre les deux années : d'une part, la météorologie de 2007 plus favorable à la qualité de l'air que la météorologie de 2006 et d'autre part, une variation des facteurs d'émissions.

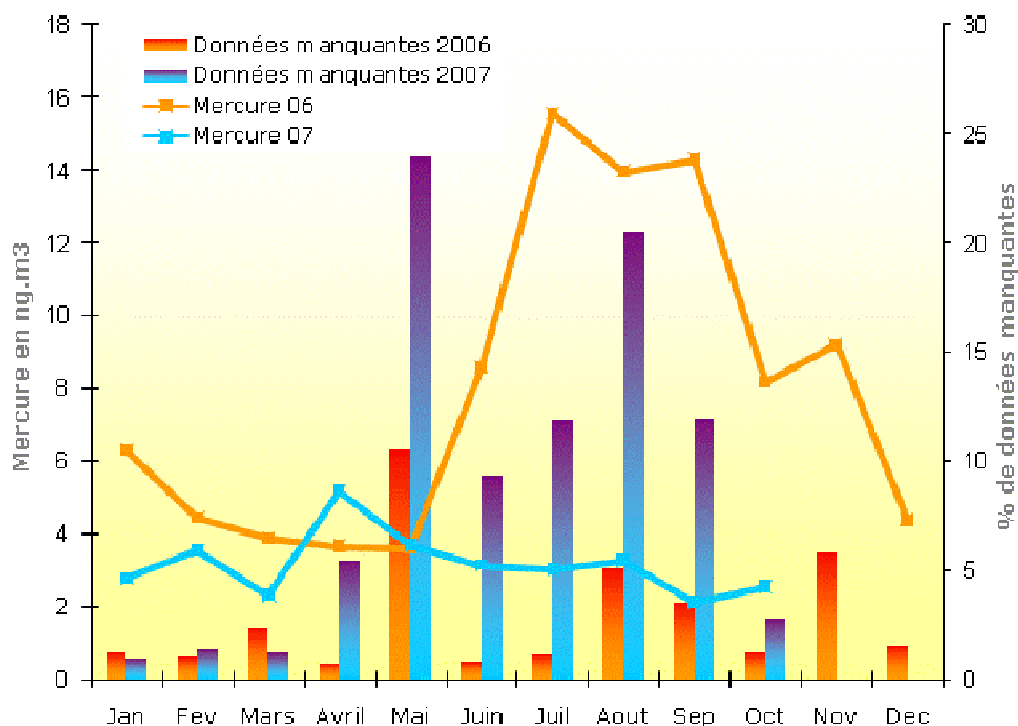


Figure 7 : Comparaison des données de 2006 et 2007

Le graphique précédent traite des données de mercure horaires moyennées par mois pour les années 2006 et 2007. L'évolution des concentrations est aussi différente suivant l'année. Les histogrammes correspondent aux pourcentages de données manquantes correspondantes.

Depuis le début d'année 2006, le mercure mesuré sur Champ sur Drac ne suit pas de tendance générale caractéristique. Une hausse des concentrations est notable au cours des mois de l'été 2006 (de juin à septembre) avec une moyenne mensuelle maximum atteinte en juillet ( $15.6 \text{ ng.m}^{-3}$ )

Ce phénomène n'est pas visible lors de l'été 2007 mais un taux important de données manquantes est à noter pour cette période (15% en moyenne de juillet à septembre). Sur 2006, 3% des données sont manquantes en moyenne contre 10 % pour l'année 2007.

### Statistiques élémentaires

#### 2006 :

Moyenne annuelle :  $8.1 \text{ ng.m}^{-3}$

Max horaire :  $139 \text{ ng.m}^{-3}$

3% de données manquantes

#### 2007 :

Moyenne annuelle :  $5.2 \text{ ng.m}^{-3}$

Max horaire :  $116 \text{ ng.m}^{-3}$

27% de données manquantes

Appareil en panne depuis le 22 octobre 2007

**Les différences entre années et entre saisons restent difficiles à appréhender en raison de la singularité météorologique de l'été 2007 et le pourcentage de données manquantes en été. Les données 2006 sont ainsi les plus représentatives en termes de pourcentage de fonctionnement et de conditions météorologiques. Il reste ainsi à confirmer l'hypothèse de la hausse des concentrations de mercure dans l'air en été.**

## 4.2 Influence des facteurs météorologiques

### 4.2.1 Influence de la température

Le graphique suivant (cf. Figure 8) montre l'évolution mensuelle des moyennes des concentrations de mercure et de températures pour l'année 2006. Les deux séries suivent en moyenne mensuelle une évolution similaire ce qui supposerait une corrélation assez forte entre la température et les émissions de mercure.

Le coefficient de corrélation linéaire horaire entre le mercure et la température est cependant faible avec une valeur de 0.2. A l'échelle d'une semaine, le coefficient est plus élevé à 0.4. En considérant le mois, la corrélation est de 0.5. Elle est meilleure en été par rapport à l'hiver et s'élève à 0.7 pour les mois de mai à octobre. Le mercure ne semble en contrepartie pas corrélé directement à l'ozone étant donné que le coefficient de corrélation entre le mercure et l'ozone est inférieur à 0.1. De même, aucun lien n'est notable entre le mercure et le rayonnement solaire.

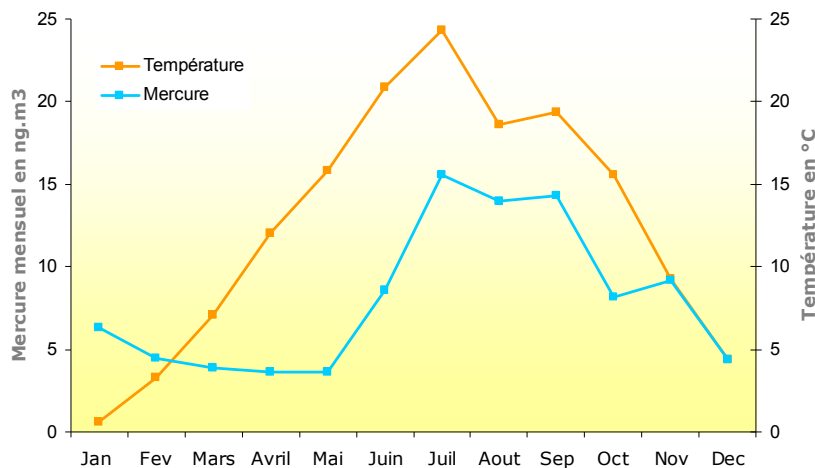


Figure 8 : Influence de la température sur le mercure

- **En moyenne, une corrélation forte relie le mercure à la température pour les mois de mai à octobre. Les concentrations de mercure semblent être directement liées au facteur température.**

L'amplitude thermique journalière est-elle un facteur explicatif des variations de mercure ?

Une étude menée par l'Ineris (Métaux Mercure F. Merliere, 2001) a fait ressortir que les concentrations de mercure pourraient varier d'un facteur 2 à 5 lorsque l'amplitude thermique journalière dépasse 10°C. Cette conclusion a été faite à partir de données de mercure sur la région toulonnaise au cours de la période estivale.

Sur Champ sur Drac, la moyenne des concentrations des jours à forte amplitude thermique atteint 8.2 ng.m<sup>-3</sup> alors qu'elle est de 5.8 ng.m<sup>-3</sup> pour les jours à faible amplitude thermique. Par ailleurs, les maxima des journées à haute amplitude sont en moyenne plus élevés que ceux des jours à faible amplitude.

Une différence des moyennes et des maxima liée à l'amplitude thermique est donc notable mais le facteur n'est pas autant marqué que celui observé dans l'étude Ineris.

D'un point de vue statistique, la différence est tout de même significative. Les tests de Wilcoxon et Student ont été effectués sur deux types de données : d'une part, sur les moyennes journalières et d'autre part sur les maxima journaliers (cf. Tableau 6).

La conclusion est la suivante : avec un niveau de test de 5%, les tests de Wilcoxon et de Student montrent tous deux qu'il existe une différence significative des concentrations moyennes de mercure entre les jours à faible amplitude thermique journalière et les jours à haute amplitude.

Le même test sur les maxima amène aussi à conclure une différence significative entre les deux groupes.

Le test paramétrique de Student est plus puissant (au sens statistique) que le test de Wilcoxon. Mais ce dernier ne nécessite pas l'hypothèse forte de normalité des variables. La normalité des données du mercure étant discutable, les deux tests ont été mis en place.

	Etude des moyennes journalières	Etude de maximums journaliers
Test de Wilcoxon	Pvalue < 0.01	Pvalue < 0.01
Test de Student	Pvalue < 0.01	Non applicable

Tableau 6 : Test évaluant l'impact de la température sur les variations de mercure

Sans pour autant avoir un facteur aussi important que celui observé par l'Ineris, l'amplitude thermique journalière semble jouer un rôle dans les variations de concentrations du mercure.

#### 4.2.2 Influence du vent

Suite à l'étude du paragraphe 3.1.4, les vents de Pont de Claix sont transposés sur la station de Champ sur Drac (cf. § 3.1.4). La direction privilégiée du vent suit clairement l'axe Nord Sud. La rose des vents est très stable en fonction de la vitesse de vent. Les directions privilégiées sont donc indépendantes des vitesses de vents correspondantes.

La rose de pollution du mercure représentant la fréquence d'émission par tranche de vitesse et de directions de vents (de 04/01/2006 à 04/10/2007) montre que lors des vents forts, les émissions de mercure proviennent préférentiellement de la direction Nord/Nord-Est. En effet, les trois observations de vents forts (supérieur à 5.5 m.s<sup>-1</sup>) provenant de cette direction sont liés à une concentration moyenne de mercure de 76ng.m<sup>-3</sup>.

➤ Cette rose de pollution met en avant la retombée du panache industriel. La direction Nord/Nord-Est de cette rose de pollution pointe en effet la direction correspondante au lieu des émissions industrielles (cf. Figure 9). Mais cette configuration reste très rare (3 cas horaires entre janvier 2006 et octobre 2007)

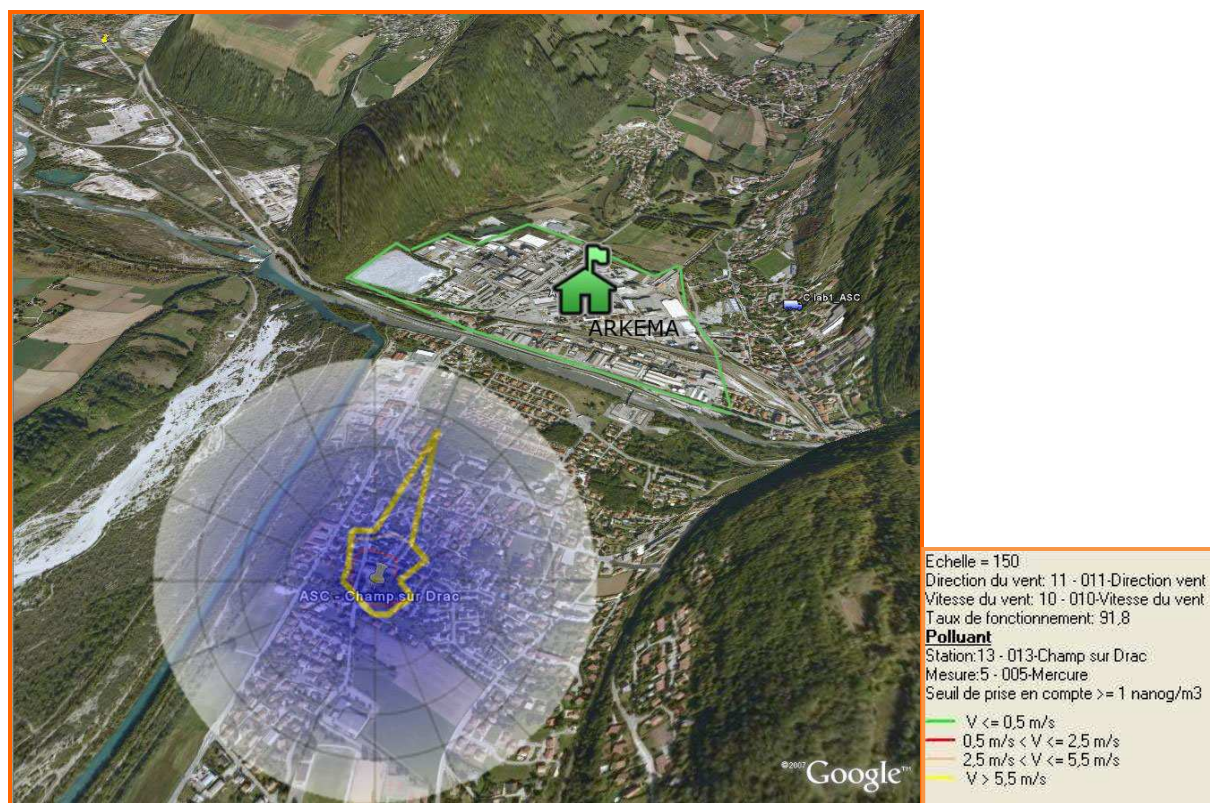


Figure 9 : Rose de pollution de Champ sur Drac

### 4.3 Etude des pointes de mercure au-delà du seuil proposé

Afin d'étudier plus spécifiquement les conditions d'apparition des pointes de mercure, une étude plus poussée a été effectuée sur les données dépassant la valeur seuil réglementaire envisagée de  $50 \text{ ng.m}^{-3}$ . Pour cela, on définit une pointe de mercure comme une concentration **horaire** dépassant  $50 \text{ ng.m}^{-3}$ .

Entre le 04 janvier 2006 et le 04 octobre 2007, 97 jours présentent une concentration horaire dépassant au moins une fois ce seuil. Sur l'ensemble de la période de mesure, cela représente 15% des journées.

Les pointes de mercure apparaissent-elles préférentiellement un jour dans la semaine ?

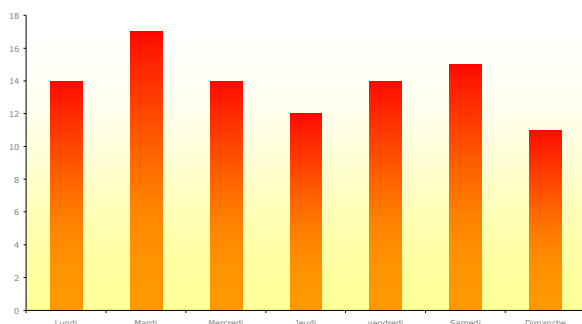


Figure 10 : Répartition des pics de mercure en fonction des jours de la semaine

Le jour où le nombre de dépassements du seuil est minimum est le dimanche avec 11 dépassements (cf Figure 12). Il est maximum le mardi avec 17 dépassements, mais la répartition en fonction des jours de la semaine montre que cette différence n'est pas significative. En particulier, aucune baisse significative de concentrations n'est visible le week-end comme on le retrouve souvent sur les polluants d'origine automobile ou liés à l'activité industrielle ou humaine.

➤ La fréquence des apparitions des pointes de mercure sont stables en fonction des jours de la semaine.

Les pointes sont-elles fonction des heures de la journée ?

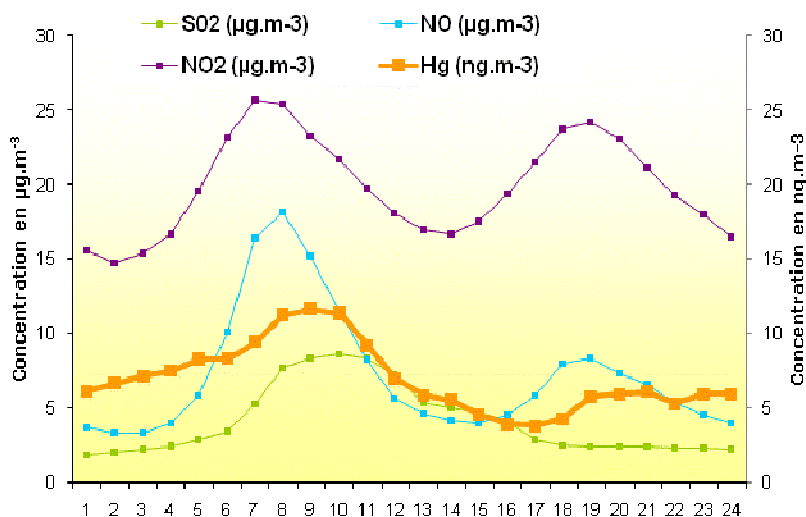


Figure 11 : Profil horaire du mercure comparé aux profils horaires de trois autres polluants

Le profil horaire du mercure (cf. Figure 11) s'apparente plus au profil horaire du dioxyde de soufre (polluant à caractère industriel, même s'il n'est pas beaucoup émis sur la zone de Jarrie), avec une seule pointe principale le matin, plutôt qu'aux oxydes d'azote



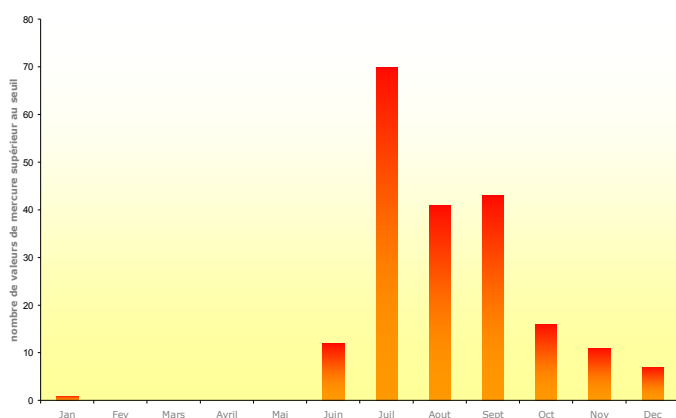
(polluants trafics principalement) qui suivent typiquement les déplacements pendulaires de la journée et augmentent lors des pointes de trafic le matin et le soir.

Le profil horaire du mercure met en évidence une hausse des concentrations du mercure entre 9h et 11h pour atteindre une moyenne horaire légèrement supérieure à  $10 \text{ ng.m}^{-3}$ . Puis les concentrations moyennes accusent une baisse au cours de l'après-midi et enfin une stabilisation vers  $5 \text{ ng.m}^{-3}$  en fin de journée.

La hausse n'est pas a priori à mettre en lien directement avec une variation dans les flux d'émissions du mercure, mais plutôt avec les échanges thermiques entre les différentes couches atmosphériques qui ont lieu généralement à ces heures de la journée.

Les remontées de mercure du sol vers l'atmosphère liées à la relaxation des milieux est une hypothèse qu'il est possible d'envisager pour expliquer ces variations. Les données recueillies dans le cadre de cette étude ne peuvent cependant en aucun cas en apporter la preuve.

### Quel sont les mois les plus propices aux pointes de mercure ?



**Figure 12 : Répartition des pics de mercure en fonction des mois**

L'histogramme ci-contre montre la répartition des pointes de mercure par mois. Le mois le plus propice aux pointes est le mois de juillet avec plus de 70 dépassements de  $50 \text{ ng.m}^{-3}$ . De manière plus générale, les pointes se produisent préférentiellement en été. Deux périodes apparaissent : une première de juin à novembre (été et automne) très sujette aux hausses ponctuelles de mercure, une seconde de décembre à mai (hiver et printemps) où les valeurs sont quasiment toutes inférieures à  $50 \text{ ng.m}^{-3}$ .

- **La corrélation mensuelle avec la température est beaucoup plus marquée pendant la période été/automne avec une corrélation mensuelle de 0.7, contrairement à la période hiver/printemps où la corrélation est seulement de 0.2.**

### Quelle est l'influence du vent sur les apparitions des pics de mercure ?

La vitesse moyenne des vents lors des pointes de mercure ( $2.0 \text{ m.s}^{-1}$ ) est inférieure à la moyenne globale ( $2.3 \text{ m.s}^{-1}$ ). Les maxima suivent le même phénomène : le maximum des vents lors des pointes est de  $7.5 \text{ m.s}^{-1}$  contre  $15.6 \text{ m.s}^{-1}$  au total.

En ce qui concerne les directions, la direction privilégiée pour les valeurs de mercure élevées est le nord en général (N-NW/N/N-NE). Elle correspond à la direction du lieu de l'émission industrielle.

Ainsi, en moyenne, les pics de mercure n'apparaissent pas lors de vents forts car ces derniers ont tendance à disperser les polluants. Dans le cas de vents faibles, on assiste plutôt à un phénomène de stagnation du mercure sur la zone étudiée. Il convient de préciser que le test non paramétrique de Wilcoxon conclue qu'il existe une différence mais peu significative entre les vitesses de vent lors de pics et les vitesses de vent lors des périodes sans pics.

- **Le vent semble aussi jouer un rôle, en particulier lors des épisodes de vents faibles où on assiste à un phénomène de stagnation et d'accumulation des concentrations du mercure.**

## 5 Impact sanitaire

Afin de faire un lien entre les niveaux observés en mercure à Champ-sur-Drac et les risques sanitaires par inhalation potentiellement associés, un avis sur la base des résultats obtenus a été sollicité auprès de la CIRE<sup>10</sup> Rhône-Alpes. Cet avis est le suivant :

« Des concentrations de référence dans l'air ont été établies par plusieurs organismes (US-EPA, ATSDR, RIVM, OEHHA) pour des expositions chroniques par inhalation au mercure élémentaire (ou au mercure élémentaire et inorganique). Pour des expositions chroniques à des niveaux inférieurs à ces concentrations de référence, ces organismes considèrent qu'aucun effet toxique n'est susceptible de survenir. Ces concentrations de référence varient de 90 ng.m<sup>-3</sup> (valeur de l'OEHHA pour le mercure élémentaire et inorganique) à 300 ng.m<sup>-3</sup> (valeur de l'US-EPA pour le mercure élémentaire).

Les concentrations moyennes annuelles mesurées étant bien inférieures à ces valeurs, il apparaît que les expositions chroniques par inhalation de mercure à Champ-sur-Drac ne devraient pas générer de risque pour la santé des populations.

Par ailleurs, l'OEHHA propose une concentration de référence de 1800 ng.m<sup>-3</sup> à ne pas dépasser pour une exposition aiguë par inhalation au mercure inorganique. Les concentrations maximales mesurées sont inférieures à cette valeur. »

---

<sup>10</sup> Cellule Inter Régionale d'Epidémiologie

## 6 Conclusion

La mesure du mercure gazeux sur Champ sur Drac, réalisée par ASCOPARG, est effective depuis janvier 2006. Depuis octobre 2007, une panne sévère de l'appareil Tekran a causé un arrêt momentané de cette surveillance continue.

Les mesures présentent des concentrations cohérentes par rapport aux autres données connues dans l'environnement. La concentration moyenne de  $6.9 \text{ ng.m}^{-3}$  sur le site de Champ sur Drac montre en effet un taux plus élevé que la concentration moyenne de mercure sur un site non influencé par l'industrie sans pour autant atteindre un taux qui, d'après l'OMS, présenterait un effet direct sur la santé. Les mesures se situent dans la gamme de concentration d'un site en proximité d'une industrie de soude et chlore. Sur la base de cette série de résultats, l'exposition chronique par inhalation, d'après un avis de la CIRE Rhône-Alpes, ne devrait pas générer de risque pour les populations.

Une analyse statistique a été menée afin de rechercher les paramètres pouvant caractériser les périodes de pointes de mercure. Les liens statistiques avec les saisons, les paramètres météorologiques, l'heure ou le jour de semaine, les polluants atmosphériques, l'interférence avec la mesure de mercure ont été recherchés :

- Le profil mensuel des données de mercure en 2006 présente une hausse significative des concentrations au cours de l'été. Ce phénomène n'est pas visible sur les autres données disponibles du mercure (données INERIS 2004 et ASCOPARG 2007).
- Une relation significative entre le mercure et la température a été observée pour la période de mai à octobre avec un coefficient de corrélation de 0.7.
- Le vent joue un rôle essentiel, en particulier lors des épisodes de vents faibles menant à la stagnation et l'accumulation des concentrations du mercure.
- les mesures permettent également de mettre en évidence une relation entre l'amplitude thermique journalière et les variations de mercure sans pour autant être aussi significative que des conclusions faites dans d'autres rapports.

Il semble ainsi important de continuer la surveillance du mercure dans le sud grenoblois afin de confirmer, au niveau des concentrations, la tendance actuelle de diminution des émissions. Le PSQA de la région Rhône-Alpes prévoit pour les émetteurs industriels les plus importants, tous polluants confondus, une surveillance ponctuelle au minimum tous les 5 ans.

Bien que la zone de Jarrie présente les émissions industrielles les plus importantes de la région, le capteur de Champ sur Drac, après quelques semaines de remise en route, sera déplacé sur d'autres sites de la région Rhône-Alpes potentiellement exposés à des émissions de mercure. Ces futurs résultats permettront ainsi de consolider la base de connaissances sur les concentrations de ce polluant dans l'air.

## BIBLIOGRAPHIE

AIRNORMAND (2007) Mesures de métaux dans l'estuaire de la Seine - Premiers résultats. Rapport d'étude n° E 03-06-07

AIRNORMAND (2003) Honfleur – Mesure de Métaux. Rapport d'études n°E 03\_06

ASCOPARG (2005) Inventaire des émissions de mercure sur Grenoble et son agglomération. T. Arnaud.

CITEPA (2007) Substances relatives à la contamination par métaux lourds. Emissions dans l'air en France.

INERIS (2002) Métaux Mercure – rapport final. Laboratoire central de Surveillance de la Qualité de l'Air. Convention 31/2001. F Marlière, N Bocquet, M Rouez

INERIS (2001) Métaux Mercure. Laboratoire central de Surveillance de la Qualité de l'Air. Convention. F Marlière

INERIS (2001) Etudes d'épisodes inexplicés d'ozone. Laboratoire central de Surveillance de la Qualité de l'Air. Convention 41/2000. I. Zdanevitch

FRANCE NATURE ENVIRONNEMENT (2007) Le mercure dans l'industrie française de production de chlore : Etat des lieux et perspectives. M Senant.

LGGE : LABORATOIRE DE GLACIOLOGIE ET GEOPHYSIQUE DE L'ENVIRONNEMENT (2002). Influence of anthropogenic sources on total gaseous mercury variability in Grenoble suburban air (France). A. Dommergue et al.

# ANNEXE 1

## DEFINITION ET DESCRIPTION D'UN TEST STATISTIQUE

### Comparaison de deux échantillons $X_i$ et $Y_i$

#### Définition

Un test d'hypothèse est une démarche statistique consistant à rejeter ou à accepter une hypothèse en fonction d'un jeu de données. L'utilisation d'un test d'hypothèse doit vérifier certaines conditions.

#### Choix du test

Dans le cas précis où les données de mercure ne suivent pas une répartition de loi normale, le test non paramétrique de Wilcoxon a été choisi.

#### Idée du test

Si l'on rassemble les deux échantillons  $X_i$  et  $Y_i$ , et que l'on range les valeurs par ordre croissant, l'alternance des  $X_i$  et  $Y_i$  devraient être assez régulière. On aura des doutes sur l'égalité des échantillons si les  $Y_i$  sont plus fréquents dans une certaine plage de valeurs que les  $X_i$  (ou inversement).

#### Résultat du test

La pvalue permet d'avoir une mesure de la significativité du test. Plus la pvalue est élevée et plus on a de chance que la relation observée soit due à l'aléa. Inversement, plus la pvalue est faible, plus on a de chance que la relation soit réelle. Concrètement, une pvalue de 0.05 indique qu'il existe une probabilité de 5% que la relation entre les variables trouvées entre les deux échantillons soit « due à la chance » ou à une « coïncidence ».

#### Conclusion de l'application du test

Dans l'étude des *Variations saisonnières depuis janvier 2006* (chapitre 4.1, p21), les données de 2006 sont confrontées à celle de 2007. La pvalue du test étant inférieure à 0.01, le test nous amène à conclure à une différence significative à plus de 90% entre les concentrations de mercure en 2006 et celles de 2007.