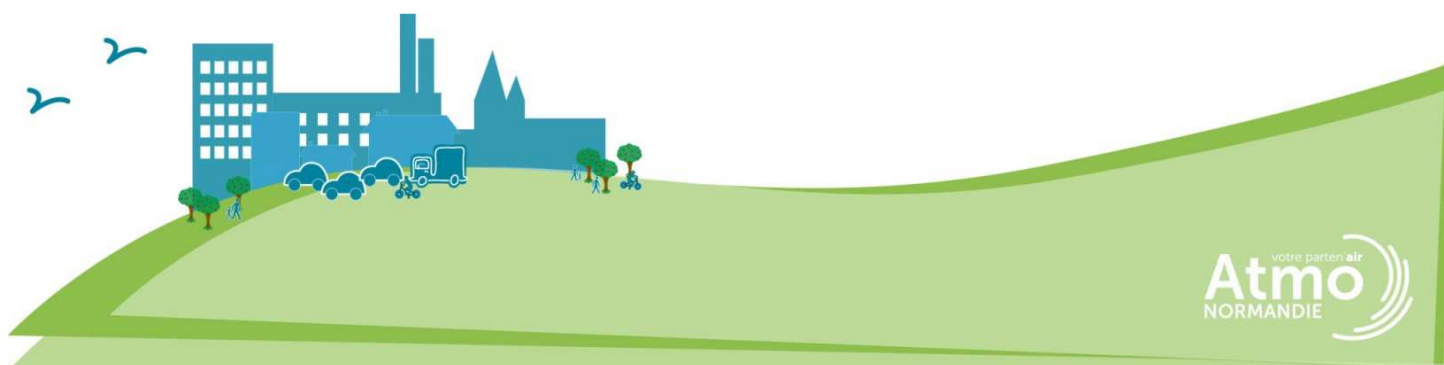


# Mesures de chlorures et fluorures totaux et de 14 métaux particulaires à Gonfreville l'Orcher

Année 2016



## Avertissement

Atmo Normandie est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Haute-Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Atmo Normandie est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet ([www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes, illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations faite sans l'autorisation écrite d'Atmo Normandie est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies à Atmo Normandie par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Atmo Normandie de leur exactitude. La responsabilité d'Atmo Normandie ne pourra donc être engagée si les données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les répercussions.

Atmo Normandie ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Atmo Normandie conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Atmo Normandie ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Atmo Normandie, doit indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Rapport n° 1160-001

Le 30 avril 2017,

La rédactrice,  
Anne FRANCOIS DUBOC

Le responsable du pôle « *campagnes de mesure et exploitation des données* »,  
Sébastien LE MEUR

## Résumé

Des mesures de 14 métaux particuliers et de chlorures et fluorures ont été réalisées à la station de mesure de Gonfreville l'Orcher tout au long de l'année 2016. Ce travail réalisé pour la sixième année consécutive a pour objectif d'améliorer les connaissances sur ces composés, pour la plupart non réglementés dans l'air ambiant mais présents au niveau des zones industrielles de la région, et d'étudier l'éventuel impact de la centrale thermique EDF du Havre sur les concentrations mesurées.

Les résultats de 2016 permettent de conclure au respect des valeurs réglementaires existantes pour les 4 métaux réglementés en France dans l'air ambiant : arsenic, cadmium, nickel et plomb. En l'absence de valeur réglementaire française pour les chlorures et les fluorures, le respect de la valeur réglementaire allemande pour les chlorures, et de la valeur guide de l'OMS pour les fluorures a pu être vérifié. Ces résultats confortent les conclusions des 5 années antérieures.

L'historique sur 6 années et la comparaison à d'autres sites permettent d'avoir un recul sur le comportement des différents métaux et des chlorures et fluorures et de mettre en évidence certaines évolutions. Ainsi, une tendance à la baisse est observée pour plusieurs métaux (antimoine, arsenic, cuivre, manganèse, nickel, plomb, sélénium, vanadium et zinc). Pour les chlorures totaux, aucune tendance significative n'est observée. Les concentrations en fluorures sont quant à elles inférieures à la limite de quantification durant toute l'année 2016 et pratiquement depuis le début des mesures.

La centrale thermique EDF participe faiblement aux émissions de métaux et chlorures (ce dernier étant un indicateur des émissions d'acide chlorhydrique) pouvant impacter le site de Gonfreville l'Orcher, sans qu'on puisse distinguer clairement sa contribution aux concentrations mesurées dans l'air ambiant par rapport aux autres émetteurs industriels.

La répartition des concentrations entre chlorures gazeux et chlorures particuliers montre un profil saisonnier (augmentation des chlorures particuliers en conditions « hivernales » avec des vents forts en provenance de la mer favorisant le transport des embruns marins et augmentation des chlorures gazeux en conditions « estivales » sous l'influence de l'augmentation de la température ambiante et de l'ensoleillement).

Il est d'ores et déjà décidé de prolonger les séries de mesures en 2017 et 2018, en adaptant le rythme des prélèvements à ce qui se fait par ailleurs sur une autre station de mesure de la région, à savoir une semaine sur deux. La liste des anions analysés sera étendue aux phosphates, nitrates et sulfates, avec l'accord d'EDF et bien que la centrale ne soit pas émettrice de ces polluants, afin de contribuer à une meilleure connaissance de ces polluants dans la région.

## SOMMAIRE

1.	Sigles, symboles et abréviations .....	5
2.	Introduction .....	6
3.	Éléments nécessaires à la compréhension du document .....	6
3.1.	Définitions .....	6
3.2.	Contexte .....	7
3.3.	Approche choisie.....	8
3.4.	Matériel.....	9
3.5.	Méthode .....	9
3.6.	Origine des données .....	10
3.7.	Limites .....	10
4.	Déroulement .....	11
4.1.	Période de mesure .....	11
4.2.	Site de mesure .....	11
4.3.	Rose des vents 2016 .....	12
5.	Résultats.....	12
5.1.	Résultats bruts .....	12
5.2.	Résultats transformés .....	13
6.	Interprétation des résultats et discussion .....	18
7.	Conclusions .....	24
8.	Pages complémentaires.....	24
8.1.	Annexes.....	24
8.2.	Bibliographie .....	35

## 1. Sigles, symboles et abréviations

---

Unités utilisées dans l'air ambiant:

- $\text{mg/m}^3 = 10^{-3}\text{g/m}^3$  : milligrammes par mètres cubes
- $\mu\text{g/m}^3 = 10^{-6}\text{g/m}^3$  : microgrammes par mètres cubes
- $\text{ng/m}^3 = 10^{-9}\text{g/m}^3$  : nanogrammes par mètres cubes

### Symboles chimiques

Sb : Antimoine

As : Arsenic

Cd : Cadmium

Cr : Chrome

Co : Cobalt

Cu : Cuivre

Sn : Etain

Mn : Manganèse

Ni : Nickel

Pb : Plomb

Se : Sélénium

Te : Tellure

V : Vanadium

Zn : Zinc

Sb : Antimoine

Cl : chlorures

F : fluorures

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

IREP : Registre des Emissions Polluantes ([www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes](http://www.georisques.gouv.fr/dossiers/irep-registre-des-emissions-polluantes))

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

## 2. Introduction

---

Dans le cadre de son Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (assurer et développer des suivis non réglementaires selon les priorités locales), Atmo Normandie réalise depuis novembre 2010 des mesures de métaux particuliers à Gonfreville l'Orcher, en proximité des émetteurs potentiels de la zone industrielle du Havre. Quatre métaux particuliers sont réglementés dans l'air ambiant : Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb. La liste des métaux mesurés est élargie à 14 substances afin de mieux connaître le comportement des autres métaux (non réglementés dans l'air ambiant) sur ce secteur. Par ailleurs, Atmo Normandie est également intéressée par la mesure des chlorures particuliers afin de recueillir des informations sur la part des embruns marins, constitués en partie de chlorures particuliers, dans les concentrations des poussières en suspension au Havre.

De son côté, l'industriel EDF est soumis, par arrêté préfectoral, à l'obligation de surveillance des substances suivantes dans l'environnement de son site du Havre : Antimoine, Chrome, Cobalt, Cuivre, Etain, Manganèse, Vanadium, Sélénium, Tellure, ainsi que pour les fluorures et chlorures (indicateurs des acides fluorhydrique et chlorhydrique). Ces substances sont en effet susceptibles d'être émises par la centrale EDF.

C'est pourquoi Atmo Normandie et EDF ont décidé conjointement de réaliser ces mesures de 14 métaux et de chlorures et fluorures, à Gonfreville l'Orcher sous les vents dominants de la centrale EDF.

Ce rapport présente les résultats de l'année 2016, ainsi que le contexte de l'étude et la méthode choisie. Ils sont destinés à l'industriel EDF et rendus disponibles sur le site [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr) pour tout public intéressé.

## 3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

---

### 3.1. Définitions

- Chlorures et fluorures particuliers, gazeux, totaux : dans le cadre de cette étude, on distingue les résultats de mesure dans les deux phases : particulaire et gazeuse. La somme des deux phases particulaire et gazeuse correspond aux chlorures ou fluorures totaux. Précisons que les chlorures d'origine marine (embruns) se trouvent majoritairement dans la phase particulaire des chlorures. Au contraire, les acides fluorhydrique (HF) et chlorhydrique (HCl) présents dans les émissions d'EDF, se retrouvent majoritairement dans les phases gazeuses respectives des fluorures et des chlorures. Néanmoins, la température ambiante peut avoir une influence sur cette répartition entre la phase gazeuse et la phase particulaire.
- Métaux particuliers : Pour les métaux, seule la phase particulaire est prélevée et analysée. C'est en effet dans cette phase que se retrouvent majoritairement les métaux présents dans l'air ambiant (à l'exception du mercure qui n'est pas mesuré ici<sup>1</sup>).

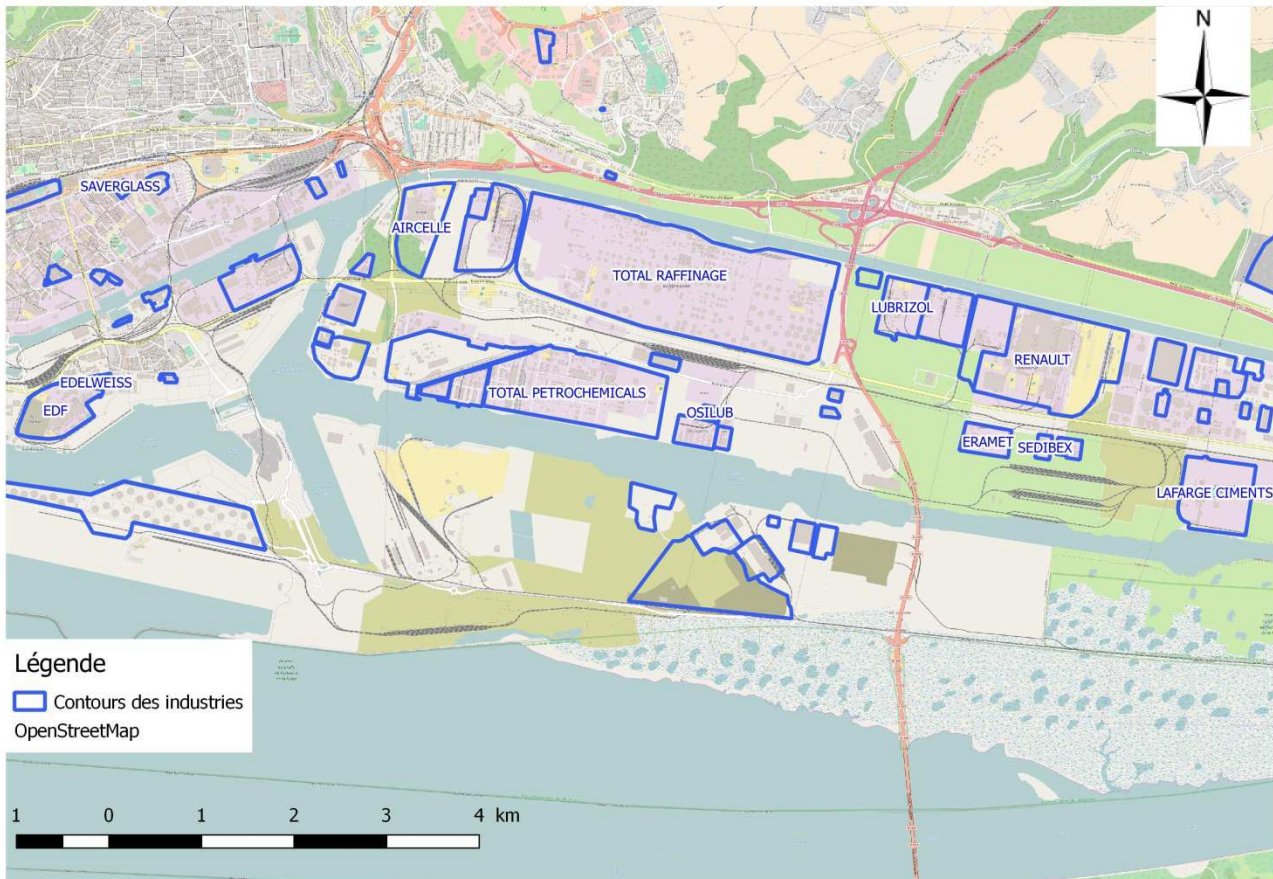
---

<sup>1</sup> Atmo Normandie a réalisé des mesures de mercure gazeux en zone industrielle du Havre dans le cadre d'une autre étude intitulée "programme complémentaire de surveillance des pollutions industrielles autour de la zone industrielle du Havre pour les années 2013, 2014, 2015" [1].

### 3.2. Contexte

Plusieurs émetteurs de métaux et d'acides chlorhydrique (HCl) et fluorhydrique (HF) dans l'air sont déclarés sur la zone industrielle du Havre et EDF en fait partie (cf. Tableau 1).

Les émissions des émetteurs déclarés sont consultables sur le site de l'IREP, lorsqu'elles sont supérieures aux seuils réglementaires de déclaration (Arrêté du 31/01/08 relatif au registre et à la déclaration annuelle des émissions et des transferts de polluants et des déchets - source DREAL).



Elément	Emetteurs déclarés en 2015 (source : IREP)
Cr	TOTAL PETROCHEMICALS
Ni	TOTAL RAFFINAGE, ERAMET, TOTAL PETROCHEMICALS, LAFARGE CEMENTS
V	TOTAL RAFFINAGE, TOTAL PETROCHEMICALS, EDF
Zn	RENAULT, TOTAL PETROCHEMICALS
HCl	EDF
HF	EDF

Tableau 1 : Emetteurs déclarés des métaux, d'HCl et HF sur la zone industrielle du Havre en 2015

Des mesures de 14 métaux particuliers et de chlorures et fluorures ont commencé à la station de Gonfreville l'Orcher en novembre 2010. Les données de 2011 à 2015 ont été présentées dans des rapports d'étude annuels [2, 3, 4, 5, 6] disponibles sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr).

Les principales conclusions des années antérieures à 2016 étaient :

- Le respect de la valeur limite pour le plomb,
- Le respect des valeurs cibles pour les métaux: arsenic, nickel et cadmium.
- Le respect de la valeur limite allemande (prise comme référence en l'absence de valeur limite française) pour les chlorures totaux.
- Le respect de la valeur guide recommandée par l'OMS (prise en l'absence de valeur limite à laquelle se référer) pour les fluorures totaux.
- La mise en évidence d'une tendance à la baisse entre 2011 et 2015 pour l'arsenic, le cadmium, le cuivre, le nickel, le sélénium, le vanadium et le zinc, vraisemblablement liée à des arrêts d'unités industrielles ou des améliorations des émissions des unités restantes sur la zone industrielle du Havre.
- La part des émissions de la centrale EDF sur les métaux et les chlorures n'a pas pu être quantifiée par rapport à celle des autres émetteurs de la zone industrielle du Havre.

Depuis 2011, première année de mesure, les activités de la centrale EDF ont évolué. En effet, en 2011 et 2012, les 3 tranches de la centrale étaient en exploitation (mais la tranche 2 a peu fonctionné en 2012 suite à un incendie). Au 1<sup>er</sup> mars 2013, la tranche 1 a été définitivement arrêtée et au 1<sup>er</sup> juillet 2013, c'est la tranche 2 qui a cessé son activité.

Depuis juillet 2013, seule la tranche 4, est en exploitation. Elle a été arrêtée pour rénovation profonde à partir du 15 mars 2014. Ainsi, sur l'année 2014, la tranche 4 de l'Unité de Production n'a fonctionné que du 1<sup>er</sup> janvier au 15 mars 2014. Les émissions de la Centrale thermique ont donc été très réduites en 2014 par rapport aux années précédentes. Néanmoins cette diminution n'est pas discernable sur les concentrations en métaux et en chlorures mesurées à la station de Gonfreville l'Orcher en 2014 ce qui suggère que l'impact de la centrale est faible pour ces composés au niveau de ce site.

En 2015, après plusieurs mois de fonctionnement en essais de requalification, la tranche 4 de l'Unité de Production a été remise en service industriel le 26 octobre 2015, puis elle a été de nouveau arrêtée du 20 au 31 décembre 2015. Ainsi, sur l'année 2015, la tranche 4 de l'Unité de Production a essentiellement fonctionné sur 2 périodes : mars à mai et novembre à décembre, soit 2240h de fonctionnement contre 940h en 2014. Les émissions de la centrale thermique sont donc, de ce fait, plus importantes en 2015 qu'en 2014.

En 2016, la Centrale EDF compte 5528 heures de fonctionnement. Les émissions sont donc plus importantes en 2016 que durant les deux années précédentes. Des arrêts pour maintenance ont eu lieu du 22/05 au 19/06 et du 09/07 au 21/08.

### **3.3. Approche choisie**

Les mesures sont réalisées dans la continuité des années précédentes (site, méthodes de mesure). En effet, il est utile de disposer de séries temporelles suffisamment longues dans les mêmes conditions pour appréhender de façon globale les phénomènes et les tendances.

L'analyse des données consiste en une confrontation des résultats avec des valeurs de référence ou d'autres mesures réalisées sur la région.



### 3.4. Matériel

Les prélèvements sont effectués par Atmo Normandie sur un pas de temps hebdomadaire avec des appareils de prélèvement à bas débit (1 m<sup>3</sup>/h) effectuant une coupure granulométrique des particules à 10 microns (appareil PARTISOL spéciation pour les chlorures et fluorures, appareil PARTISOL pour les métaux).

Pour les chlorures et fluorures :

La séparation des chlorures et fluorures gazeux et particulaires se fait au moyen d'un prélèvement sur support à 2 étages :

- sur un filtre en PVC qui stoppe les chlorures provenant des embruns et l'acide chlorhydrique sous forme de gouttelettes, ainsi que les fluorures solubles et insolubles, et l'acide fluorhydrique sous forme de gouttelettes,
- sur un filtre de quartz imprégné d'une solution de carbonate de sodium, qui stoppe les acides chlorhydrique et fluorhydrique sous forme gazeuse.

Pour les métaux particulaires :

Les prélèvements des métaux particulaires sont effectués sur filtres en fibre de quartz.

### 3.5. Méthode

#### 3.5.1. Méthode de mesure pour les chlorures et fluorures

- En l'absence de norme sur la mesure en air ambiant, c'est la méthode de l'INRS qui est suivie. Cette méthode de mesure des fluorures et chlorures présents sous forme de gaz et d'aérosols dans l'atmosphère des lieux de travail est décrite dans la fiche INRS 009.
- Une séparation des phases gazeuses et particulaires est effectuée. Le résultat final des chlorures et fluorures totaux est la somme des phases gazeuses et particulaires.
- Les échantillons (filtres) sont envoyés après prélèvement au laboratoire de Rouen ALPA CHIMIES (49 rue Mustel, B.P. 4063, 76022 Rouen Cedex 3) pour être analysés. Ce laboratoire a été choisi, en raison de son expérience sur les analyses de fluorures et chlorures en atmosphère des lieux de travail (accréditation COFRAC).

#### 3.5.2. Méthode d'interprétation des résultats de chlorures et fluorures

Pour l'interprétation des résultats, il n'existe pas à l'heure actuelle de réglementation européenne sur les chlorures et fluorures dans l'air ambiant. En l'absence d'un seuil de référence européen ou français, les résultats de cette étude sont comparés à la valeur réglementaire allemande TA Luft pour les chlorures totaux, et à la valeur recommandée par l'OMS<sup>2</sup> pour les fluorures totaux, ainsi qu'aux résultats sur d'autres sites de la région.

---

<sup>2</sup> Dans le document : « OMS (2000) - Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen. 2nd », l'OMS recommande le seuil de 1 µg/m<sup>3</sup> pour la protection des animaux et des plantes et indique que ce seuil est suffisant pour la protection de la santé humaine.

### 3.5.3. Méthode de mesure pour les métaux particuliers

La mesure des métaux dans l'air ambiant suit la norme NF EN 14902 de décembre 2005 (pour As, Cd, Ni, Pb) dans la fraction particulaire inférieure à 10 microns. Elle est étendue aux autres métaux.

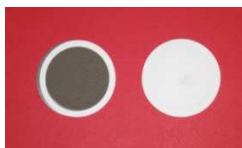


Figure 1 : Exemple de photos de filtres (à gauche un filtre après prélèvement des poussières PM<sub>10</sub>, à droite un filtre vierge)

Les filtres sont ensuite analysés en laboratoire (Laboratoire de Rouen ALPA CHIMIES - 49, rue Mustel - F- 76022 ROUEN). Le Laboratoire est accrédité pour la préparation et l'analyse des 9 métaux (As, Ni, Cd et Pb, Zn, Cu, Mn, V et Co) sur filtre.

### 3.5.4. Méthode d'interprétation des résultats de métaux particuliers

L'interprétation des résultats des métaux dans l'air ambiant se fait par rapport à une valeur cible annuelle pour arsenic, nickel et cadmium et par rapport à une valeur limite annuelle pour le plomb (réglementation européenne transcrite par décret n°2010-1250 – 21 octobre 2010). Il n'existe pas à l'heure actuelle de réglementation européenne sur les autres métaux dans l'air ambiant. En l'absence d'un seuil de référence européen ou français, les résultats de cette étude sont comparés aux résultats obtenus sur d'autres sites de mesures de la région.

### 3.5.5. Blancs terrains

Un blanc terrain est un filtre transporté vers le site d'échantillonnage, conservé dans le préleveur mais ne subissant aucun prélèvement d'air ambiant. Il est retourné au laboratoire d'analyse et traité de la même façon que les filtres ayant servi aux prélèvements d'air ambiant. Un blanc terrain est réalisé pour chaque type de mesures à chaque période d'échantillonnage. Il permet de contrôler si une éventuelle pollution a eu lieu lors des étapes de préparation, transport, manipulation, analyse.

## 3.6. Origine des données

Les données de pollution utilisées dans le présent rapport proviennent des résultats d'analyses du laboratoire de Rouen – Alpa Chimies suite aux prélèvements effectués par Atmo Normandie.

Les données de météorologie proviennent des capteurs d'Atmo Normandie (de Renault Sandouville et de Caucriauville).

Les données d'émissions de métaux, d'HCl et HF proviennent de l'IREP et d'EDF. Les résultats (métaux et fluorures-chlorures) du site de mesures d'Atmo Normandie de Gonfreville l'Orcher sont comparés à d'autres sites de mesures d'Atmo Normandie (Le Havre centre, Rouen centre, Evreux, Saint Saëns et Grand Couronne).

## 3.7. Limites

Il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur cible ni limite réglementaire française sur laquelle s'appuyer pour interpréter les résultats de chlorures, fluorures dans l'air ambiant, ni sur les métaux particuliers suivants dans l'air ambiant : Antimoine, Chrome, Cobalt, Cuivre, Etain, Manganèse, Vanadium, Sélénium, Tellure, Zinc.

## 4. Déroulement

### 4.1. Période de mesure

La campagne de mesure s'effectue tout au long de l'année 2016, avec un pas de temps hebdomadaire, dans la continuité des mesures commencées depuis fin 2010.

### 4.2. Site de mesure

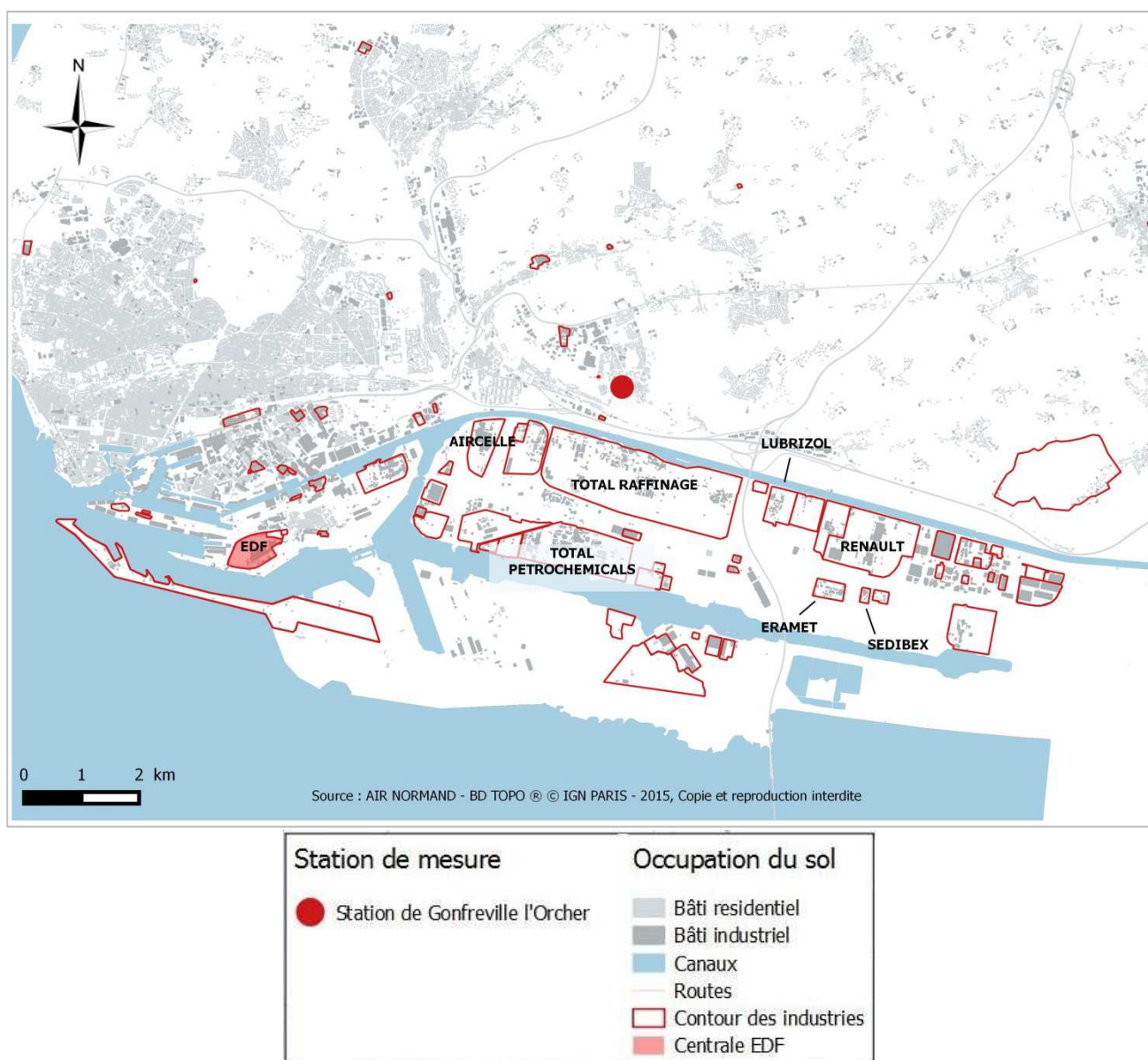


Figure 2 : Localisation du site de mesure par rapport à la centrale thermique EDF

Le site de mesure (station de Gonfreville l'Orcher) des métaux particuliers et des fluorures et chlorures a été choisi, en concertation avec EDF, sous les vents dominants de sud-ouest de la centrale thermique EDF. Ce site se trouve en zone habitée et à une distance de 7 km de la centrale (voir Figure 2). Ce choix du site s'appuie sur une modélisation de la dispersion des émissions de SO<sub>2</sub> de la centrale thermique. En effet, sur l'agglomération havraise ce site est celui sur lequel l'impact relatif

des émissions de SO<sub>2</sub> de la centrale EDF était apparu le plus significatif dans le cadre d'une étude de modélisation du dioxyde de soufre menée par la société ARIA Technologies dans le cadre du Plan de Protection d'Atmosphère du Havre (approuvé le 26 février 2007).

### 4.3. Rose des vents 2016

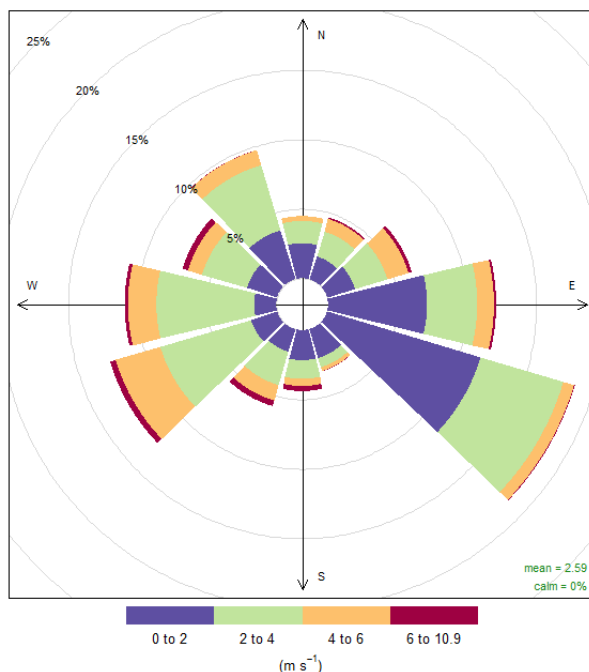


Figure 3 : Rose des vents annuelle 2016  
(Station météo d'Atmo Normandie de Renault Sandouville)

En 2016, la station de Gonfreville l'Orcher a été globalement sous les vents de la centrale EDF durant 11 % de l'année (secteur 205° à 245°).

## 5. Résultats

### 5.1. Résultats bruts

- Chlorures et fluorures (particulaires, gazeux, totaux) :

Les résultats d'analyses fournis par le laboratoire sont exprimés en µg/filtre. Ils sont disponibles sur simple demande auprès d'Atmo Normandie (demande à envoyer à [contact@atmonormandie.fr](mailto:contact@atmonormandie.fr)). Ces résultats sont ensuite exprimés par Atmo Normandie en µg/m<sup>3</sup> en divisant par le volume échantillonné.

- Métaux particuliers: Antimoine, Arsenic, Cadmium, Chrome, Cobalt, Cuivre, Etain, Manganèse, Nickel, Plomb, Vanadium, Sélénium, Tellure, Zinc

Les résultats d'analyses fournis par le laboratoire sont exprimés en ng/filtre. Ils sont disponibles sur simple demande auprès d'Atmo Normandie (demande à envoyer à [contact@atmonormandie.fr](mailto:contact@atmonormandie.fr)). Ces résultats sont ensuite exprimés par Atmo Normandie en ng/m<sup>3</sup> en divisant par le volume échantillonné.

## 5.2. Résultats transformés

### - Résultats des 14 métaux (années 2011 à 2016) en ng/m<sup>3</sup>

Gonfreville l'Orcher	Moyenne (ng/m <sup>3</sup> )						Maximum hebdomadaire (ng/m <sup>3</sup> )							date (semaine)	Valeur cible ou limite annuelle
	Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
Antimoine	1.0	0.7	0.7	1.0	0.6	<b>0.7</b>	2.5	1.6	1.9	4.9	1.2	<b>1.9</b>	23		
Arsenic	0.5	0.4	0.3	0.4	0.3	<b>0.3</b>	3.4	1.3	1.1	1.7	0.7	<b>0.8</b>	10	<b>6</b>	
Cadmium	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	<b>0.1</b>	0.7	0.4	0.4	0.5	0.2	<b>0.3</b>	48	<b>5</b>	
Chrome	1.8	1.6	2.1	2.5	1.5	<b>1.6</b>	4.4	3.5	3.7	4.8	2.7	<b>3.5</b>	48		
Cobalt	0.3 (LQ)	0.3	0.3	0.2	0.2	<b>0.2</b>	0.6	0.4	0.4	0.4	0.8	<b>0.7</b>	4		
Cuivre	4.9	5.2	4.5	4.1	3.6	<b>3.7</b>	11.0	15.0	13.8	14.6	9.0	<b>9.4</b>	48		
Etain	1.9	2.0	2.6	3.1	1.4	<b>2.0</b>	8.3	4.5	29	73.1	3.2	<b>9.2</b>	48		
Manganèse	4.2	3.4	3.9	3.1	3.2	<b>3.0</b>	15.7	11.3	13.2	12.2	9.3	<b>8.5</b>	11		
Nickel	6.1	4.6	4.3	5.0	2.5	<b>3.1</b>	16.9	13.2	10.5	12.9	7.0	<b>11.3</b>	15	<b>20</b>	
Plomb	5.3	4.0	4.9	7.5	3.2	<b>3.2</b>	20.0	13.7	12.1	34.9	8.3	<b>8.5</b>	50	<b>500</b>	
Sélénium	0.7	0.7	0.4	0.5	0.5	<b>0.5</b>	1.5	1.8	1.2	2.5	1.2	<b>1.2</b>	48		
Tellure	0.1 (LQ)	0.1	0.1	0.1	0.1	<b>0.1</b>	0.1 (LQ)	0.6	0.1	0.2	0.1	<b>0.1</b>	-		
Vanadium	4.5	3.4	2.6	2.6	1.1	<b>0.9</b>	10.8	9.6	6.5	5.8	6.1	<b>3.8</b>	4		
Zinc	22.2	20.4	18.8	28.6	12.6	<b>13.0</b>	71.3	88.0	41.4	147.4	23.8	<b>38.7</b>	17		

Tableau 2 : Résultats des métaux à Gonfreville de 2011 à 2016 (LQ = limite de quantification)

Les moyennes annuelles d'arsenic, cadmium, nickel et plomb sont nettement inférieures aux valeurs cibles (pour arsenic, cadmium et nickel) et limite (pour le plomb) annuelles. Ce constat est valable pour les six années de mesures.

L'évolution des concentrations des 14 métaux sur l'ensemble de l'année 2016 est représentée en annexe 2. Cette évolution met en évidence le fait que plusieurs métaux (cadmium, chrome, cuivre, étain et sélénium) enregistrent leurs concentrations maximales en fin d'année durant la même semaine 48 (du 28 novembre au 4 décembre 2016), ou en semaine 50 pour le plomb.

En 2016, le tellure est toujours en dessous de la limite de quantification comme les années précédentes.

#### - Tendances observées sur 6 ans

L'évolution des concentrations de 2011 à 2016 pour les 14 métaux est présentée en annexe 1. La plupart des métaux (Sb, As, Cu, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn) montrent **une tendance significative à la baisse entre 2011 à 2016** à la station de Gonfreville (vérifiée par un test de tendance de Mann-Kendall au risque de 5%). Le cadmium (Cd) montre une stabilité. Malgré le fait que la tranche 4 de la centrale EDF ait fonctionné nettement plus longtemps durant l'année 2016 par rapport aux années précédentes, on ne note pas d'augmentation des métaux émis par la centrale.

Pour les autres métaux les tendances sont moins nettes (Co, Cr, Sn). Le tellure est presque toujours non quantifié, à l'exception de quelques valeurs dans l'historique (deux en 2012 et une en 2014).

#### - Comparaison pour les métaux avec d'autres sites de mesure en 2016

Pour les métaux, les résultats de Gonfreville l'Orcher (en moyenne annuelle) sont comparés avec ceux des autres sites où l'on dispose des mêmes mesures en raison des problématiques locales.

Quatre métaux sont mesurés en routine aux stations du Havre centre, de Rouen centre, d'Evreux et de Saint Saëns. Les sites du Havre centre, de Rouen centre et d'Evreux sont des sites de fond urbain. Le site de Saint Saëns est un site de fond rural.

Des campagnes de mesures de l'ensemble des 14 métaux ont par ailleurs été réalisées durant 8 semaines (4 prélèvements hebdomadaires en début d'année 2016 puis 4 prélèvements hebdomadaires à l'automne 2016) sur un site de campagne de mesure en bordure de la zone industrielle de Grand-Couronne.

Moyenne en ng/m <sup>3</sup> (en 2016)	Gonfreville	Grand Couronne (8 mesures)	Le Havre centre	Rouen centre	Saint Saëns	Evreux
Antimoine	0.7	1.0	-	-	-	-
Arsenic	0.3	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
Cadmium	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Chrome	1.6	2.6	-	-	-	-
Cobalt	0.2	0.2	-	-	-	-
Cuivre	3.7	5.8	-	-	-	-
Etain	<b>2.0</b>	1.4	-	-	-	-
Manganèse	3.0	4.2	-	-	-	-
Nickel	<b>3.1</b>	0.8	<b>3.2</b>	1.2	1.1	0.8
Plomb	3.2	4.2	3.1	4.4	3.4	2.8
Sélénium	<b>0.5</b>	0.3	-	-	-	-
Vanadium	<b>0.9</b>	0.4	-	-	-	-
Zinc	13.0	16.4	-	-	-	-

Tableau 3 : Comparaison des résultats des mesures hebdomadaires des métaux sur les différents sites de mesures d'Atmo Normandie en 2016

- La concentration moyenne en arsenic obtenue à Gonfreville est égale à celles des sites du Havre et de Rouen centre (et des campagnes à Grand Couronne) et légèrement supérieure aux résultats de Saint Saëns et d'Evreux.
- Les concentrations en cadmium sur les différents sites de mesures sont similaires.
- Les concentrations en nickel sont plus élevées au Havre (station du Havre centre et de Gonfreville<sup>3</sup>) que sur les autres sites de mesures. A noter que la centrale EDF du Havre ne déclare plus d'émissions de Nickel depuis 2015.
- Les concentrations en plomb sur les différents sites de mesures sont légèrement plus faibles au Havre (station du Havre centre et de Gonfreville) qu'à Rouen et Grand Couronne.
- Pour les autres métaux, les concentrations mesurées à Gonfreville l'Orcher durant l'année sont comparées à titre indicatif à celles obtenues à Grand Couronne durant 8 semaines de prélèvements. Le tableau 4 permet la comparaison entre les deux sites sur les mêmes dates (7 prélèvements en commun). Les concentrations sont un peu plus élevées à Gonfreville pour l'étain, le nickel et le vanadium<sup>3</sup>. Les concentrations en antimoine, chrome, cuivre, manganèse, plomb, zinc sont quant à elles légèrement plus faibles à Gonfreville l'Orcher qu'à Grand Couronne.

<sup>3</sup> En gras dans le tableau

Moyenne sur 7 mesures aux mêmes dates en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Gonfreville	Grand Couronne
Antimoine	0.8	1.1
Arsenic	0.3	0.3
Cadmium	0.1	0.1
Chrome	1.8	2.1
Cobalt	0.1	0.2
Cuivre	4.1	5.5
Etain	1.8	1.5
Manganèse	2.8	4.1
Nickel	3.0	0.8
Plomb	3.7	4.4
Sélénium	0.3	0.3
Tellure	0.1	0.3
Vanadium	0.8	0.4
Zinc	14.2	16.8

Tableau 4 : Concentrations moyennes sur 7 périodes en commun à Gonfreville et Grand Couronne (en début d'année et en automne 2016)

#### - Résultats des fluorures (2016) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les concentrations hebdomadaires des fluorures particulaires et gazeux sont toutes inférieures à la limite de quantification, c'est à dire égales à  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$  durant toute l'année 2016.<sup>4</sup> La valeur guide annuelle de l'OMS<sup>5</sup> :  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les fluorures totaux est donc largement respectée.

A titre de comparaison, les concentrations des fluorures gazeux et particulaires obtenues sur le site de Grand Couronne sont également toutes inférieures à la limite de quantification pendant l'année 2015 et durant les campagnes de mesures de l'année 2016.

#### - Résultats des chlorures (années 2011 à 2016) en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

En l'absence de valeur limite, les concentrations en chlorures sont comparées à la valeur limite allemande. La synthèse des résultats des chlorures de 2011 à 2016 est présentée dans le tableau 5 (page suivante).

La moyenne annuelle des chlorures totaux est nettement inférieure au seuil de la valeur limite annuelle allemande. Ce constat est valable pour les six années de mesures. L'évolution des moyennes annuelles sur les 6 années de mesures ne met pas en évidence de tendance significative à la baisse ou à la hausse (voir les courbes d'évolution en annexe 3).

<sup>4</sup> Pour exprimer le fait que les concentrations de fluorures sont non quantifiées, elles sont saisies dans la base de données d'Atmo Normandie égales à la limite de quantification ( $4 \mu\text{g}/\text{filtre}$  soit  $0,02 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) divisée par deux, c'est à dire  $0,01 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

<sup>5</sup> Dans le document : « OMS (2000) - Air Quality Guidelines for Europe. Copenhagen. 2nd », l'OMS recommande le seuil :  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pour la protection des animaux et des plantes et indique que ce seuil est suffisant pour la protection de la santé humaine.



Gonfreville l'Orcher	Moyenne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Maximum (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )						Valeur réglementaire TA Luft annuelle	
	Année	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2011	2012	2013	2014	2015		2016
Chlorures particulaires		1,51	1,36	1,32	1,32	1,57	<b>1.14</b>	3,71	5,44	3,84	4,26	3,27	<b>3.85</b>	
Chlorures gazeux		0,47	0,38	0,45	0,54	0,40	<b>0.37</b>	1,24	1,68	1,33	1,89	1,08	<b>1.13</b>	
Chlorures totaux		1,98	1,74	1,77	1,86	1,97	<b>1.48</b>	4,95	7,12	5,17	6,15	4,35	<b>3.98</b>	100

Tableau 5 : Résultats des chlorures à Gonfreville

#### - Comparaison avec un autre site

A titre de comparaison, la moyenne obtenue sur le site de Grand Couronne durant 8 prélèvements<sup>6</sup> en 2016 est de  $0,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en chlorures gazeux, donc quasi équivalente à celle de Gonfreville ( $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur les mêmes dates. Par contre, la moyenne annuelle en **chlorures particulaires à Gonfreville durant ces 8 prélèvements ( $1,67 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est plus élevée** à Gonfreville qu'à Grand Couronne ( $0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) pour les mêmes dates (voir le détail par prélèvement dans la figure 4 ci-dessous).

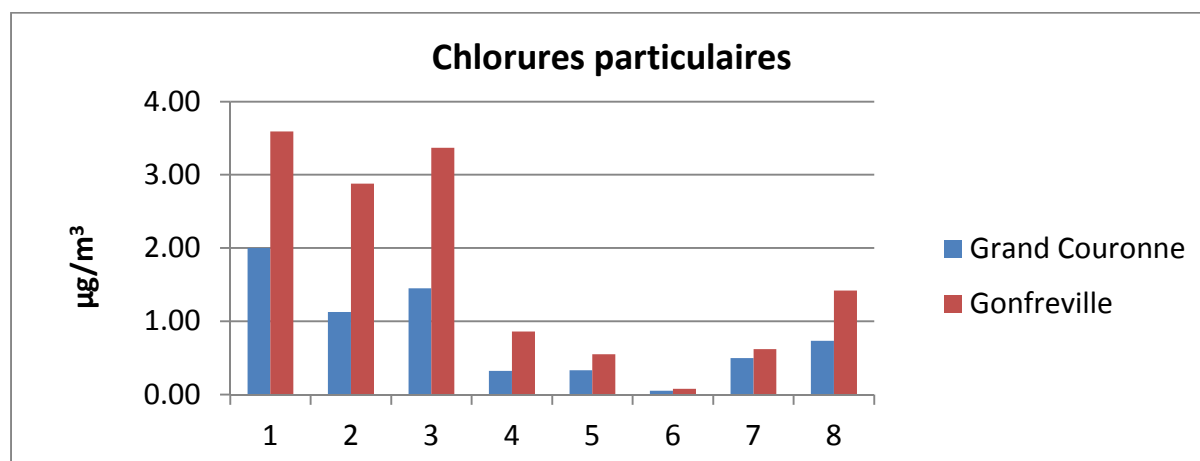


Figure 4 : Comparaison des chlorures particulaires à Gonfreville et Grand Couronne lors de 8 prélèvements hebdomadaires<sup>6</sup>

6 :

début d'année		automne	
date de début	date de fin	date de début	date de fin
11/01/2016	18/01/2016	19/09/2016	26/09/2016
25/01/2016	01/02/2016	03/10/2016	10/10/2016
08/02/2016	15/02/2016	31/10/2016	07/11/2016
22/02/2016	29/02/2016	14/11/2016	21/11/2016

Dates des prélèvements à Grand Couronne en 2016

## - Profil annuel des chlorures

Les chlorures sont habituellement composés majoritairement de chlorures particulaires (voir en figure 5 **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Pendant la période « estivale » de 2016, la concentration en chlorures gazeux (qui peut être un indicateur des émissions d'acide chlorhydrique) augmente tandis que celle des chlorures particulaires diminue. Néanmoins ces augmentations ne semblent pas en lien avec les périodes de fonctionnement de la centrale EDF, qui ont lieu plutôt en hiver.

Des arrêts pour maintenance ont eu lieu du 22/05 au 19/06 et du 09/07 au 21/08.

Le profil saisonnier des chlorures est aussi mis en évidence par le tracé des concentrations sur plusieurs années en annexe 3.

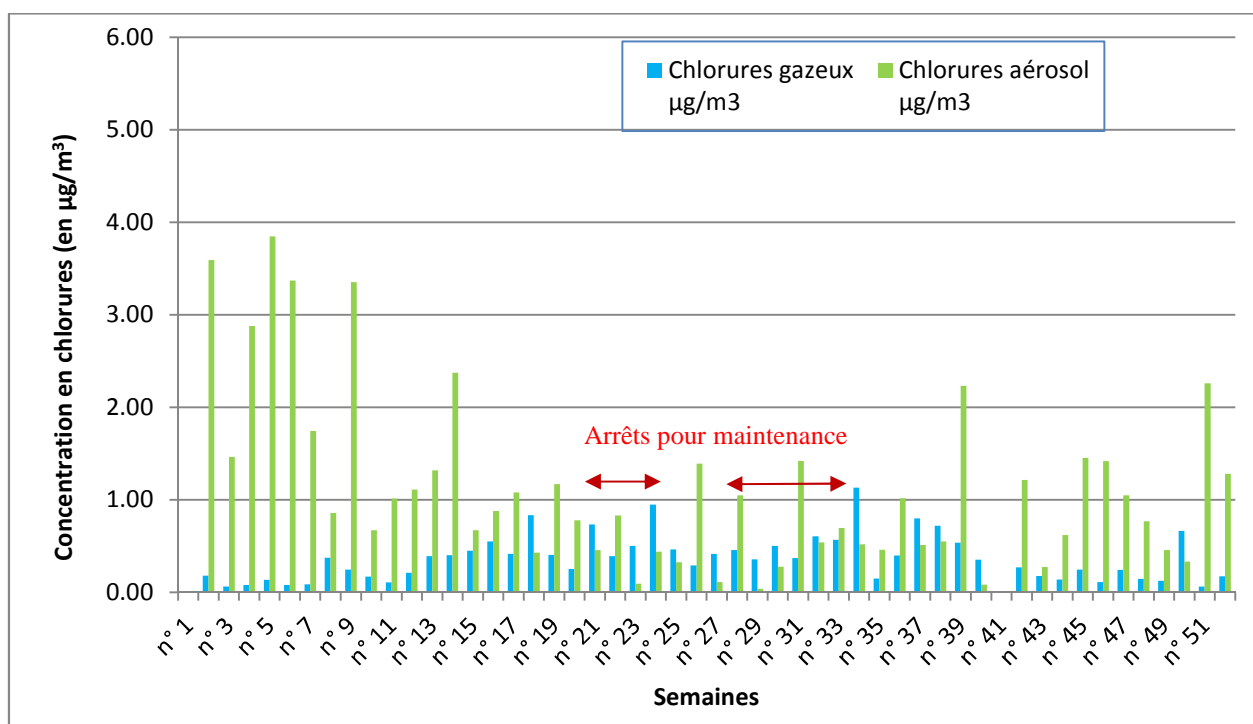


Figure 5 : Résultats hebdomadaires des chlorures en 2016 à Gonfreville l'Orcher

## 6. Interprétation des résultats et discussion

Comparaison des concentrations de métaux, fluorures et chlorures à Gonfreville l'Orcher par rapport aux seuils réglementaires existants ou valeurs de référence :

Les mesures de métaux réalisées en 2016 permettent de conclure au respect des valeurs cibles et limite annuelles pour les métaux réglementés dans l'air ambiant (As, Cd, Ni, Pb). C'était déjà le cas lors des 5 années précédentes.

Les concentrations en fluorures sont, en 2016, toujours inférieures de la limite de quantification (c'est un cas très fréquent depuis le début de la surveillance en 2011). Les concentrations en fluorures sont donc, a fortiori, inférieures à la valeur guide annuelle de l'OMS.

Les concentrations en chlorures mesurées à Gonfreville l'Orcher sont largement inférieures au seuil allemand préconisé pour les chlorures totaux (en 2016 comme depuis le début de la surveillance en 2011).



### Comparaison des concentrations de métaux à Gonfreville l'Orcher par rapport à d'autres sites de mesures :

La comparaison avec d'autres sites est limitée par le fait que les stations de mesure ne mesurent pas toutes l'ensemble des métaux. En effet, en dehors des polluants réglementés, le choix des substances mesurées dépend des problématiques locales.

Cette comparaison avec les autres sites permet cependant de tirer les conclusions suivantes :

- Les teneurs des métaux (arsenic, cadmium, nickel et plomb) sont très similaires à Gonfreville et au Havre centre, ce qui permet de conclure au faible impact des émissions de la centrale EDF (en 2016 et pour ces 4 métaux) sur le site de Gonfreville qui se trouve sous ses vents dominants.
- Le nickel est plus présent sur le secteur du Havre (stations du Havre centre et de Gonfreville) que sur les autres sites de mesure de la région. Cette constatation est cohérente avec la présence au Havre d'industries émettrices de nickel dont on ne retrouve pas l'équivalent dans les agglomérations de Rouen ou Evreux notamment (raffinerie<sup>7</sup> et production de nickel). Le vanadium et l'étain paraissent également plus présents à Gonfreville, qu'à Grand Couronne, ce qui peut aussi provenir de l'activité de raffinage (parmi d'autres).
- Les concentrations de certains métaux (chrome, cuivre, manganèse, zinc) sont quant à elles plus faibles à Gonfreville qu'à la station de Grand Couronne. Les multiples activités de l'environnement industriel et portuaire présentes autour du site de Grand Couronne peuvent expliquer cette différence.

### Evolution des concentrations de métaux sur l'année 2016 :

Plusieurs métaux (cadmium, chrome, cuivre, étain et sélénium) enregistrent leurs concentrations maximales durant la même semaine 48 (du 28 novembre au 4 décembre 2016), et le plomb en semaine 50. Les vents viennent majoritairement de l'est et du sud-est. Les métaux mesurés à Gonfreville ne proviennent donc pas majoritairement des émissions de la centrale EDF par ces directions de vent, mais plutôt de la zone industrielle. La contribution des émissions de la centrale EDF est possible cependant par vent faible (inférieur à 1 m/s durant 18% du temps sur les semaines 48 à 50).

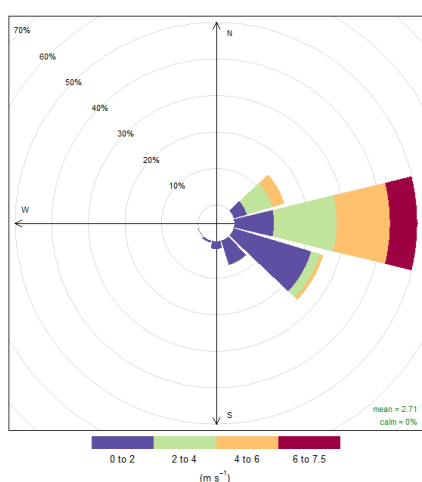


Figure 6 : Rose de vent durant la semaine 48

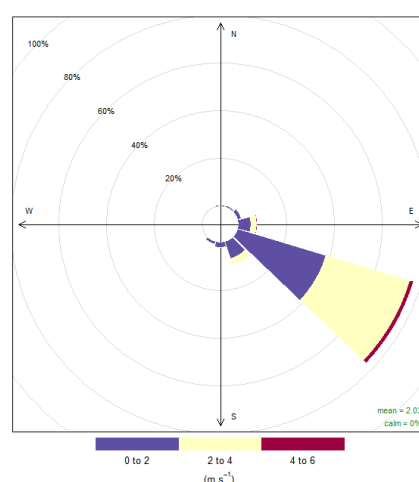


Figure 7 : Rose de vent durant la semaine 50

<sup>7</sup> Arrêt de la raffinerie Pétroplus dans l'agglomération rouennaise en avril 2013.

Ce surcroît de métaux particuliers est probablement à relier avec l'augmentation des poussières PM10 généralisée à toute la Normandie de fin novembre à fin décembre 2016 (voir en annexe 4). Il s'agit plus exactement de plusieurs épisodes de pollution particulaire entrecoupés par des jours non pollués. Une procédure d'information et de recommandations pour les particules en suspension en Seine-Maritime a été déclenchée à plusieurs reprises [7]. Les conditions météorologiques expliquent en grande partie cette pollution particulaire généralisée, avec une situation anticyclonique stable, des inversions thermiques et des vents faibles. Ces conditions météorologiques limitent les processus de dispersion atmosphérique des polluants émis par les sources urbaines : le chauffage dont l'utilisation est accentuée par les températures basses, le trafic routier et par les sources industrielles.

#### Evolution des concentrations de métaux de 2011 à 2016 :

L'historique des mesures sur 6 années (2011 à 2016) permet de dégager certaines évolutions. Ainsi, on constate une tendance à la baisse pour plusieurs métaux (Sb, As, Cu, Mn, Ni, Pb, Se, V et Zn)<sup>8</sup>.

Cette baisse peut en partie être liée à des arrêts/baisses d'activités d'usines ou de tranches et/ou à une réduction progressive des émissions industrielles (liée à des changements de process / procédés de dépollution / qualité des matières premières).

Cette baisse est également visible entre 2010 et 2015 sur les émissions déclarées de métaux dans l'air (cf. Tableau 6). Les données présentées dans le Tableau 6 de 2009 à 2016 sont celles au-dessus des seuils de déclarations réglementaires (ou dans le cas où le seuil est dépassé l'année précédente). Certaines données complémentaires d'EDF (en-dessous des seuils de déclaration) proviennent d'une communication d'EDF.

---

<sup>8</sup> Pour les autres métaux (Co, Cr, Sn, et Te) les tendances sont moins nettes, ou indiquent une stabilité (Cd).

Emissions des métaux dans l'air (en kg/an)	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Arsenic</b>								
EDF	302	275	138	216	104	2.7*	nd	<20 (*)
Total Petrochemicals France	nd	32	nd	nd	nd	nd	nd	
Raffinerie de Normandie	27	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
<b>Cadmium</b>								
EDF	25	23	10	14	nd	nd	nd	<10 (*)
Total Petrochemicals France	nd	28	10	nd	nd	nd	nd	
Raffinerie de Normandie	29	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Tourres & Cie	20	20	11	nd	nd	nd	nd	
<b>Chrome</b>								
EDF	419	367	138	210	94*	3.4*	nd	<100 (*)
Total Petrochemicals France	359	277	nd	nd	nd	nd	206	
Tourres & Cie	104	119	nd	nd	nd	nd	nd	
<b>Cuivre</b>								
EDF	423	443	139	196	104	3.9*	nd	<100 (*)
Lafarge ciment	155	nd	nd	nd	nd	nd	nd	
Total Petrochemicals France	nd	770	nd	nd	nd	nd	nd	
<b>Nickel</b>								
EDF	710	618	214	378	135	4.3*	nd	<50 (*)
Eramet	358	511	54	806	691	765	821	
Raffinerie de Normandie	3990	2300	2100	1150	1030	694	582	
Total Petrochemicals France	1370	1220	1170	2330	nd	65	322	
Tourres & Cie	70	71	nd	nd	nd	nd	nd	
Lafarge Ciments	nd	nd	nd	nd	nd	nd	83.3	
<b>Plomb</b>								
EDF	330	509	nd	nd	nd	nd	nd	<200 (*)
Tourres & Cie	598	587	356	nd	nd	nd	nd	
<b>Manganèse</b>								
EDF	490	886	nd	259	143*	2.7*	nd	<200 (*)
Total Petrochemicals France	580	1320	246	nd	nd	208	nd	
<b>Vanadium</b>								
EDF	nd	nd	nd	nd	307	14	59.4	44.5 (*)
Lubrizol France	nd	0.013	nd	0.019	nd	nd	nd	
Raffinerie de Normandie	10300	4870	4450	3400	2370	663	418	
Sedibex	nd	nd	nd	1,7	nd	nd	nd	
STEP Edelweiss	nd	nd	nd	0,080	nd	nd	nd	
Total Petrochemicals France	902	547	555	1160	nd	43	15.2	
Tourres & Cie	nd	nd	nd	2.9	nd	nd	nd	
<b>Zinc</b>								
EDF	894	1110	392	588	288	nd	nd	<200 (*)
Total Petrochemicals France	412	1450	453	413	1020	nd	434	
Raffinerie de Normandie	302	343	318	nd	nd	nd	nd	
Lafarge ciment	nd	1100	nd	nd	nd	nd	nd	
Renault Sandouville	330	357	338	228	nd	279	492	

Tableau 6 : Emissions déclarées de métaux entre 2009 et 2016 (IREP),

"nd" = en dessous du seuil réglementaire, pas d'obligation de déclaration l'année concernée, donnée non disponible ou incorrecte (définition source : IREP)

(\*) Source EDF.

### Evolution des concentrations de chlorures en 2016 et comparaison par rapport au site de Grand Couronne :

Même si la part de chlorures particulaires reste majoritaire par rapport aux chlorures gazeux en 2016, une augmentation de la concentration en chlorures gazeux est observée pendant la période « estivale » de 2016, tandis que celle des chlorures particulaires diminue. La température ambiante et l'ensoleillement ont une influence sur la répartition des chlorures entre la phase gazeuse et la phase particulaire. En effet, quand la température et l'ensoleillement augmente en période « estivale » les chlorures en phase particulaire tendent à devenir minoritaires par rapport aux chlorures en phase gazeuse, d'où ce profil saisonnier.

Pendant les périodes « hivernales » des chlorures d'origine marine (embruns) sont retrouvés majoritairement (phase particulaire). Ainsi, les semaines où sont mesurées les concentrations les plus élevées en chlorures particulaires (semaines 2, 5, 6 et 9), les conditions météorologiques faisaient état de vents forts en provenance de l'ouest.

La concentration en chlorures particulaires à Grand Couronne est plus faible qu'à Gonfreville. Cette différence peut s'expliquer par la distance entre les stations et la mer. En effet, la station de Gonfreville située à quelques kilomètres de la Manche reçoit plus d'embruns marins et donc de chlorures sous forme particulaire que la station de Grand Couronne qui est située beaucoup plus loin de toute source d'embruns marins.

### Evolution des concentrations de chlorures de 2011 à 2016 :

L'évolution des moyennes annuelles des chlorures totaux entre 2011 et 2016 ne présente pas de tendance significative à la baisse ou à la hausse alors que dans le même temps, EDF a vu son unité de production passer de 3 à 1 tranche et ses émissions d'acide chlorhydrique nettement diminuer jusqu'en 2014 (cf. tableau 7 ci-dessous), puis augmenter légèrement en 2015. Ainsi, on peut supposer qu'EDF ne contribue que faiblement aux teneurs en chlorures totaux mesurées sur le site de Gonfreville l'Orcher.

Emissions dans l'air en tonnes/an	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Acide chlorhydrique</b>								
EDF	880	1030	349	408	327	18,7	37,7	74,3 (*)

Tableau 7 : Emissions déclarées d'HCl entre 2009 et 2016 (IREP)

(\*) : source EDF

## 7. Conclusions

---

- Les données de 2016 confortent les conclusions des 5 années antérieures, à savoir le respect des valeurs cibles et limite pour les 4 métaux réglementés dans l'air ambiant (As, Ni, Cd, Pb). En l'absence de valeur réglementaire sur les chlorures et les fluorures, le respect de la valeur réglementaire allemande (pour les chlorures totaux) et de la valeur guide de l'OMS (pour les fluorures totaux) a pu être vérifié sur l'année 2016.
- Certaines évolutions sont mises en évidence sur les 6 années de mesures. Ainsi, une tendance à la baisse est observée pour la plupart des métaux (antimoine, arsenic, cuivre, manganèse, nickel, plomb, sélénium, vanadium et zinc). Pour les chlorures totaux, aucune tendance significative n'est observée.
- Les concentrations en fluorures sont quant à elles inférieures à la limite de quantification durant toute l'année 2016 et ne mettent donc pas en évidence d'impact de la centrale EDF ou d'autres activités industrielles.
- La répartition des concentrations entre chlorures gazeux et chlorures particuliers montre un profil saisonnier (augmentation des chlorures particuliers en conditions « hivernales » avec des vents forts en provenance de la mer favorisant le transport des embruns marins et augmentation des chlorures gazeux en conditions « estivales » sous l'influence de l'augmentation de la température ambiante et de l'ensoleillement).
- Les semaines 48 et 50 de l'année 2016 sont marquées par l'augmentation des concentrations en cadmium, chrome, cuivre, étain, sélénium et plomb. Etant données les conditions météorologiques anticycloniques ainsi que l'augmentation des particules en suspension sur cette période sur l'ensemble de la région, ces augmentations des métaux sont probablement liées à un phénomène de pollution particulière généralisé, auquel participent les émissions locales industrielles de la ZI du Havre (et d'EDF par vent faible) et urbaines (trafic routier et chauffage).
- La centrale EDF participe faiblement aux émissions de métaux et chlorures pouvant impacter le site de Gonfreville l'Orcher, sans qu'on puisse distinguer clairement sa contribution aux concentrations mesurées dans l'air ambiant par rapport aux autres émetteurs industriels.
- Il est d'ores et déjà décidé de prolonger les séries de mesures en 2017 et 2018, en adaptant le rythme des prélèvements à ce qui se fait par ailleurs sur une autre station de mesure de la région, à savoir une semaine sur deux. La liste des anions analysés sera étendue aux phosphates, nitrates et sulfates, avec l'accord d'EDF, afin de contribuer à une meilleure connaissance de ces polluants sur la région.

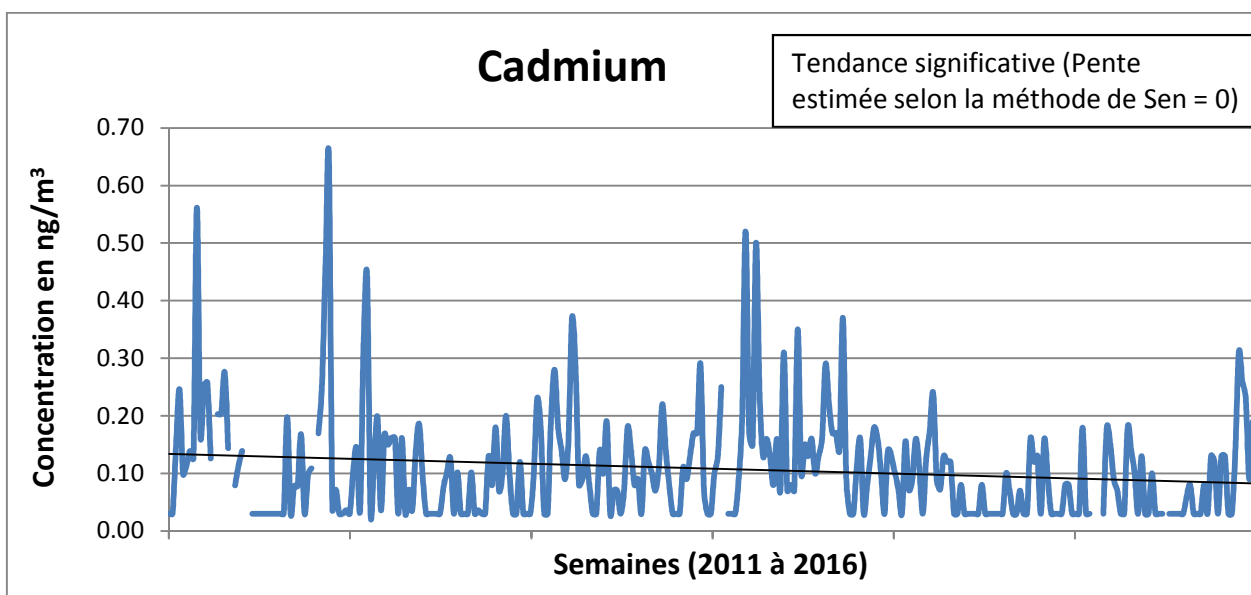
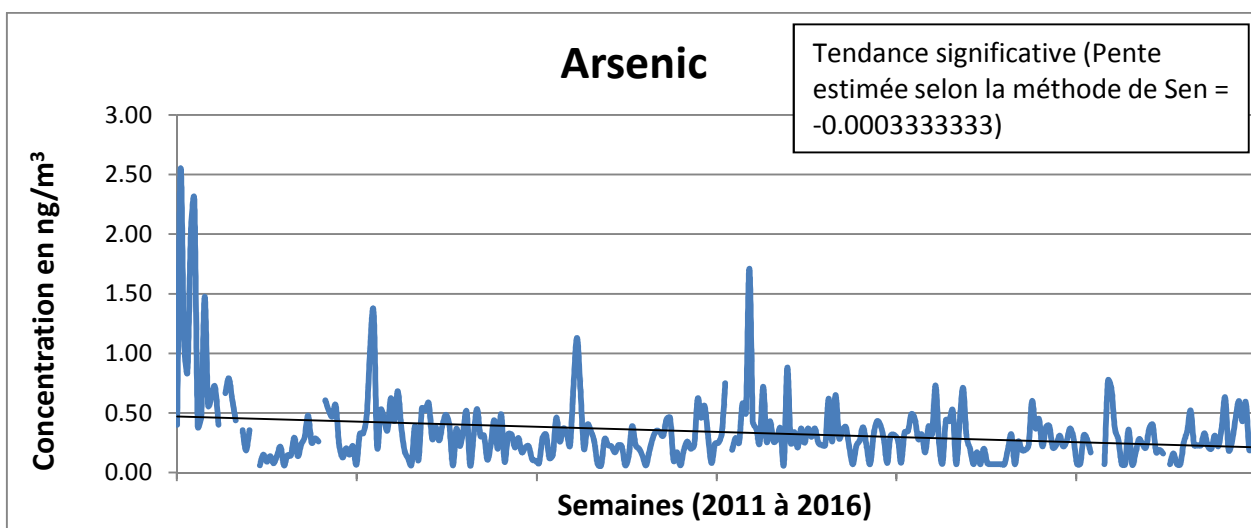
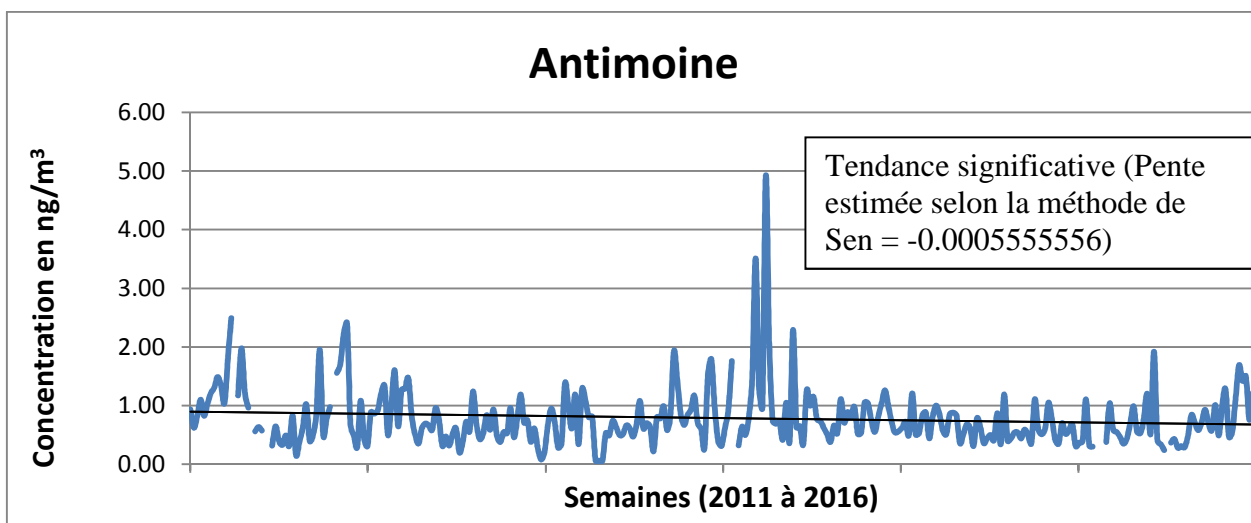
## 8. Pages complémentaires

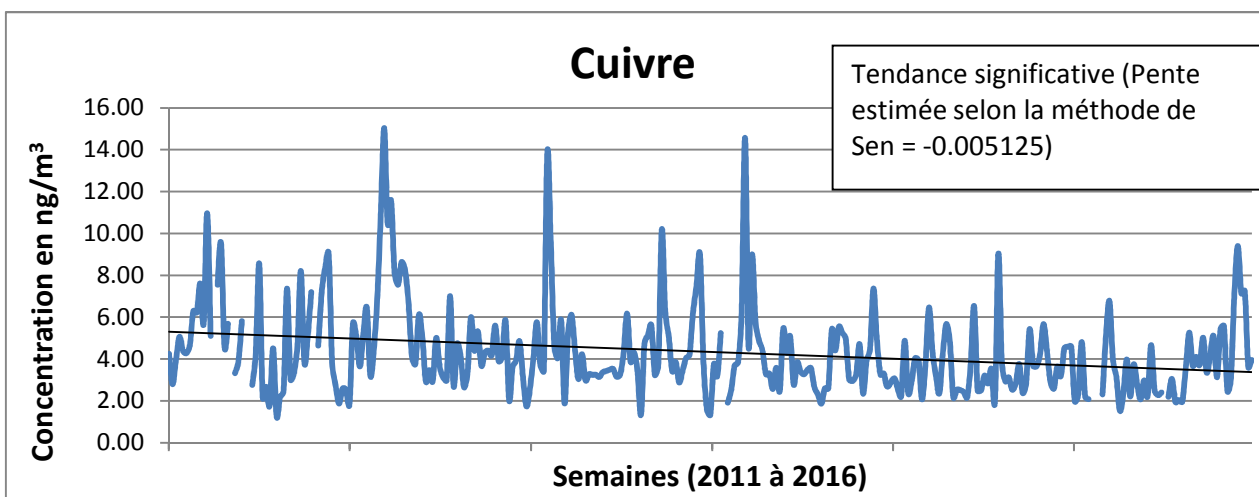
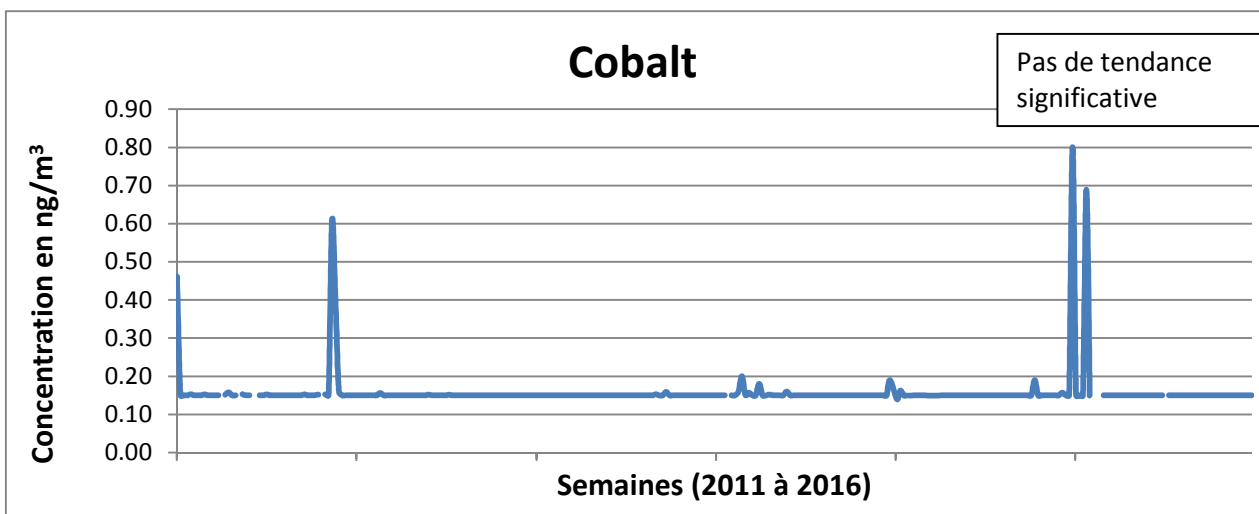
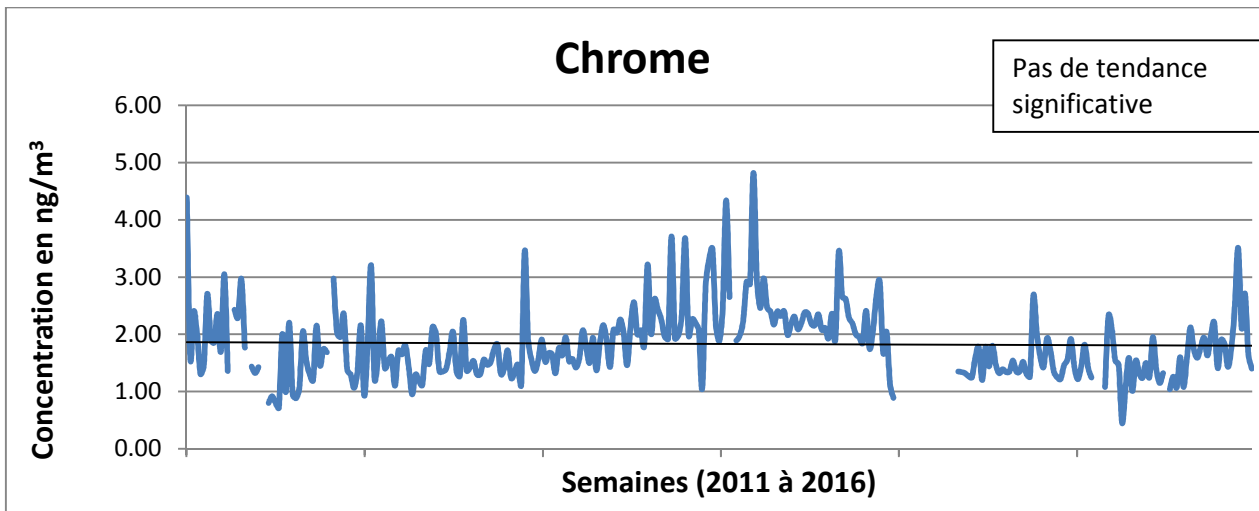
---

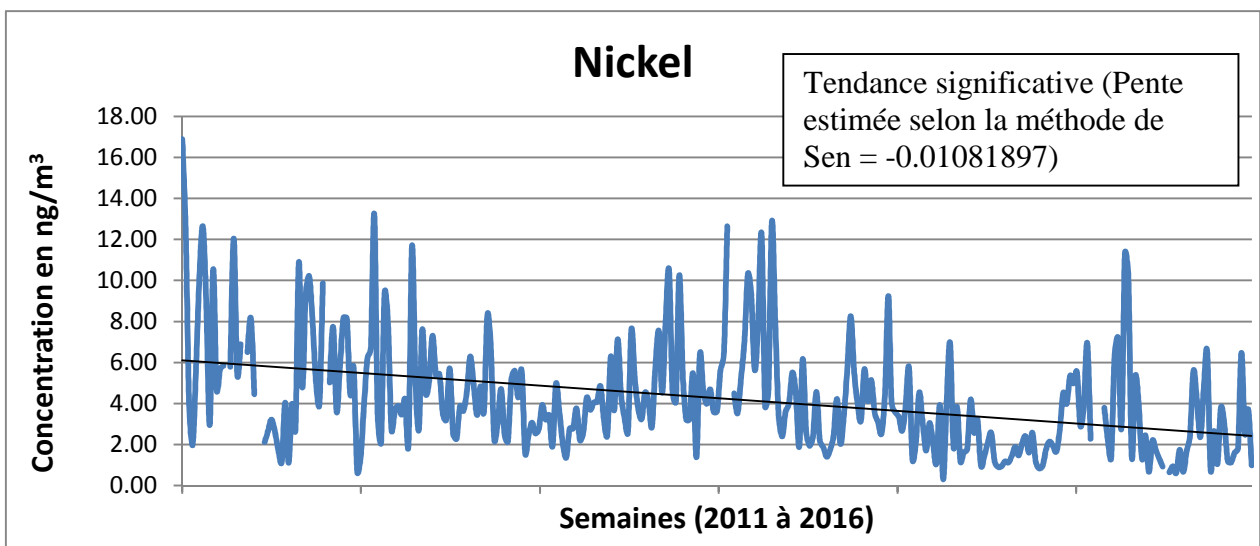
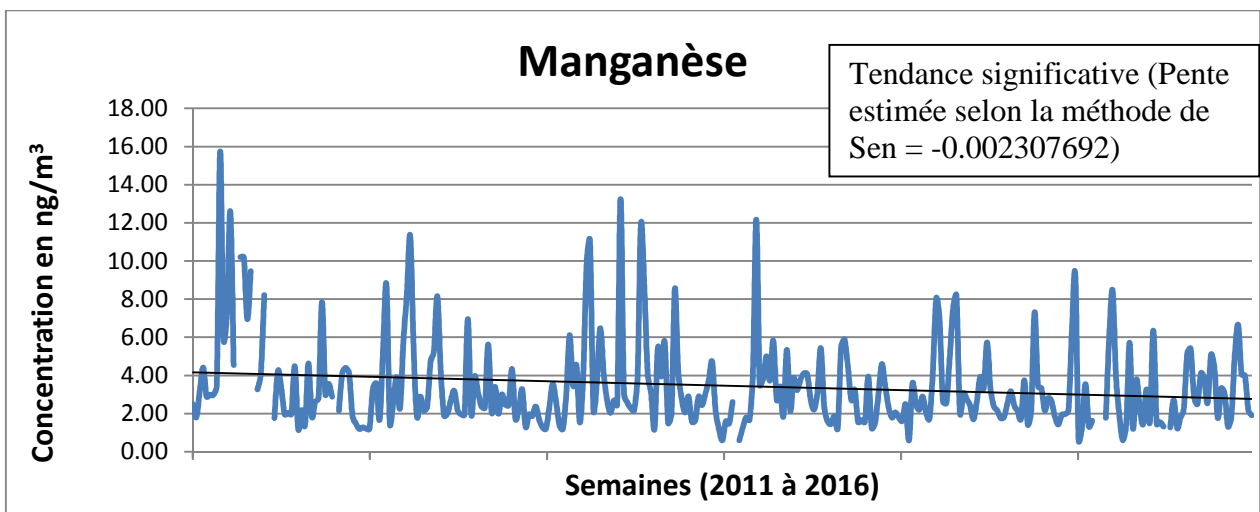
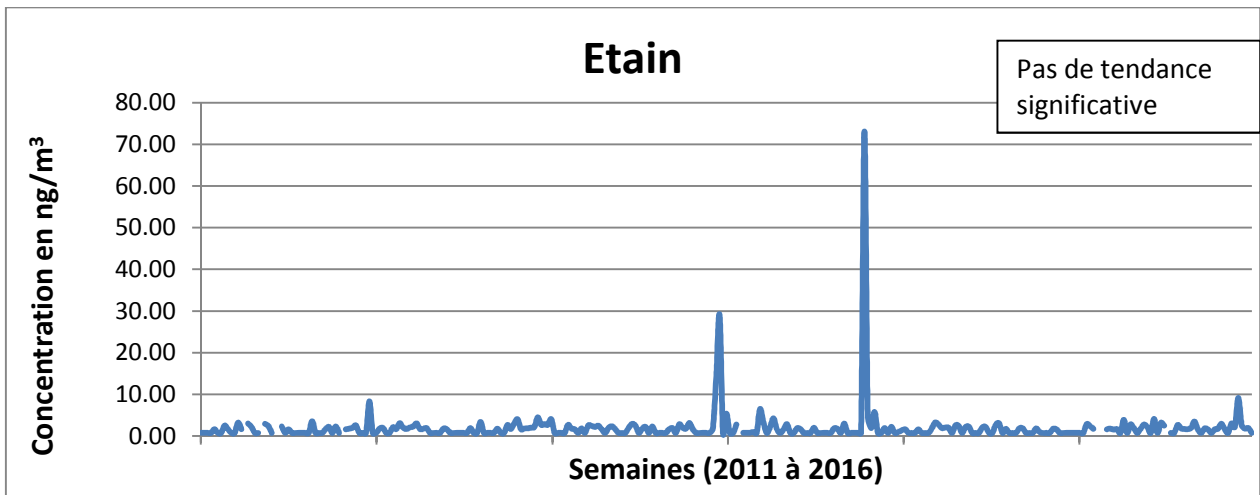
### 8.1. Annexes

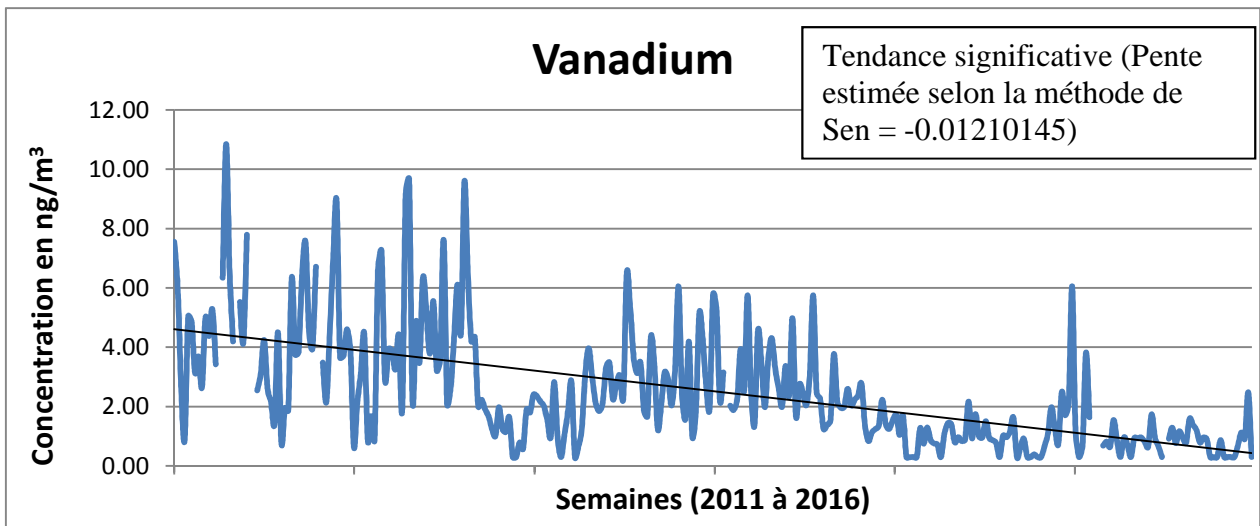
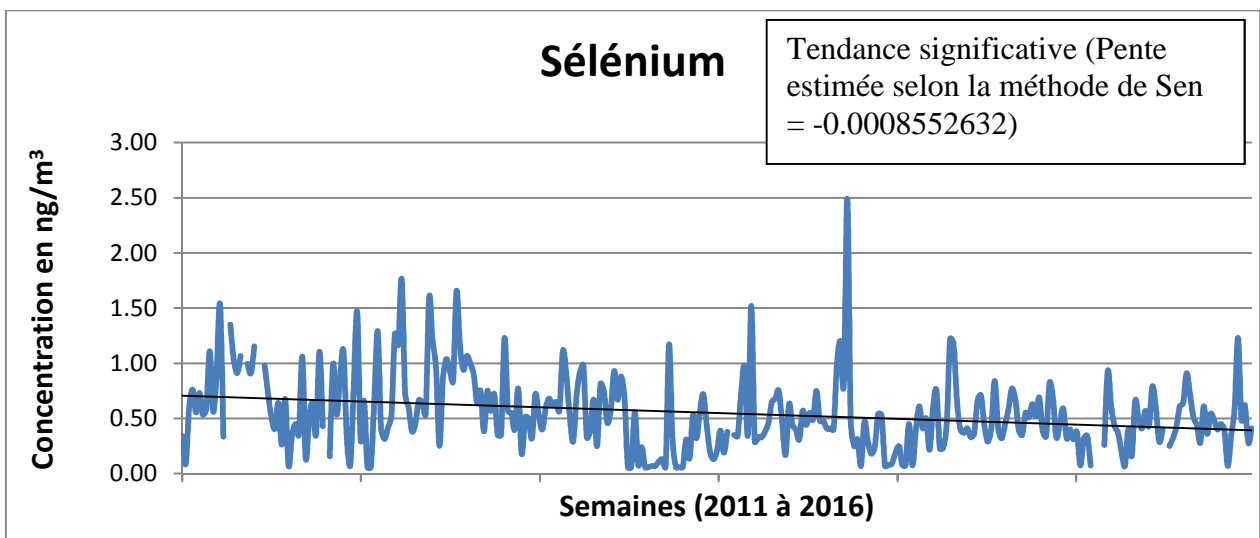
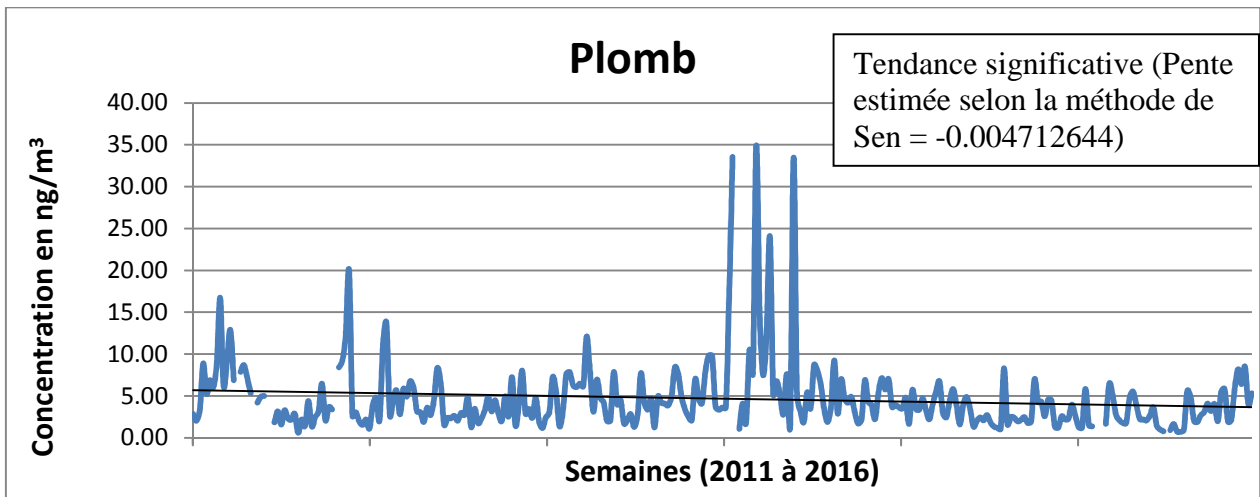


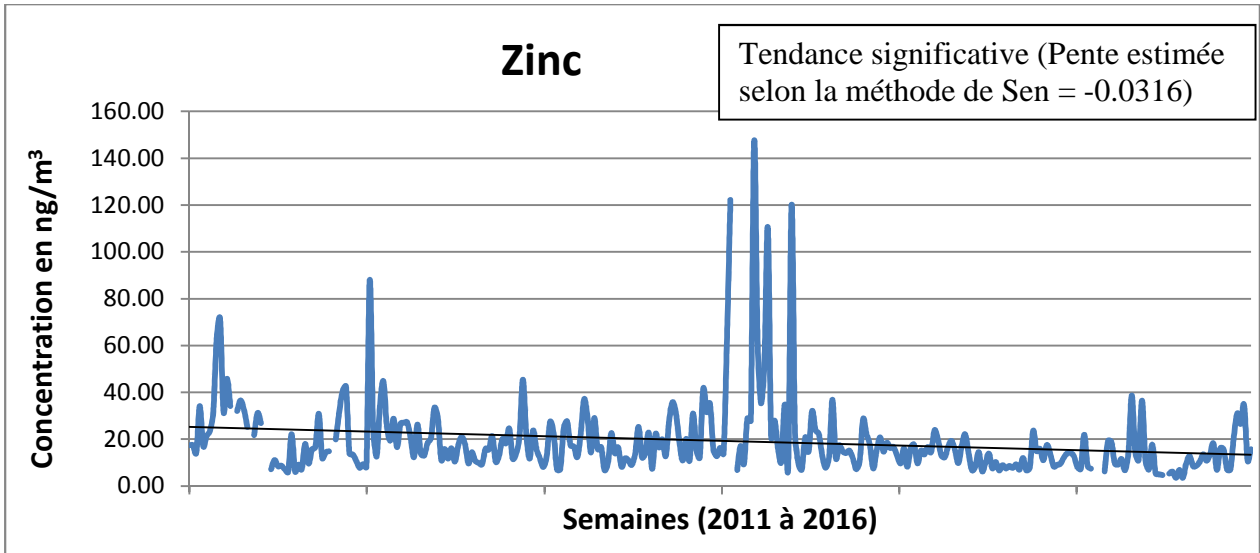
Annexe 1 : Evolution des concentrations des métaux présentant une tendance significative entre 2011 et 2016



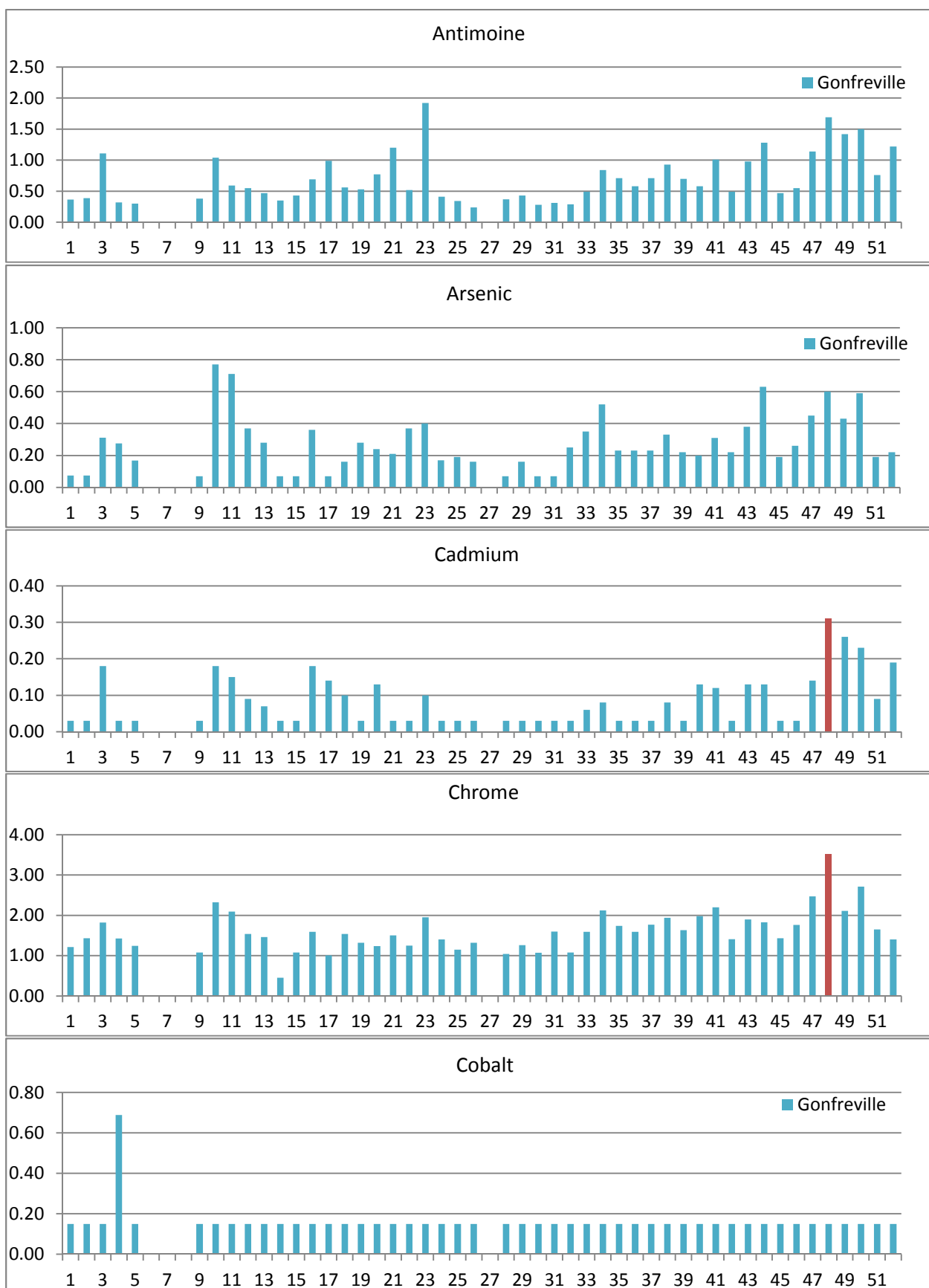


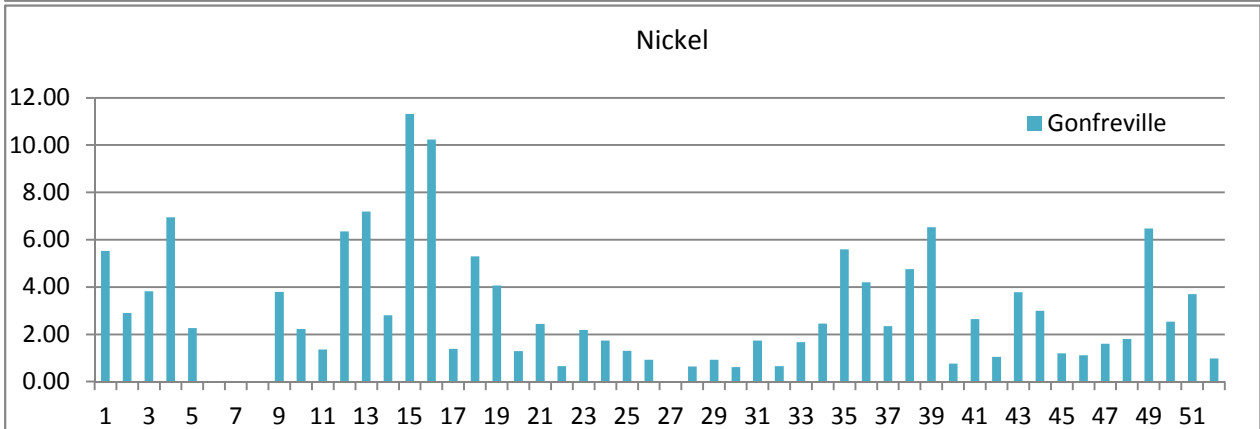
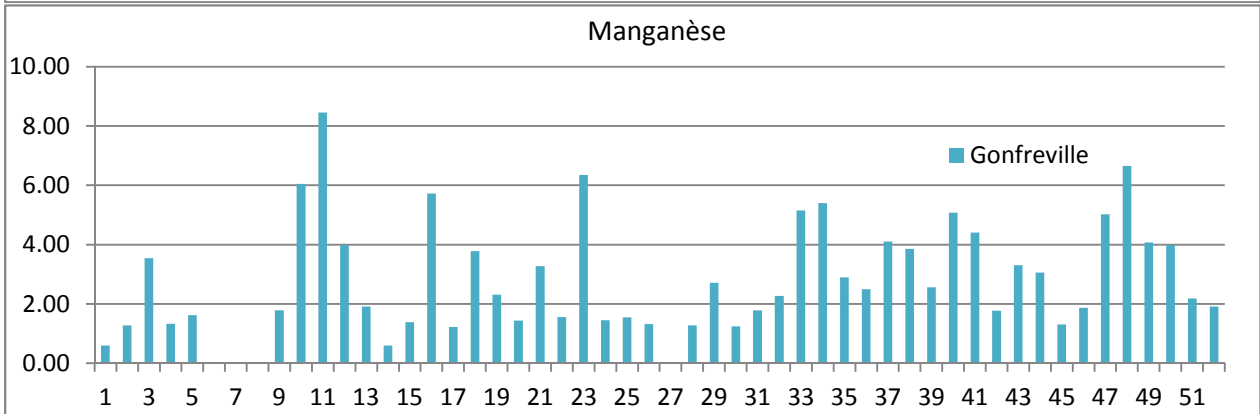
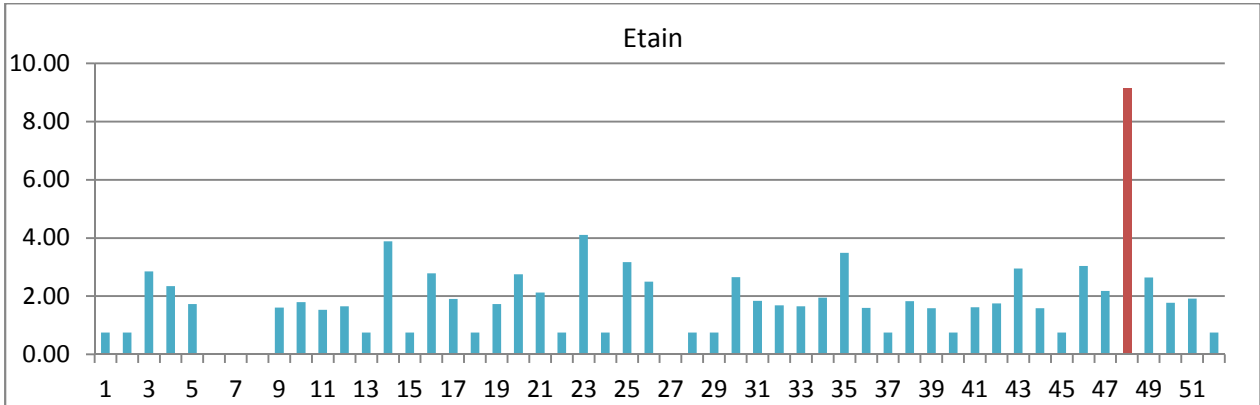
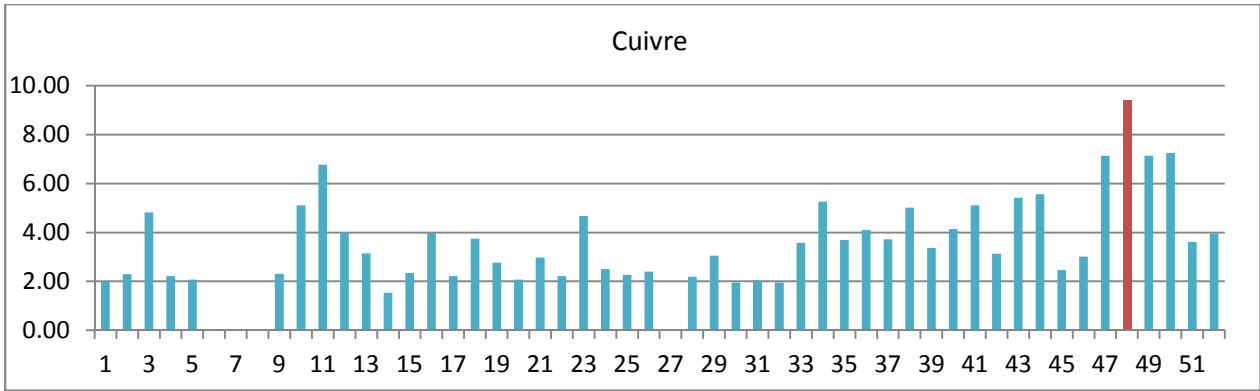


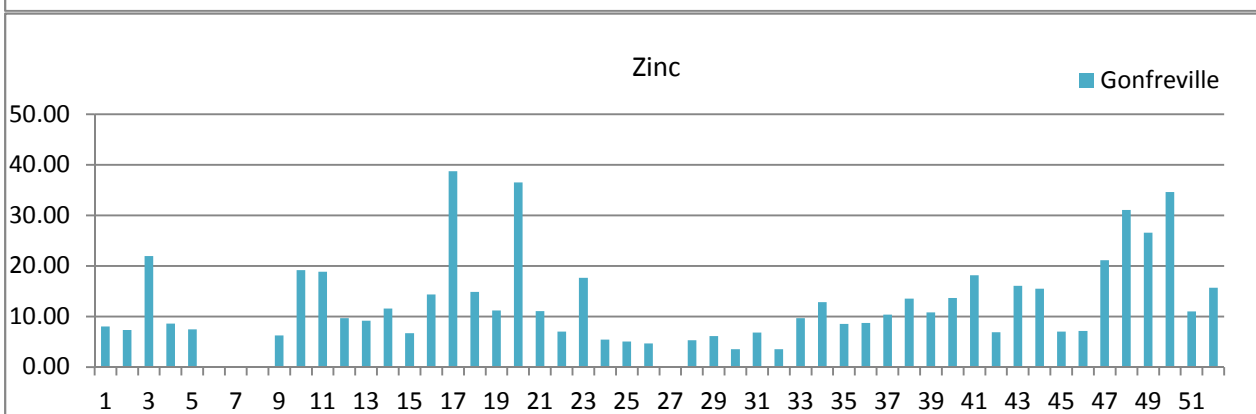
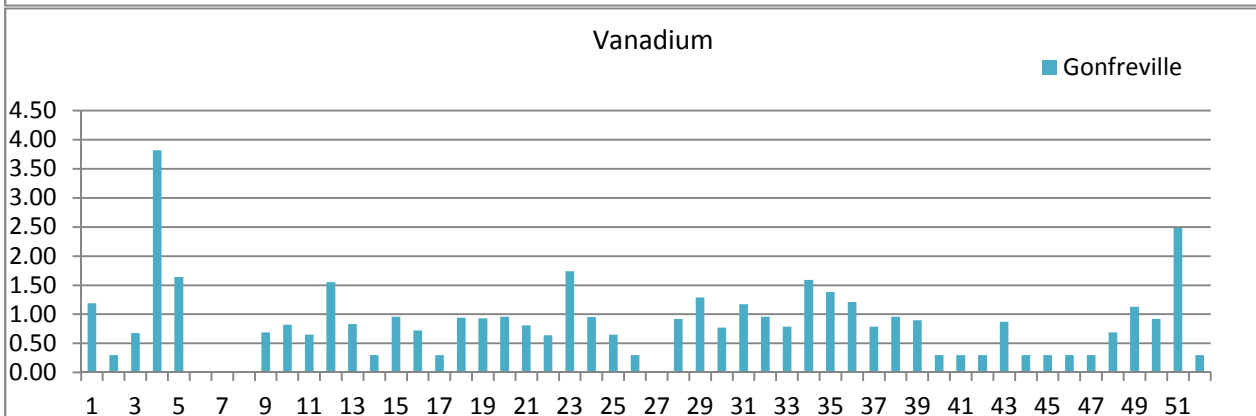
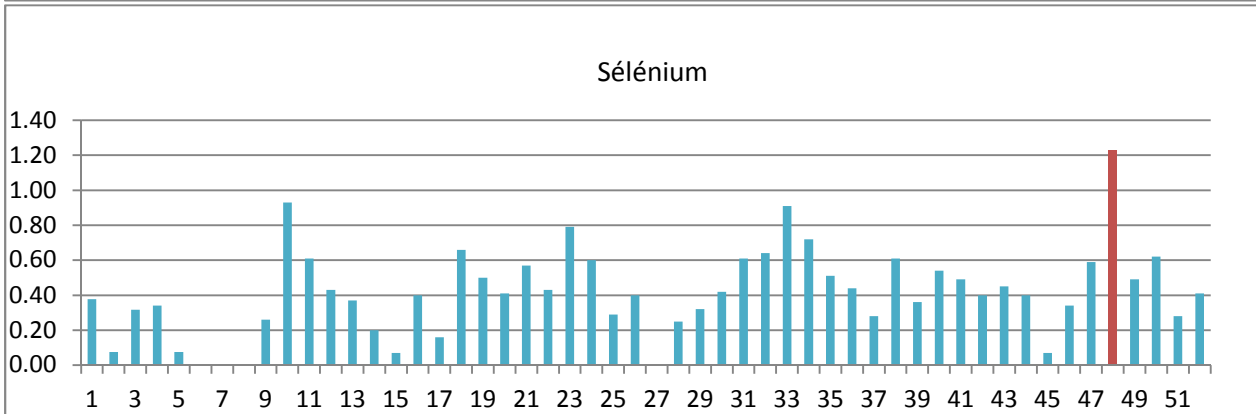
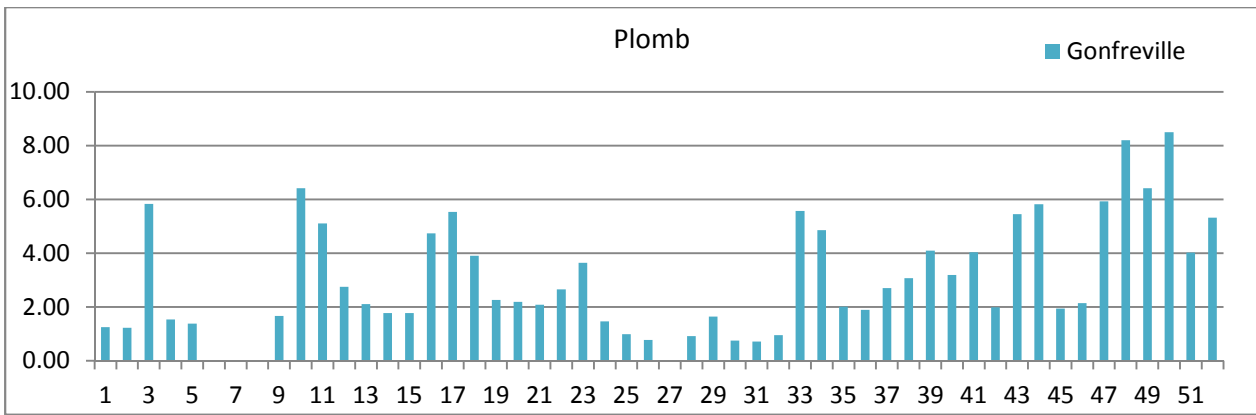




**Annexe 2** : Evolution des 14 métaux sur l'année 2016 (en ng/m<sup>3</sup>)

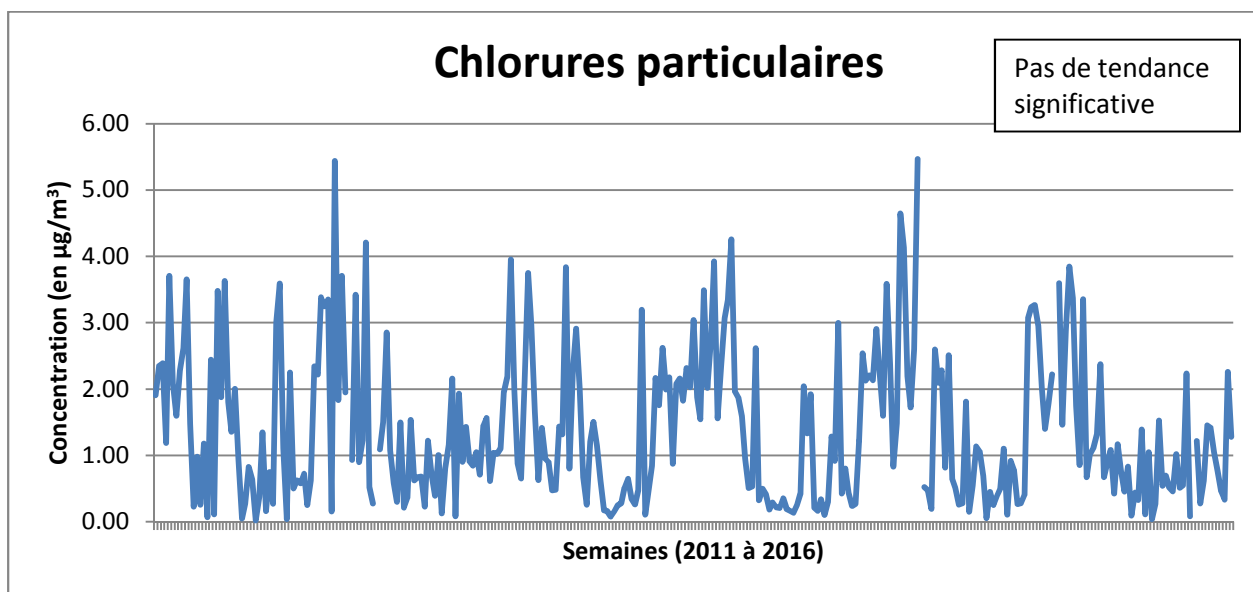
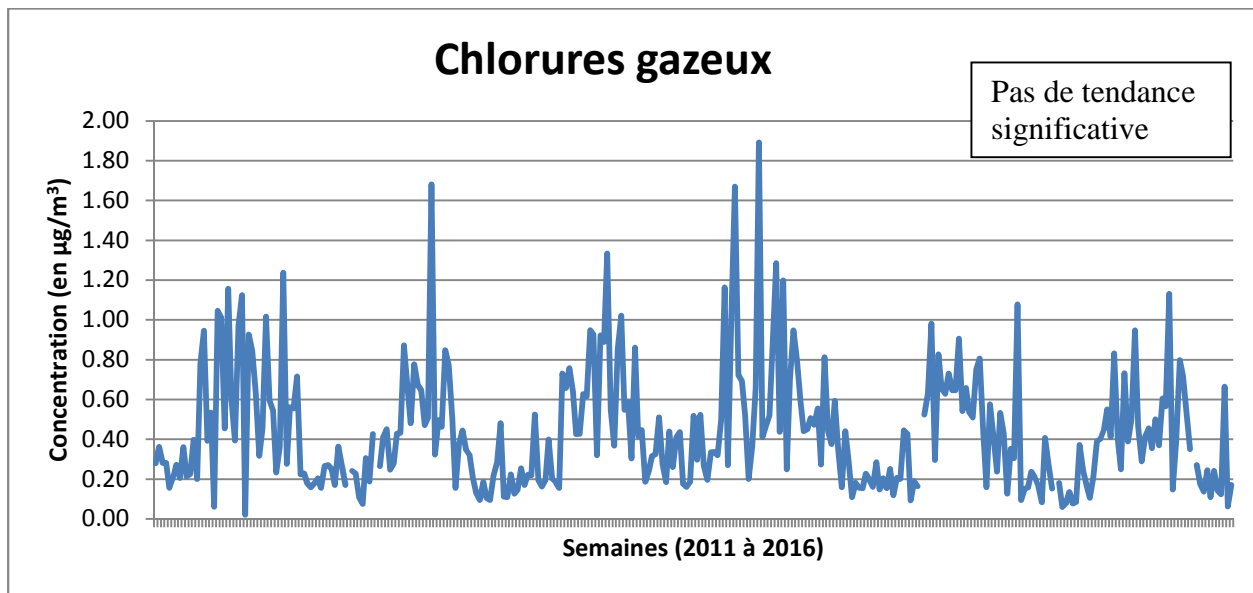








Annexe 3 : Evolution des concentrations des chlorures entre 2011 et 2016



## Annexe 4 : Concentrations journalières des poussières sur les stations d'Atmo Normandie en fin d'année 2016

(Le dégradé de couleurs indique un gradient des concentrations depuis les moins élevées en vert, jusqu'aux plus élevées en rouge foncé).

unité [µg/m <sup>3</sup> ]	Phare d'Ailly	Evreux	Le Havre	Le Havre ville haute	Rouen	Saint Lô	Caen	Alençon	Caen - ifs	Cherbourg	Honfleur	Lisieux	La Coulonche	Le Val de Reuil (Poses)	Petit Quevilly
29/11/2016		18	16	23	20	20	22	17	25	19		23	13	17	19
30/11/2016	25	49	42	54	44	40	52	30	52	35	45	49	17	40	54
01/12/2016	32	69	76	79	92	38	41	34	54	25		50	13	67	105
02/12/2016	30	63	62	43	101	39	40	23	50	31	59	46	21	96	124
03/12/2016	26	27	18	24	28	25	24	26	28	15	27	27	22	23	26
04/12/2016	20	30	18	26	26	27	26	27	25	23	27	28	20	23	28
05/12/2016	33	53	43	47	47	31	38	37	47	32	46	50	23	46	57
06/12/2016	40	60	55	51	61	30	33	47	46	27	48	45	29	62	75
07/12/2016	24	37	29	29	45	23	21	46	28	19	31	30	22	49	50
08/12/2016	22	35	19	28	39	30	27	46	28	23	30	29	26	42	44
09/12/2016	29	36	28	38	41	30	27	42	35	24	29	36	18	38	54
10/12/2016	26	22	18	27	35	22	21	25	25	16	20	26	16	29	40
11/12/2016	12	11	9	20	20	13	10	17	12	13	10	14	8	11	23
12/12/2016	10	11	11	26	13	14	13	13	18	14	13	13	4	12	16
13/12/2016	25	29	19	27	31	25	23	28	28	18	23	29	15	27	37
14/12/2016	22	34	28	33	37	23	25	30	32	19	29	32	21	33	45
15/12/2016	34	40	42	42	47	30	32	40	38	22	36	37	30	41	52
16/12/2016	35	43	45	50	44	37	34	39	45	34	46	45	25	41	56
17/12/2016	34	34	68	49	54	36	32	29	28	38	40	39	18	35	61
18/12/2016	23	20	20	28	28	26	19	13	19	15	15	15	15	23	29
19/12/2016	24	20	27	36	26	23	21	14	22	23	26	23	8	23	29
20/12/2016	24	25	26	31	26	32	33	29	34	24	29	33	26	24	27
21/12/2016	20	24	18	22	25	18	22		28	14	22	30	20	24	27
22/12/2016	13	17	11	16	18	17	20		23	16	16	18	8	15	22
23/12/2016	15	18	10	12	17	13	13		16	10	14	17	5	11	16
24/12/2016	26	14	22	24	18	23	22	24		28	22	29	12	17	21
25/12/2016	11	12	9	14	11	9	10	19	13	13	13	26	11	11	14
26/12/2016	13	10	12	12	14	12	14	9	17	20	14	15	8	11	15
27/12/2016	20	33	31	28	36	27	28	21	39	24	33	36	15	26	49
28/12/2016	17	44	25	27	26	19	28	17	41	18	30	37	8	28	32
29/12/2016	21	32	38	39	29	30	38	31	52	30	34	34		25	35
30/12/2016	23	20	40	48	24	70	62	28	73	42	35	43	23	22	30
31/12/2016	26	15	38	54	23	65	53	21	50	37	27	41	21	21	29
01/01/2017	24	20	17	31	20	20	24	17	28	20	22	23	12	23	28

Figure 8 - Moyennes journalières des PM10 enregistrées entre 29/11/2016 et 1/01/2017 sur les stations normandes de fond

## 8.2. Bibliographie

- [1] ATMO NORMANDIE « Mesures de métaux dans l'air ambiant au sein de la zone industrielle du Havre » - octobre 2013 à septembre 2014 – Rapport n°1202-012-2 (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [2] ATMO NORMANDIE « Mesures dans l'air ambiant de chlorures, fluorures et 14 métaux particuliers à Gonfreville l'Orcher – Année 2011 – Rapport n°E10-11-12 (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [3] ATMO NORMANDIE « Mesures dans l'air ambiant de chlorures, fluorures et 14 métaux particuliers à Gonfreville l'Orcher – Année 2012 – Rapport n°E10-11-13 (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [4] ATMO NORMANDIE « Mesures de chlorures et fluorures totaux et 14 métaux particuliers à la station industrielle de Gonfreville l'Orcher sous les vents de la centrale EDF – Année 2013 – Rapport n°1202\_005\_3A (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [5] ATMO NORMANDIE « Mesures de chlorures et fluorures totaux et 14 métaux particuliers à la station industrielle de Gonfreville l'Orcher sous les vents de la centrale EDF – Année 2014 – Rapport n°1202\_024 (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [6] ATMO NORMANDIE « Mesures de chlorures et fluorures totaux et 14 métaux particuliers à la station industrielle de Gonfreville l'Orcher – Année 2015 – Rapport n°1202\_024\_2 (téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).
- [7] ATMO NORMANDIE « Episode de pollution particulaire en Normandie en décembre 2016 » - Note téléchargeable sur [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)).