

Bilan de la surveillance des retombées atmosphériques autour des incinérateurs de l'agglomération rouennaise

Période : 2009 à 2015

Propositions d'évolution



Avertissement

Air Normand 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. Air Normand 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.airnormand.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'Air Normand 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 Air Normand par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Air Normand de leur exactitude. La responsabilité d'Air Normand 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.

Air Normand 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 Air Normand 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'Air Normand ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

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

Rapport n° 1202-026,
Le 11 janvier 2016,

Le rédacteur,

Anne FRANCOIS DUBOC

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

Air Normand – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN
Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : contact@airnormand.fr
www.airnormand.fr

Résumé

Ce rapport dresse tout d'abord un bilan de la surveillance des retombées atmosphériques autour des trois incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS SERVICES présents sur l'agglomération rouennaise pour la période s'étendant de 2009 à 2015. Dans une seconde partie, des propositions sont formulées pour faire évoluer cette surveillance pour les années à venir, en s'appuyant notamment sur les recommandations d'un nouveau guide de l'INERIS publié en 2014.

Après plusieurs années de surveillance, le premier constat qui peut être fait est que l'impact des incinérateurs en terme de retombées de métaux et de dioxines / furanes n'est pas discernable de façon univoque. Cependant, les teneurs en cuivre, manganèse, plomb, zinc et en dioxines / furanes sont plus élevées sur cette zone que sur les autres zones industrielles (et leurs alentours) de Haute-Normandie. Ceci justifie la proposition de maintenir un nombre de points de mesure quasi identique sur le secteur et de prolonger autant que possible l'historique.

Ce constat de teneurs plus élevées pour certains métaux et dioxines/furanes dans les retombées sur ce secteur est notamment à mettre en relation avec la présence d'autres émetteurs que les incinérateurs. Parmi ces émetteurs, ceux qui ont pu être identifiés sont :

- le trafic routier et poids lourds, émetteur de certains métaux,
- une fonderie d'alliages cuivreux (une étude étant en cours pour évaluer son impact en terme de retombées de métaux et de dioxines / furanes),
- des brûlages sauvages de matériaux occasionnels (une notice explicative à l'usage des communes a d'ailleurs été rédigée par la DREAL et l'ARS afin d'aider à sensibiliser les habitants et entreprises sur l'interdiction de ce type de brûlages).

Concernant l'évolution de la surveillance pour les années à venir, la proposition qui est faite ici cherche à redistribuer les points de surveillance des retombées en fonction de leurs objectifs (témoins du niveau de fond urbain, témoin du niveau de fond rural, témoin du trafic routier et poids lourds, points d'impact maximal sous les vents des incinérateurs, point sous les vents de l'émetteur industriel exogène identifié sur le secteur, points urbains supplémentaires d'intérêt du point de vue de l'exposition des personnes et/ou des personnes sensibles).

Au niveau des méthodes de mesure des retombées, deux types ont été utilisées en parallèle sur ce secteur : les jauges de dépôts et les lichens (bioindicateur). Les résultats les plus marquants (valeurs les plus élevées) obtenus au moyen de ces deux méthodes concordent dans leurs conclusions. Par contre pour certains résultats, des différences de conclusions ont été observées. Ce constat nous incite d'une part à faire parfaitement coïncider les emplacements des prélèvements des deux méthodes (malgré les contraintes de terrain) et d'autre part à maintenir une surveillance au moyen des deux méthodes. En effet ces différences entre les deux méthodes montrent qu'elles ne renseignent pas exactement sur la même chose. Par contre, il semble possible de les alterner (une année sur deux) maintenant qu'un historique suffisant est disponible pour pouvoir s'y référer.

Enfin, une surveillance tournante des métaux particuliers et du mercure gazeux dans l'air ambiant pourra être mise en place au moyen de campagnes de mesures sur les sites urbains où une population est exposée par inhalation, notamment des personnes sensibles comme cela est recommandé dans le guide de l'INERIS.

SOMMAIRE

1.	Sigles, symboles et abréviations	6
2.	Introduction	7
3.	Éléments nécessaires à la compréhension du document	7
3.1.	Définitions	7
3.2.	Contexte	9
3.3.	Approche choisie	10
3.3.1.	Approche pour la réalisation du bilan des données de retombées atmosphériques	11
3.3.2.	Approche pour la recherche des points d'impact maximal des incinérateurs	12
3.3.3.	Approche pour la prise en compte des autres émetteurs sur le secteur	12
3.3.4.	Approche de l'usage des milieux	12
3.3.5.	Choix des polluants d'intérêt et du type de mesure	13
3.3.6.	Choix de la période d'échantillonnage	15
3.3.7.	Approche pour une analyse critique de la surveillance environnementale autour des incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS Services	17
3.4.	Matériel et modèles	17
Présentation générale du modèle		17
Conditions d'utilisation du modèle dans le cas présent :		18
3.5.	Méthode pour l'interprétation des données	19
3.5.1.	Valeurs typiques dans les jauges de dépôt en Haute Normandie	19
3.5.2.	Valeurs typiques dans les lichens en Haute Normandie	20
3.5.3.	Choix des valeurs repères	21
3.6.	Origine des données	22
3.7.	Limites	23
4.	Première partie : Bilan des résultats de retombées disponibles dans l'agglomération de Rouen sur la période 2009 à 2015	23
4.1.	Distribution des données de retombées dans les jauges de dépôt	23
4.2.	Comparaison des résultats jauges/lichens	36
4.2.1.	Comparaison jauges / lichens en valeurs de pointes	36
4.2.2.	Comparaison jauges / lichens en niveaux moyens	38
4.3.	Evolution entre 2009 et 2015	38
4.4.	Comparaison avec les autres secteurs de la Haute-Normandie	40
4.4.1.	Pour les jauges sur la période 2009-2015 :	41
4.4.2.	Pour les lichens sur la période 2009-2015 :	42
4.4.3.	Pour les jauges sur l'année la plus récente : 2015 :	43
5.	Deuxième partie : Analyse critique de la surveillance environnementale des incinérateurs	44
5.1.	Recherche des points d'impact maximal des incinérateurs (par modélisation)	44
5.2.	Prise en compte des autres émissions de métaux et dioxines sur le secteur	46
5.2.1.	Influence du trafic routier	46
5.2.2.	Identification d'un autre émetteur sur le secteur	46
5.3.	Usage des milieux	49
6.	Discussion et propositions	51
6.1.	Impact des incinérateurs	51
6.2.	Influence du trafic routier	51
6.3.	Autre émetteur de cuivre, nickel, dioxines / furanes sur la zone	51
6.4.	Différence de résultats entre jauges et lichens	52

6.5.	Polluants d'intérêt sur le secteur.....	52
6.6.	Intérêt des mesures dans l'air ambiant	52
6.7.	Pistes d'améliorations à apporter au dispositif de surveillance environnementale des retombées atmosphériques des incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS SERVICES.....	52
7.	Conclusion et recommandations	55
8.	Pages complémentaires.....	56
8.1.	Annexes.....	56
8.1.1.	Annexe 1 – Historique par site (évolution entre 2009 et 2015).....	57
8.1.2.	Annexe 2 - Historique des mesures de mercure dans les lichens sur le secteur d'étude (données Aair Lichens).....	90
8.1.3.	Annexe 3 - Comparaison jauges / lichens en niveaux moyens.....	91
8.2.	Bibliographie	92

1. Sigles, symboles et abréviations

Unités utilisées pour les retombées atmosphériques (dans les jauges):

- $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour} = 10^{-6}\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$: microgrammes par mètre carré et par jour
- $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour} = 10^{-12}\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$: picogrammes par mètre carré et par jour

Unités utilisées pour les retombées atmosphériques (dans les lichens):

- $\text{mg}/\text{kg MS} = 10^{-3}\text{g}/\text{kg MS}$: milligrammes par kilogramme de matière sèche
- $\text{ng}/\text{kg MS} = 10^{-9}\text{g}/\text{kg MS}$: nanogrammes par kilogramme de matière sèche

Symboles chimiques :

Sb : Antimoine

As : Arsenic

Cd : Cadmium

Cr : Chrome

Co : Cobalt

Cu : Cuivre

Mn : Manganèse

Hg : Mercure

Ni : Nickel

Pb : Plomb

Se : Sélénium

Tl : Thallium

V : Vanadium

Zn : Zinc

PCDD/PCDF : Dioxines et furanes (polychlorodibenzoparadioxines et polychlorodibenzofuranes). Les dioxines / furanes sont une grande famille regroupant 210 composés chimiques appelés congénères. On s'intéresse ici aux 17 reconnus les plus toxiques.

PM₁₀ : particules inférieures à 10µm mesurées en masse

Expression des résultats de dioxines et furanes en équivalent toxique :

TEF : Facteur d'équivalence de toxicité (OMS 2005)

TEQ : Equivalent toxique (OMS 2005)

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'air

ARS : Agence Régionale de Santé

BRGM : Bureau de Recherches Géologiques et Minières

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (dans le cadre de ce document, DREAL de Haute-Normandie)

GPMR : Grand Port Maritime de Rouen

INERIS : Institut National de l'Environnement Industriel et des risques

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PSQA : Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air

ZI : Zone Industrielle

2. Introduction

Une surveillance des retombées atmosphériques des métaux et des dioxines / furanes est réalisée depuis plusieurs années sur le secteur de Grand Quevilly, Petit Quevilly, Canteleu et Rouen autour des incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS Services, par les méthodes combinées des jauges de dépôt et de bioindication (lichens). Un historique de résultats est désormais disponible sur une dizaine de sites de mesure, sur lesquels la surveillance a été mise en place progressivement en fonction des besoins depuis 2006. Les données étudiées dans le cadre de ce rapport couvrent la période 2009 à 2015, période pour laquelle la quasi-totalité des sites était suivie.

La question se pose, pour la suite de la surveillance, de l'intérêt de poursuivre l'ensemble des mesures sur tous les points d'échantillonnage, ainsi que de la pertinence de leur localisation par rapport aux objectifs qui sont les suivants :

- Evaluer l'impact maximal des 3 incinérateurs en termes de retombées de métaux et dioxines / furanes,
- Evaluer les retombées sur les principaux sites d'exposition d'intérêt : milieu habité, établissements recevant du public sensible (en lien avec la santé, l'enseignement, l'enfance, le sport), milieu cultivé (potagers),
- Déterminer les principaux émetteurs exogènes sur le secteur pouvant interférer sur les résultats, et proposer une surveillance spécifique le cas échéant,
- Comparer les résultats à des sites témoins de type urbain, rural, proximité du trafic routier.

Un bilan des données disponibles sur la ZI de Rouen est donc proposé ici, site par site, dans le but d'aider le comité de suivi du projet¹ à dimensionner la surveillance future. Ce bilan a été présenté en réunion du comité de suivi du 02 octobre 2015, puis rendu disponible sur le site internet d'Air Normand www.airnormand.fr pour tout public intéressé.

3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

3.1. Définitions

Bioindication (au sens de la bioaccumulation) : " c'est une méthode qui permet de quantifier la part des contaminants atmosphériques qui s'accumulent (bioaccumulation) dans des végétaux particuliers (exemple : lichen) prélevés directement dans l'environnement et présents naturellement dans l'environnement du site. Pour les lichens, les prélèvements sont réalisés sur des arbres ou arbustes. Des supports artificiels peuvent également être utilisés (poteaux électriques...). Ces espèces ont été choisies, car leur faible biomasse et leur morphologie les rendent particulièrement sensibles à la bioaccumulation de polluants. Après prélèvements et préparation des échantillons, les concentrations des dioxines / furanes et des métaux sont dosées dans leurs tissus." (Source : INERIS [III]).

Lichen : association symbiotique d'un hôte fongique (champignon) et d'un hôte photosynthétique (algue et/ou cyanobactérie) qui résulte en un organisme végétatif ayant une structure spécifique. La

¹ Le comité de suivi du projet est constitué des représentants de différents organismes : SMEDAR, VEOLIA Propreté (pour VESTA), Métropole Rouen Normandie, VEOLIA Eau (pour EMERAUDE), TRIADIS Services, DREAL, AIR NORMAND.

liste des espèces fréquemment utilisées pour la bioaccumulation comprend 12 espèces de lichens. (Source : norme NF X 43-904).

Installation d'incinération : tout équipement ou unité technique fixe ou mobile destiné spécifiquement au traitement thermique de déchets, avec ou sans récupération de la chaleur produite par la combustion. Le traitement thermique comprend l'incinération par oxydation ou tout autre procédé de traitement thermique, tel que la pyrolyse, la gazéification ou le traitement plasmatique.

Fonctions statistiques utilisées :

1^{er} quartile ou percentile 25 : c'est la valeur pour laquelle 25% des données sont inférieures à celle-ci, et 75% sont supérieures à celle-ci.

Médiane : c'est le nombre qui sépare la série ordonnée des données en deux groupes de même effectif (50% des données sont supérieures à la médiane et 50% inférieures à la médiane).

3^{ème} quartile ou percentile 75 : c'est la valeur pour laquelle 75% des données sont inférieures à celle-ci, et 25% sont supérieures à celle-ci.

Boîte à moustaches : Nommée aussi diagramme de boîte ou boxplot, cette représentation graphique permet de schématiser une série de données. La « boîte » qui contient 50% des données représente l'écart interquartile (du 1^{er} au 3^{ème} quartile). La médiane est positionnée à l'intérieur de cette « boîte ». La plupart des données d'une série est comprise à l'intérieur des « moustaches » (voir figure 1). Les valeurs extrêmes sont représentées par des croix. Plus une boîte à moustaches est allongée, plus les données sont dispersées. Ce type de représentation est principalement utilisé pour comparer rapidement 2 séries de données. Dans la suite de ce rapport, il permettra de comparer les résultats obtenus sur les différents sites de mesure.

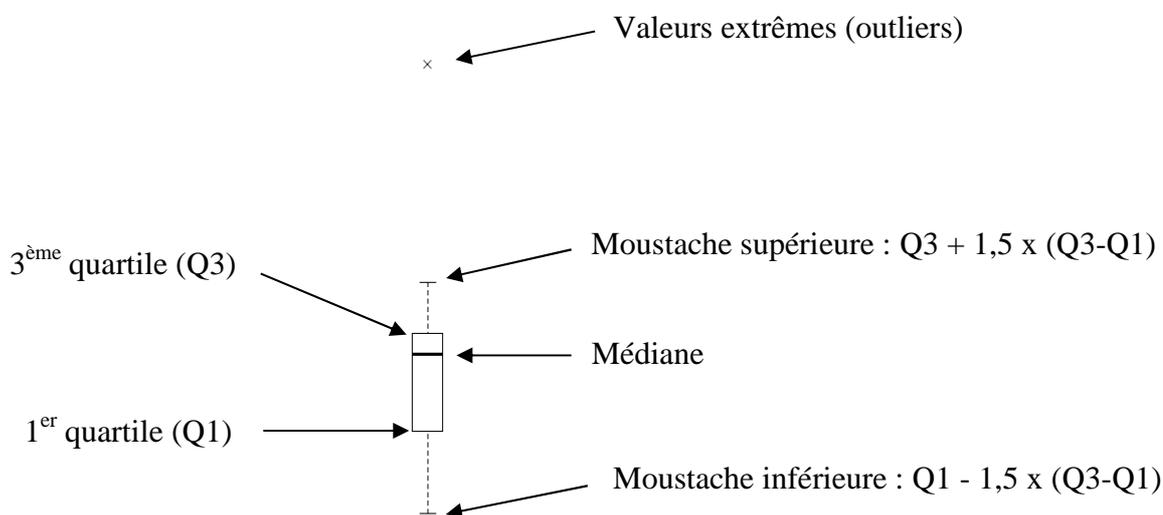


Figure 1 : Exemple de boîtes à moustaches

Percentile 95 : c'est la valeur pour laquelle 95% des données sont inférieures à celle-ci, et 5% sont supérieures à celle-ci.

Percentile 98 : c'est la valeur pour laquelle 98% des données sont inférieures à celle-ci, et 2% sont supérieures à celle-ci.

3.2. Contexte

Air Normand participe au suivi des retombées atmosphériques autour des incinérateurs de la région Haute Normandie dans le cadre de son Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (2010-2015). Ce type de mesures dans les retombées n'est pas réglementé à l'heure actuelle, mais est préconisé pour la surveillance environnementale des incinérateurs [III].

Le but, à terme, est d'harmoniser les méthodes initialement très diversifiées sur la région, de mutualiser les moyens de mesures des retombées atmosphériques et de constituer une base de données sur la Haute Normandie. Les résultats sont accessibles au grand public. Cette démarche est en accord avec les orientations de l'action IND-03 du Plan de Protection de l'Atmosphère de Haute-Normandie (PPA): "Développement de collaborations locales pour la surveillance de la qualité de l'air et l'élaboration de plans d'actions locaux".

Les études réalisées sur les données de retombées atmosphériques autour des incinérateurs de l'agglomération de Rouen entrent donc dans ce cadre. Les incinérateurs concernés sont :

- L'incinérateur des ordures ménagères et unité de valorisation énergétique VESTA, situé sur la commune de Grand Quevilly,
- L'incinérateur des boues de la station d'épuration des eaux usées EMERAUDE, situé sur la commune de Petit Quevilly,
- L'incinérateur des déchets dangereux TRIADIS Services, avec valorisation énergétique, situé sur la commune de Rouen.

Air Normand réalise des mesures dans des jauges de dépôt sur le secteur entourant les 3 incinérateurs:

- depuis 2006 (pour les dioxines / furanes)
- et depuis 2009 (pour les métaux).

Le mercure n'est plus mesuré dans les jauges (à partir de 2013), car ce métal est surtout présent sous forme gazeuse dans l'air ambiant. Il ne se retrouve pas de façon significative dans les retombées.

Parallèlement aux jauges de dépôt, des mesures de dioxines / furanes et de métaux ont aussi été effectuées dans les lichens (utilisés comme bio accumulateurs) depuis 2009 sur la même zone d'étude pour le compte d'Air Normand par la société Aair Lichens.

Des rapports de campagnes de mesures sont réalisés annuellement par Air Normand. De plus, lors de la réunion du 4 décembre 2014 du comité de suivi, il a été décidé de réaliser un bilan des données existantes depuis le début de la surveillance sur ce secteur, par sites de mesure. Il a aussi été convenu de confronter la surveillance mise en place jusqu'à maintenant (basée sur un rapport de l'INERIS de 2001²) avec celle préconisée dans un nouveau rapport de l'INERIS intitulé "**Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux.**" de 2014. L'objectif est d'apporter des éléments pour dimensionner la suite de la surveillance.

² "Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM" DURIF 2001.

3.3. Approche choisie

L'approche choisie se base sur l'analyse des données disponibles entre 2009 et 2015 et sur le rapport de l'INERIS (cité précédemment) avec pour objectif de proposer des pistes d'évolutions et/ou d'améliorations du dispositif de surveillance environnementale des incinérateurs de l'agglomération rouennaise (VESTA, EMERAUDE et TRIADIS SERVICES).

Dans une première partie, un bilan des mesures des retombées atmosphériques déjà réalisées sur la période 2009-2015 permet de faire ressortir les résultats marquants sur ce secteur de l'agglomération rouennaise.

Dans une deuxième partie, une caractérisation fine du secteur d'étude et une analyse critique de la surveillance environnementale mise en place autour des incinérateurs ont été menées, en s'appuyant sur le guide de l'INERIS pour mettre en évidence des pistes d'évolutions et/ou d'amélioration du dispositif de surveillance.

La caractérisation fine du secteur d'étude a consisté à :

- Déterminer l'impact maximal de chaque incinérateur au moyen d'une modélisation des concentrations dans l'air des poussières PM₁₀ et des retombées de dioxines / furanes ;
- Collecter et analyser les informations disponibles sur les autres émetteurs de métaux et dioxines / furanes sur le secteur ;
- Déterminer les zones d'intérêts en terme d'exposition du public (en particulier le public sensible vis-à-vis de la pollution de l'air).

L'analyse critique de la surveillance mise en place a quant à elle pour but de :

- Vérifier la pertinence des polluants suivis ;
- Déterminer l'intérêt des méthodes de mesures utilisées (et les limites associées) ;
- Vérifier la pertinence des stratégies d'échantillonnage temporelle et spatiale.

3.3.1. Approche pour la réalisation du bilan des données de retombées atmosphériques

Les données de retombées atmosphériques étudiées dans cette étude sont les suivantes :

Secteur	Méthode	Années	Période	Site	Nombre de données par polluant ³
Agglomération de Rouen : -autour des incinérateurs, -en proximité du trafic (A13), -en situation rurale (hors zone d'étude).	Jauges	2009 à 2015	. 2 mois pour chaque prélèvement 2 fois dans l'année (en hiver et en été) . sites 11 et 19 échantillonnés en continu au fil du temps sur certaines périodes	SITE 1 - EMERAUDE	14
				SITE 2 - SCI JONQUES DE LA SEINE	14
				SITE 3 - HOPITAL PETIT QUEVILLY	14
				SITE 4 - A2MC	14
				SITE 5 - ECOLE DIEPPEDALLE	14
				SITE 6 - PREFECTURE	11
				SITE 7 - ATELIER PQV TERRASSE	11
				SITE 8 - STADE MERMOZ	14
				SITE 9 - GPMR	14
				SITE 10 - EUROPORTS	6
				SITE 11 – AUTOROUTE A13	15
				SITE 12 - ATELIER PQV SOL	6
				SITE 19 - MAISON DU PARC (BROTONNE)	17
	Lichens	2009 à 2015	Un prélèvement dans l'année en juin, juillet ou août	SITE 1 - EMERAUDE	7
				SITE 2 – VIAM ATD	7
				SITE 3 – HOPITAL PETIT QUEVILLY	6
				SITE 4 - CANTELEU	7
				SITE 5 – ECOLE DIEPPEDALLE	7
				SITE 6 - PREFECTURE	6
				SITE 7 - JACQUARD	7
SITE 8 – STADE MERMOZ				7	
SITE 9 - BETHENCOURT	7				
SITE 10 - EUROPORTS	4				
SITE 11 – AUTOROUTE A13	4				
SITE 19 – MAISON DU PARC (BROTONNE)	2				

Tableau 1 : Récapitulatif des données étudiées

Les mesures de dioxines / furanes ont commencé dans les jauges avant 2009 (depuis 2006). De même, pour les lichens, des mesures sont disponibles antérieurement à 2009 sur quelques points (autour de TRIADIS Services dans le cadre de la surveillance environnementale de l'incinérateur initiée par l'exploitant). Cependant, la période considérée ici s'étend de 2009 à 2015, afin de disposer de séries de mesures les plus homogènes possible sur l'ensemble des sites et pour chacun des polluants.

³ Le nombre de données est parfois disparate selon les sites, en raison de leur installation échelonnée dans le temps, ou de données invalides ou encore d'un pas de temps différent pour l'échantillonnage (en continu au fil du temps sur le site 11 installé en 2012 et sur le site 19, témoin rural, installé en 2013 dans le cadre d'une étude havraise).

Le bilan des données entre 2009 et 2015 comporte les points suivants :

- Distribution des données de retombées dans les jauges de dépôt, polluant par polluant, à l'aide de boîtes à moustaches. (Ce travail est réalisé uniquement pour les jauges en raison d'un nombre de données encore insuffisant dans les lichens sur le secteur),
- Confrontation des résultats à des valeurs de référence (en l'absence de seuils réglementaires),
- Comparaison entre les conclusions des études jauges et lichens (à propos des sites dépassant les valeurs repères),
- Tendances d'évolution des concentrations entre 2009 et 2015 (vérifiée par un test de Mann-Kendall),
- Comparaison avec les autres secteurs de la Haute-Normandie (en médiane sur chaque secteur et en dépassements du percentile 95 des données sur toute la Haute-Normandie entre 2009 et 2015).

3.3.2. Approche pour la recherche des points d'impact maximal des incinérateurs

La recherche des points d'impact maximal des incinérateurs est réalisée à l'aide de modélisations.

3.3.3. Approche pour la prise en compte des autres émetteurs sur le secteur

La prise en compte des autres émetteurs de dioxines / furanes et de métaux sur le secteur est faite de la manière suivante :

- Mise en évidence des teneurs en dioxines / furanes et en métaux significativement supérieures aux bruits de fond sur le secteur à partir du bilan de l'historique des mesures de retombées,
- Recherche des émetteurs à l'origine de ces retombées (à l'aide d'un recoupement avec la rose des vents correspondante, les données d'activité disponibles, la distance aux voies de circulation, etc.).

3.3.4. Approche de l'usage des milieux

L'usage des milieux autour des installations d'incinération oriente le choix des sites et des méthodes. Une carte est réalisée sur la zone d'étude, afin de visualiser, d'une part les sources de métaux et de dioxines / furanes connues, et d'autre part les sites d'intérêt du point de vue de l'exposition des personnes. Elle permet de localiser :

- Les zones industrielles et portuaires (bati industriel),
- Les installations d'incinération,
- Les émetteurs de métaux et dioxines furanes connus,
- Les voies de circulation,
- Les zones habitées (bati urbain),
- Les zones cultivées (jardins ouvriers / familiaux),
- Les écoquartiers,
- Les établissements recevant du public : écoles, crèches, hôpitaux, résidences de personnes âgées, établissements sportifs, etc.

Par ailleurs, une description précise de chaque site de mesure est présentée dans un tableau, indiquant si celui-ci est :

- urbain, périurbain, rural, industriel,
- sous les vents d'un incinérateur,
- sous les vents d'un émetteur exogène présumé,

- à proximité d'une voie de circulation,
- un site cultivé,
- un site d'intérêt par rapport à l'exposition des personnes sensibles,
- situé dans un eco-quartier,
- un témoin rural, ou un témoin urbain, ou un témoin du trafic routier.

3.3.5. Choix des polluants d'intérêt et du type de mesure

Le choix des polluants s'appuie sur les préconisations de l'INERIS dans son guide de la surveillance environnementale des incinérateurs et découle des obligations réglementaires des installations d'incinérations. Ainsi, les polluants d'intérêt à suivre dans l'environnement sont les dioxines / furanes et les métaux.

Les types de mesure pour ces polluants sont les suivants :

Mesures dans l'air ambiant

Une des activités courantes d'Air Normand est la surveillance des polluants dans l'air ambiant. L'exposition aux polluants dans l'air ambiant se fait par inhalation. Des valeurs réglementaires existent pour un certain nombre de polluants dans l'air ambiant. D'après le guide de l'INERIS sur la surveillance environnementale des incinérateurs, ce type de mesures peut être préconisé dans certains cas, notamment pour les métaux lorsqu'une population résidente est susceptible d'être exposée par inhalation. Par ailleurs, la mesure du mercure, métal majoritairement présent sous forme gazeuse, présente un intérêt dans l'air ambiant.

Mesures dans les retombées atmosphériques

La surveillance préconisée par l'INERIS autour des incinérateurs concerne par ailleurs un autre compartiment que l'air ambiant : les retombées atmosphériques sur le sol. Ce type de mesures n'est pas réglementé à l'heure actuelle mais est pertinent pour les métaux et a fortiori pour les dioxines / furanes. Ces polluants sont en effet susceptibles de s'accumuler tout au long de la chaîne alimentaire via les végétaux sur lesquels ont lieu les dépôts, puis les animaux qui les consomment et au final l'être humain. Les dioxines / furanes, en particulier, s'accumulent dans les graisses. Dans ce cas, l'exposition se fait essentiellement par ingestion.

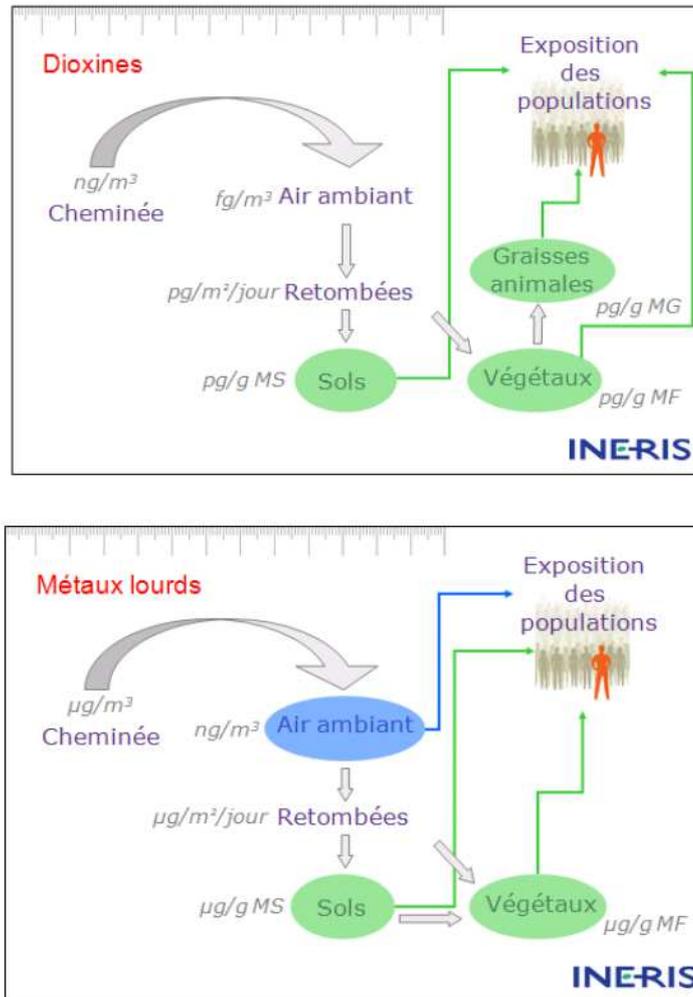


Figure 2 : Mécanismes de transfert dans l'environnement – source : INERIS

Le suivi des polluants dans les retombées atmosphériques peut s'effectuer de deux façons :

- par une mesure directe des retombées atmosphériques totales dans des jauges de dépôt : Les jauges recueillent ce qui se dépose au sol sous forme liquide (précipitations) et solide (sédimentation des particules),
- par une évaluation indirecte des retombées via l'exposition d'organismes vivants d'origine végétale ou fongique. Les lichens sont ainsi utilisés pour la bioaccumulation des contaminants atmosphériques métalliques et organiques. Il s'agit d'une approche passive puisque les organismes sont prélevés in situ.

Ces méthodes peuvent être utilisées en complémentarité. Elles ne représentent pas exactement la même chose en terme d'exposition, notamment de temps d'accumulation. En effet, les jauges recueillent les dépôts de polluants sur une durée définie, ce qui n'est pas le cas des bioindicateurs.

Les jauges permettent :	Les lichens permettent :
<ul style="list-style-type: none"> • une flexibilité d'implantation, • une maîtrise de la durée d'échantillonnage, • de s'affranchir d'un marquage initial, • "une photographie" de la situation actuelle, • de fournir des données reconnues, par exemple dans le cas d'une Evaluation des Risques Sanitaires (ERS). 	<ul style="list-style-type: none"> • d'obtenir des résultats représentatifs des conditions moyennes, à la fois sur les retombées et l'air ambiant. Il est admis qu'une mesure dans les lichens permet d'évaluer la pollution moyenne sur une période d'environ un an précédant le prélèvement, • de faire des prélèvements après un dysfonctionnement, un incident, etc. puisqu'ils sont déjà présents sur le terrain, • l'évaluation de la présence de mercure essentiellement sous forme gazeux (les lichens étant en effet, en équilibre avec l'air ambiant).

Tableau 2 : Comparatif (non exhaustif) des avantages de chaque méthode

3.3.6. Choix de la période d'échantillonnage

- **Pour les jauges :**

Deux périodes d'échantillonnage sont réalisées dans l'année, l'une en hiver et l'autre en été, durant deux mois environ chacune. Le but recherché est de connaître la variabilité saisonnière et d'avoir au final une assez bonne représentativité de ce qui passe durant l'année entière.

Justification de l'échantillonnage temporel choisi : Des tests de prélèvements en continu ont été réalisés sur certains sites tout au long de l'année (sur d'autres secteurs de la région) durant les années 2013 à 2015. Ils indiquent que 2 échantillonnages d'environ 2 mois suffisent dans la plupart des cas pour représenter ce qui se passe durant l'année, étant donné que les teneurs ne fluctuent que légèrement lorsqu'elles sont en dessous des valeurs repères. Un écart de moins de 30% à la moyenne annuelle est considéré ici comme acceptable d'autant plus que ce type de mesure dans les retombées ne fait pas l'objet d'une réglementation européenne. C'est le cas pour les sites urbains, ruraux, etc. Au contraire, il peut être conseillé de mesurer en continu sur l'année dans le cas particulier de la proximité directe à un émetteur dont les émissions fluctuent fortement dans le temps.

A titre d'illustration, les 2 premiers exemples qui sont donnés ci-dessous correspondent à un site de typologie urbaine de l'agglomération du Havre, influencé par l'industrie (ZI du Havre), où des mesures en continu sur l'année sont réalisées. Les fluctuations des retombées de nickel et de dioxines / furanes observées sont légères. La moyenne des 2 séries d'hiver et d'été est peu différente de la moyenne annuelle (ici : moyenne de l'année 2014).

**Exemple 1 : Retombées de nickel dans les jauges
à Gonfreville l'Orcher (collège Courbet)**

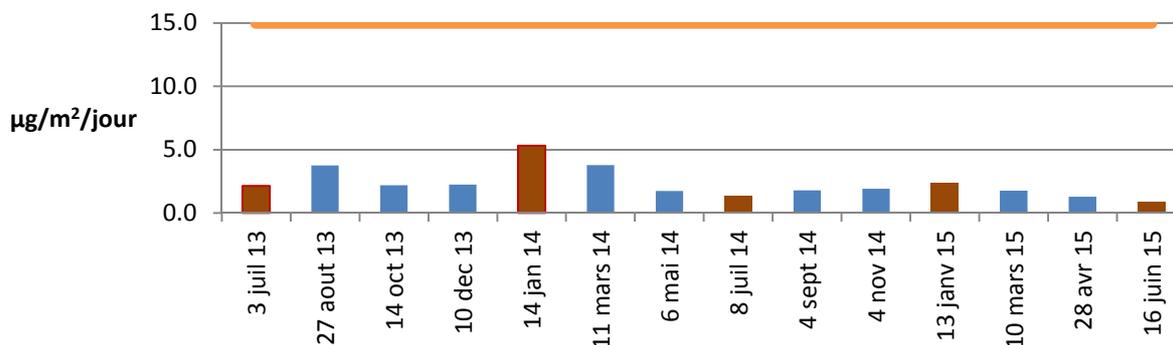


Figure 3 : Exemple d'évolution sur un rythme bimensuel (environ) des retombées de nickel sur le site de Gonfreville l'Orcher

Moyenne de l'année 2014 :	2,7 µg/m ² /jour	22% d'écart
Moyenne des 2 séries d'hiver et d'été en 2014:	3,3 µg/m ² /jour	
<p>— : les séries d'hiver et d'été (échantillonnées sur tous les sites d'un secteur) sont coloriées en rouge</p> <p>— : valeur repère choisie (valeur limite allemande pour le nickel, valeur repère proposée par le BRGM pour les dioxines / furanes).</p>		

**Exemple 2 : Retombées de dioxines / furanes dans les jauges
à Gonfreville l'Orcher (collège Courbet)**

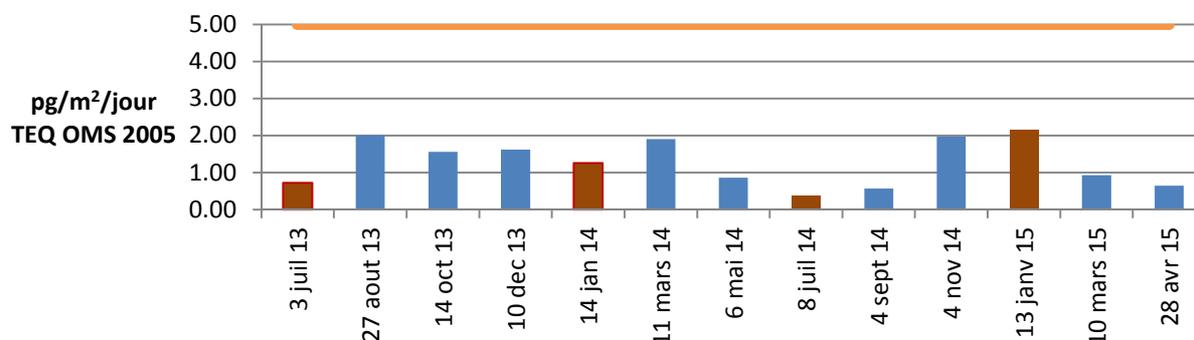


Figure 4 : Exemple d'évolution sur un rythme bimensuel (environ) des retombées de dioxines / furanes sur le site de Gonfreville l'Orcher

Moyenne de l'année 2014 :	1,16 pg/m ² /jour	29% d'écart
Moyenne des 2 séries d'hiver et d'été en 2014:	0,82 pg/m ² /jour	

Le 3^{ème} exemple, ci-dessous, est le cas particulier d'un site portuaire impacté par des fortes retombées de nickel (supérieures à la valeur repère), situé à proximité directe de l'activité portuaire émettrice. Dans ce cas, les retombées fluctuent beaucoup dans le temps. L'impact est très local et les retombées diminuent dès que l'on s'éloigne. L'écart entre la moyenne des 2 séries d'hiver et d'été et la moyenne annuelle 2014 est important (22 µg/m²/jour), bien qu'exprimé en pourcentage, il reste inférieur à 30%.

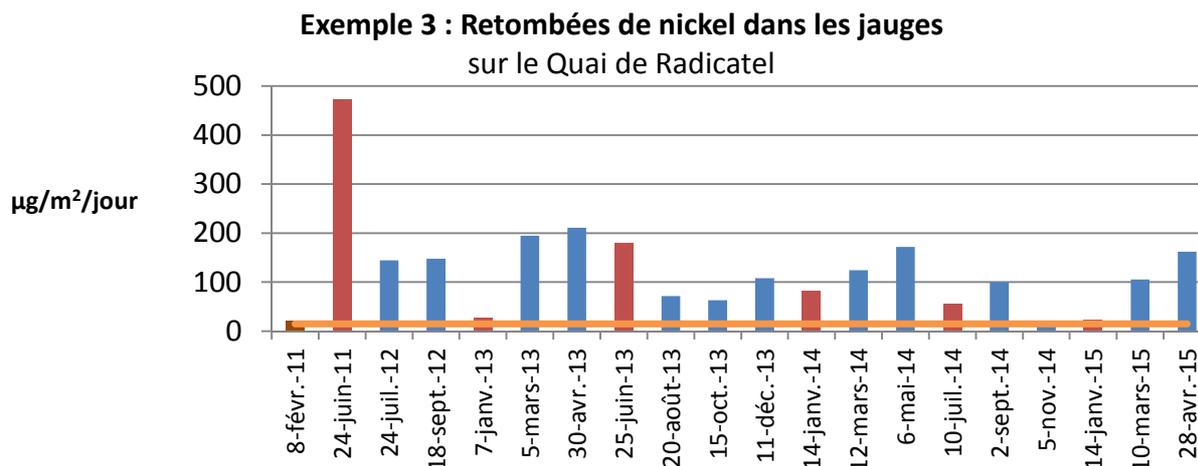


Figure 5 : Exemple de l'évolution des retombées à coté d'une activité portuaire générant localement des dépôts de nickel

Mesure sur le Quai	Moyenne de l'année 2014 :	92,1 µg/m ² /jour	24% d'écart
	Moyenne des 2 séries d'hiver et d'été en 2014:	69,9 µg/m ² /jour	
Mesure dans le village (à 2 km du quai)	Moyenne de l'année 2014 :	2 µg/m ² /jour	5% d'écart
	Moyenne des 2 séries d'hiver et d'été en 2014:	2,1 µg/m ² /jour	

- **Pour les lichens :**

L'échantillonnage se fait une fois par an, puisqu'il est admis qu'une mesure dans les lichens permet d'évaluer la pollution moyenne sur la période annuelle écoulée, précédant le prélèvement.

Un effort est fait pour faire coïncider la date de prélèvement sur tous les secteurs de l'agglomération rouennaise dans le cadre des différentes études.

3.3.7. Approche pour une analyse critique de la surveillance environnementale autour des incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS Services

Une discussion site par site s'appuiera sur l'ensemble des critères décrits précédemment afin de proposer sa pérenisation, son déplacement ou son remplacement par un autre site ou encore son arrêt.

3.4. Matériel et modèles

- Pour la modélisation :

Présentation générale du modèle

Le modèle utilisé pour modéliser les dépôts est le modèle ADMS Urban (Atmospheric Dispersion Modeling System) version 3.4. C'est un modèle développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) et commercialisé en France par NUMTECH. Le modèle ADMS Urban est un modèle de dispersion atmosphérique en milieu urbain pouvant aller de l'échelle d'un quartier jusqu'à l'échelle d'une agglomération voire d'un SCoT (échelle de l'ordre de 1 km à 40 km). Il permet de décrire les concentrations en polluants dans des zones constituées essentiellement de rues bordées de bâtiments. Le modèle ADMS Urban couvre une échelle spatiale allant de la rue, où l'on s'intéresse plutôt à la répartition des polluants au sein même de cette rue, à l'échelle de l'agglomération, où il

n'est plus possible de modéliser explicitement l'effet de chaque bâtiment. Il permet donc de fournir une cartographie de la pollution à l'échelle d'un quartier. D'un point de vue temporel, ADMS Urban est adapté à des échelles caractéristiques de l'ordre de l'heure. Le modèle ADMS Urban traite différents types d'émissions à l'aide de sources linéiques (représentant par exemple une voie de circulation, la navigation maritime et fluviale, ...), de sources ponctuelles (par exemple une cheminée d'usine), de sources surfaciques (par exemple une station de traitement des eaux usées) et de sources volumiques (par exemple un immeuble, un atelier industriel, un bateau à quai, ...).

Le modèle ADMS Urban permet de prendre en compte les principaux effets qui agissent sur la dispersion des polluants à l'échelle d'un quartier :

- Phénomènes de rue-canyon (confinement des polluants entre les bâtiments),
- Échange des polluants au niveau des carrefours,
- Transport des polluants au-dessus des toits,
- Prise en compte des caractéristiques du vent extérieur (vitesse, direction, turbulence, stabilité thermique),
- Modélisation de transformations chimiques simples (cycle de Chapman : NO-NO₂-O₃),
- Modélisation de la dispersion des particules,
- Modélisation des odeurs.

Le modèle ADMS Urban est un outil qui utilise des modèles théoriques et des formulations simplifiées des différents phénomènes. Les données d'entrée nécessaires au modèle pour réaliser le calcul des concentrations dans l'air de PM₁₀ et des retombées de dioxines sont :

- Les caractéristiques géométriques des rues (largeur et hauteur moyenne des bâtiments),
- Les cheminées des incinérateurs géoréférencées,
- L'évolution horaire des variables météorologiques comme le vent, la température, la nébulosité ou encore les précipitations,
- L'évolution horaire du niveau de pollution de fond,
- L'évolution horaire des données d'émissions provenant des sources ponctuelles, comme les cheminées d'usine,
- Des paramètres de terrain (rugosité, albédo de surface, une grille de maillage de l'altitude, un module de bâtiment).

Conditions d'utilisation du modèle dans le cas présent :

Dans le cas présent, seules les émissions industrielles canalisées des incinérateurs ont été modélisées (sans profil temporel décrivant les émissions heure par heure). Le niveau de pollution de fond a été pris à zéro. La géométrie des bâtiments a été prise en compte, du fait qu'elle influence la dispersion des polluants.

- Pour le bilan des données :

Des statistiques sont réalisées sur la base de données d'Air Normand : médiane, percentiles 95,.

Le logiciel R est utilisé pour les calculs statistiques suivants :

- Les boîtes à moustaches, qui représentent graphiquement la distribution des données de retombées,
- Le test de Mann-Kendall, qui permet de vérifier si une tendance dans le temps à la hausse ou à la baisse est significative.

3.5. Méthode pour l'interprétation des données

3.5.1. Valeurs typiques dans les jauges de dépôt en Haute Normandie

Les données de retombées dans les jauges de dépôt collectées par Air Normand sur la Haute-Normandie entre 2009 et 2015 sont en nombre suffisant pour dresser un bilan statistique et dégager des valeurs typiques enregistrées en Haute Normandie sur cette période, tous sites confondus.⁴

Ces valeurs typiques de Haute-Normandie aident à situer les résultats de retombées obtenus sur la zone de Rouen (en l'absence de seuils réglementaires).

Jauges de dépôt - Haute-Normandie - 2009 à 2015

en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ ou $\text{pg}/\text{m}^2/\text{j}$ TEQ OMS 2005	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn	PCDD /F
Minimum	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3	0.1	0.1	0.2	3.8	0.3
1 ^{er} quartile (perc25)	0.1	0.1	0.1	0.6	0.1	3.4	9.7	1.3	1.6	1.0	20.2	0.8
Médiane	0.3	0.2	0.1	1.0	0.2	6.7	16.7	2.3	3.1	1.6	40.6	1.4
Moyenne	0.8	0.5	0.2	2.0	0.7	20.8	26.1	8.7	7.0	2.2	76.9	2.0
3 ^{ème} quartile (perc75)	0.8	0.5	0.2	2.6	0.6	19.9	30.6	4.6	8.1	2.6	84.6	2.2
Percentile95	3.2	1.4	0.4	7.0	2.8	74.5	70.6	22.2	25.9	6.0	300.5	4.6
Percentile98	4.7	2.2	0.7	8.3	5.0	124.2	129.1	105.4	34.7	8.2	358.1	8.3
Maximum	21.9	4.0	7.0	20.1	9.1	568.3	317.2	473.1	171.9	29.9	897.7	31.0
Lieu du maximum	ZI PORT JEROME- SITE 5	témoin rural MAISON DU PARC	ZI LE HAVRE- SITE 16	ZI LE HAVRE- SITE 16	ZI PORT JEROME- SITE 11	ZI ROUEN- SITE 8	ZI LE HAVRE- SITE 16	ZI PORT JEROME- SITE 11	ZI LE HAVRE- SITE 16	ZI ROUEN- SITE 3	ZI LE HAVRE- SITE 16	ZI Grand Couronne
Nombre de données	496	501	480	477	492	501	501	501	501	501	495	326

Tableau 3 : Résultats des retombées dans les jauges en Haute-Normandie (tous sites confondus) entre 2009 et 2015

Se et Tl : Inférieurs à LQ

⁴ secteurs pris en compte pour la Haute-Normandie (inégalement investigués en nombre de prélèvements) :

- Zone industrielle des Petit et Grand Quevilly et ses alentours,
- Zone industrielle de Grand Couronne (étude RETIA) et ses alentours,
- Zone industrielle du Havre et ses alentours,
- Zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours (pour les métaux),
- Secteur de Guichainville (4 sites ruraux autour de l'UIOM ECOVAL),
- Le témoin trafic routier (proche de l'autoroute A13),
- Le témoin rural (Maison du Parc de Brotonne).

3.5.2. Valeurs typiques dans les lichens en Haute Normandie (source des données : Aair Lichens)

Les données de retombées dans les lichens sur la Haute-Normandie (issues des études d'Aair Lichens) sont collectées par Air Normand entre 2009 et 2015 et saisies dans une base de données dans le but notamment de dégager des valeurs typiques.⁵

Ces valeurs typiques en Haute-Normandie aident à situer les résultats de retombées obtenus sur la zone de Rouen (en l'absence de seuil réglementaire). Ces résultats sont également comparées aux valeurs repères proposées par Aair Lichens.

Lichens - Haute-Normandie - 2009 à 2015 (source des données: Aair Lichens)

en mg/kg ou ng/kg TEQ OMS 2005	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Hg	Ni	Pb	V	Zn	PCDD /F
Minimum	0.1	0.1	0.0	0.7	0.1	0.3	16.0	0.0	1.2	1.8	1.0	0.4	0.4
1 ^{er} quartile	0.6	0.7	0.2	2.9	0.5	10.2	37.8	0.1	3.7	8.0	4.0	69.9	2.4
Médiane	1.5	1.1	0.4	5.2	1.1	18.8	61.0	0.1	6.9	13.0	5.9	120.5	3.6
Moyenne	1.9	1.3	0.5	5.9	1.2	55.1	74.1	0.2	14.1	21.6	6.9	174.4	5.0
3 ^{ème} quartile	2.8	1.6	0.6	7.9	1.5	34.4	101.3	0.2	15.7	24.0	8.3	204.3	6.0
Percentile95	5.0	2.8	1.1	11.7	2.3	187.9	153.7	0.5	49.2	70.6	16.0	591.2	13.1
Percentile98	6.2	3.6	1.4	18.7	2.7	599.1	172.7	0.7	71.2	106.8	20.9	835.8	16.0
Maximum	8.0	6.0	4.8	26.6	11.4	1138.3	396.0	1.8	157.0	189.0	29.0	1357.0	41.3
Lieu du maximum	ZI Rouen Beth.	ZI Rouen Patis	ZI Hav Citron	ZI Rouen VIAM	ZI Rouen Beth.	ZI Rouen Dolets	ZI Hav Citron	ZI Hav RIO	ZI Hav Sedi W	ZI Rouen Emerau.	ZI Gd Cour. Briand	ZI Gd Cour. Cordon.	ZI Rouen Jacquard
Nombre de données	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	204	180

Tableau 4 : Résultats des retombées dans les lichens en Haute-Normandie (tous sites confondus) entre 2009 et 2015

TI : <LQ

⁵ secteurs pris en compte pour la Haute-Normandie (inégalement investigués en nombre de prélèvements) :

- Zone industrielle des Petit et Grand Quevilly et ses alentours,
- Zone industrielle de Grand Couronne (campagne RETIA ou UPM),
- Zone industrielle du Havre et ses alentours,
- Zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours (pour les métaux),
- Le témoin trafic routier (proche de l'autoroute A13),
- Le témoin rural (Maison du Parc de Brotonne).

3.5.3. Choix des valeurs repères

Plusieurs valeurs repères peuvent être proposées pour situer les résultats de retombées (en l'absence de valeurs réglementaires françaises sur ce type de données) :

- Jauges

$\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ (métaux) ou $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ (PCDD/F)

Origine de la valeur repère	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn	PCDD /F
valeur limite allemande ou suisse		4	2					15	100		400 (suisse)	
3ème quartile - statistique nationale INERIS - proximité d'UIOM		2,8	2	21		38	150	15	130		270	12
statistique nationale BRGM (> bruit de fond, proximité d'une source)												5 et 16
percentile95 données Haute-Normandie 2009 à 2015	3,2	1,4	0,4	7	2,8	74,5	70,6	22,2	25,9	6	300,5	4,6
médiane données Haute-Normandie 2009 à 2015	0.3	0.2	0.1	1.0	0.2	6.7	16.7	2.3	3.1	1.6	40.6	1.4

Les valeurs limites allemandes et suisses ainsi que les statistiques nationales rapportées par l'INERIS n'étant pas disponibles pour l'ensemble des métaux étudiés, notre choix de valeurs repères s'est orienté en priorité dans le cadre de ce rapport sur **le percentile95 des données en Haute-Normandie sur les années 2009 à 2015**, seuil qui permet de distinguer les résultats les plus élevés des résultats plus habituels. Ce choix nous permet par ailleurs de disposer de la même référence pour l'ensemble des polluants. De plus, il s'agit de données régionales et récentes, issues d'une même méthodologie (choix des sites, méthode de prélèvement, choix du laboratoire d'analyse).

Pour les comparaisons en niveaux médians, le choix s'est porté sur la médiane des données de Haute-Normandie sur la période 2009 à 2015.

En complément, les valeurs réglementaires étrangères, lorsqu'elles existent, et les valeurs typiques nationales proposées par le BRGM pour les dioxines / furanes seront également utilisées (toutes typologies confondues, années 2006 à 2009). ⁶

⁶ D'autres valeurs typiques pour les métaux proviennent de statistiques nationales réalisées par l'INERIS. Cependant, elles sont calculées sur un échantillon de données dont on ne maîtrise pas la méthodologie et qui ne propose pas, à l'heure actuelle, de seuil directement utilisable comme repère.

- Lichens

Lichens mg/kg (métaux) ou ng/kg (PCDD/F)	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	V	Zn	PCDD /F
Seuil de significativité d'Aair Lichens	0,7	2	0,3	5,6	1,1	12	0,2	170	4,9	12	5,6	70	2,9
percentile95 données Haute-Normandie	5.0	2.8	1.1	11.7	2.3	187.9	0,5	153.7	49.2	70.6	16	591.2	13.1
médiane données Haute-Normandie	1.5	1.1	0.4	5.2	1.1	18.8	0.1	61	6.9	13.0	5.9	120.5	3.6

- Le seuil de significativité d'une retombée dans les lichens est proposé par Aair Lichens à partir d'un calcul statistique sur sa propre base de données qui couvre des sites sur toute la France. Il correspond aux données qui s'écartent de plus de 40% du bruit de fond.
- **Le percentile95 des données Haute-Normandes (2009 à 2015)** donne une information sur les valeurs de pointe.
- La médiane des données Haute-Normandes (2009 à 2015) donne une information sur les niveaux médians. Elle est souvent proche du seuil de significativité d'Aair Lichens.

3.6. Origine des données

- Données d'entrée des modélisations :
Les données d'entrée pour les modélisations ont été fournies par les incinérateurs, en ce qui concerne la partie émission. Les données météorologiques proviennent d'Air Normand et de Météo France.
- Données dans les jauges
Les résultats des analyses sont fournis par le laboratoire ALPA Chimies. Ils sont exprimés en pg/échantillon (pour les dioxines / furanes) et en µg/échantillon (pour les métaux). Ces résultats sont ensuite exprimés par Air Normand en "unités des dépôts de dioxines / furanes et de métaux" en divisant par la surface d'échantillonnage et par la durée d'exposition, et en appliquant les coefficients TEF (dans le cas des dioxines / furanes) pour obtenir des pg TEQ OMS 2005/m²/jour (dioxines / furanes) et des µg/m²/jour (métaux). Les données sont disponibles sur simple demande auprès d'Air Normand : contact@airnormand.fr.
- Données dans les lichens
Les résultats de dioxines / furanes et de métaux proviennent des rapports d'Aair Lichens A15-790 de 2014. Toute demande de ces rapports devra être adressée directement à la société Aair Lichens (17 rue des Chevrettes, 44470 CARQUEFOU). Les résultats sont exprimés en mg/kg (métaux) et en ng TEQ 2005/kg (dioxines / furanes).
- Valeurs de référence :
Les valeurs de référence utilisées dans ce rapport proviennent de valeurs réglementaires allemandes et suisse, et des valeurs statistiques proposées par l'INERIS et le BRGM dans le "Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des

installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux." de 2014". D'autres sont calculées par Air Normand à partir de sa base de données, et par Aair Lichens à partir de sa base de données.

3.7. Limites

- Les mesures des retombées atmosphériques sont préconisées pour la surveillance environnementale des incinérateurs. Cependant elles ne sont pas réglementées en France. Il n'existe pas de seuil réglementaire ni sanitaire auquel confronter les résultats. Les valeurs repères disponibles au niveau national ou d'autres pays, utilisées dans ce rapport pour interpréter les résultats (détaillées au paragraphe 3.5), n'ont pas la même signification d'un polluant à un autre, ni d'une méthode à l'autre.
- Les sites de mesure ont été ajoutés au fur et à mesure des besoins détectés en Comité de Suivi. On ne dispose pas d'un historique aussi important pour chacun d'eux, ce qui ne permet pas de calculer les tendances d'évolution des polluants sur tous les sites.
- Les emplacements des jauges et des lichens ne coïncident pas toujours parfaitement du fait des contraintes de terrain, ce qui peut expliquer certaines différences dans les résultats.

4. Première partie : Bilan des résultats de retombées disponibles dans l'agglomération de Rouen sur la période 2009 à 2015

4.1. Distribution des données de retombées dans les jauges de dépôt

(Le nombre des données étudiées par site est indiqué au paragraphe 3.3.1.)

La distribution des données de retombées dans les jauges de dépôt est présentée, polluant par polluant, dans les pages suivantes.

- **Antimoine**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

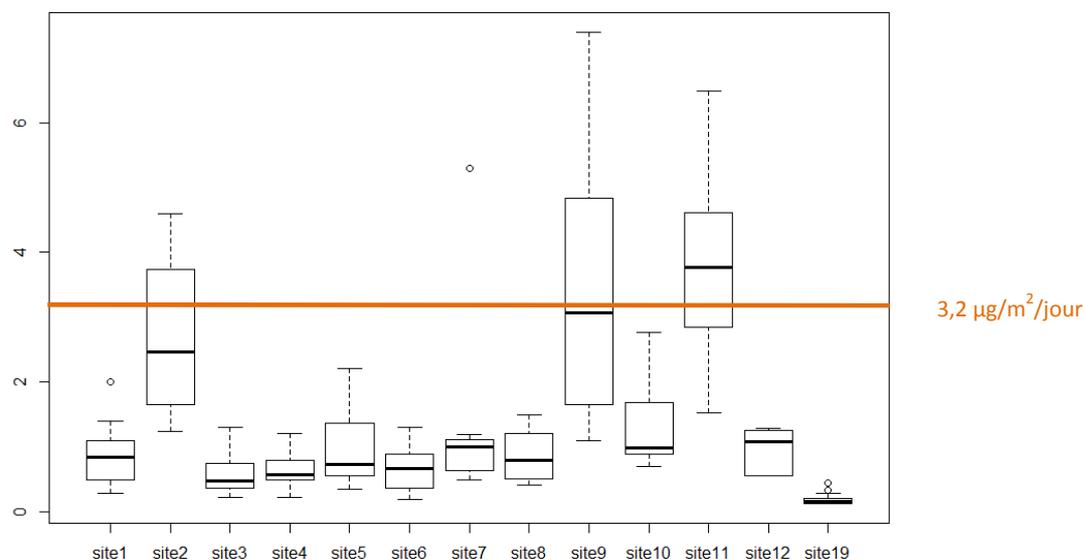


Figure 6 : Distribution des retombées d'antimoine sur la ZI Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Les sites 9 (GPMR), site 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude) et site 2 (VIAM-SCI Jonques de la Seine) présentent les retombées d'antimoine les plus élevées. Ces sites sont placés tous les 3 en bordure du trafic routier ou poids lourds. Or, les transports sont émetteurs d'antimoine. De ce fait, on ne peut pas quantifier la contribution des émissions industrielles. La priorité pour la suite de l'étude est dans un premier temps d'éloigner les points de mesure 2 et 9 du trafic routier et poids lourds, afin d'observer les conséquences sur les résultats. Dans le cas où les retombées d'antimoine persisteraient sur ces points, une recherche plus poussée sera menée pour identifier les sources industrielles.

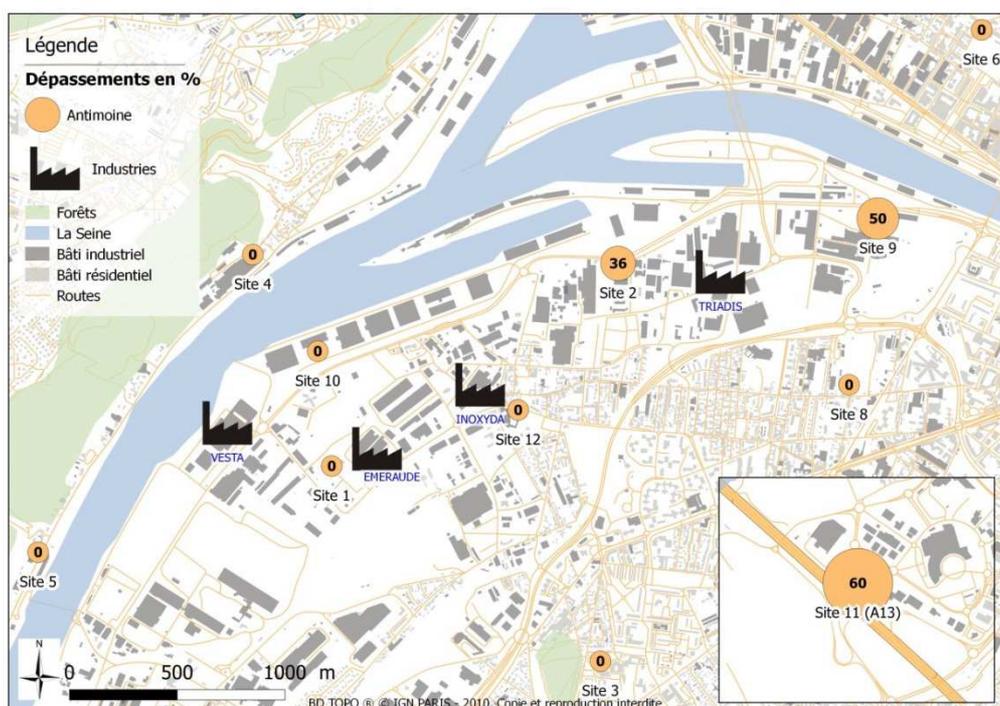


Figure 7 : Fréquence des dépassements de $3,2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ d'antimoine entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

- : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**
- : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Arsenic**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

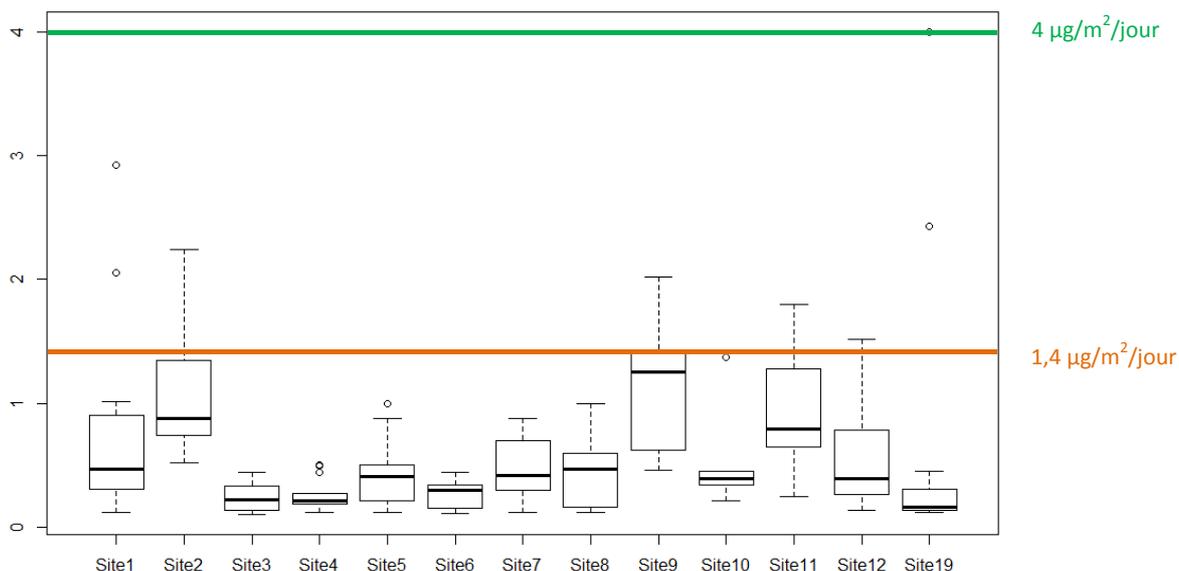


Figure 8 : Distribution des retombées d'arsenic sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Les sites les plus impactés par les retombées d'arsenic sont les sites 9 (GPMR), 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude) et 2 (VIAM-SCI Jonques de la Seine), en médiane notamment. Cependant, les teneurs d'arsenic enregistrées sur la ZI et ses alentours restent en dessous de la valeur repère : $4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ (valeur limite allemande). Les émissions du trafic routier augmentent probablement légèrement les retombées sur ces 3 sites placés en bordure des voies de circulation. Quelques retombées plus fortes sont enregistrées par ailleurs de façon épisodique sur le site 1 (Emeraude) et sur le site 19 (Maison du parc, témoin rural hors zone d'étude).

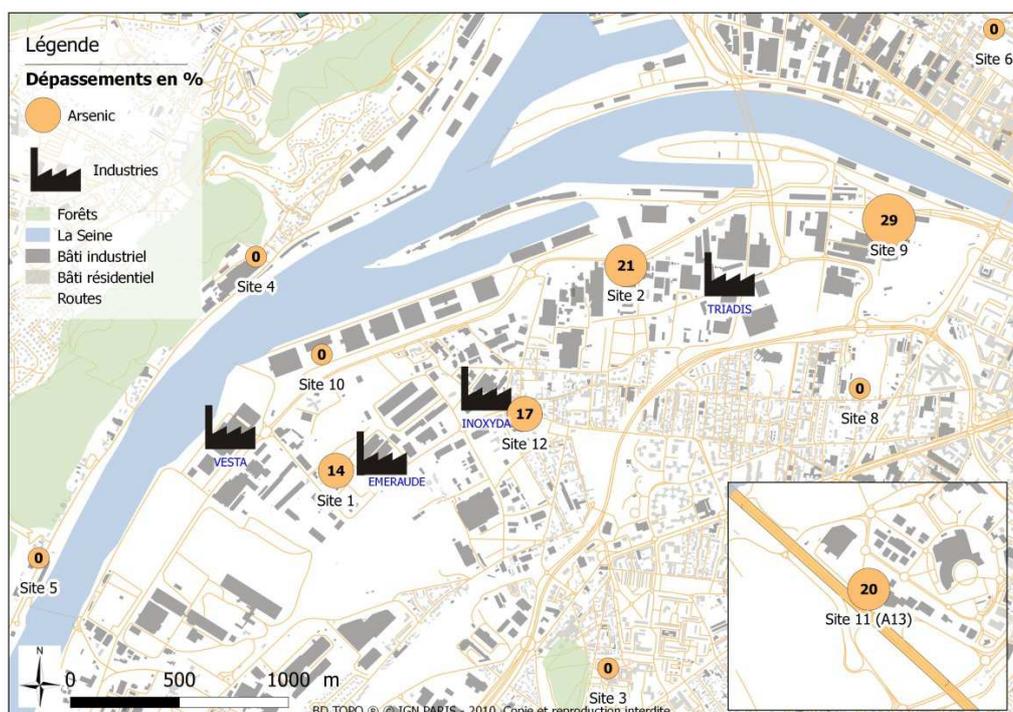


Figure 9 : Fréquence des dépassements de $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ d'arsenic entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

— : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**

— : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Cadmium**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

--- : valeur limite allemande : $2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$

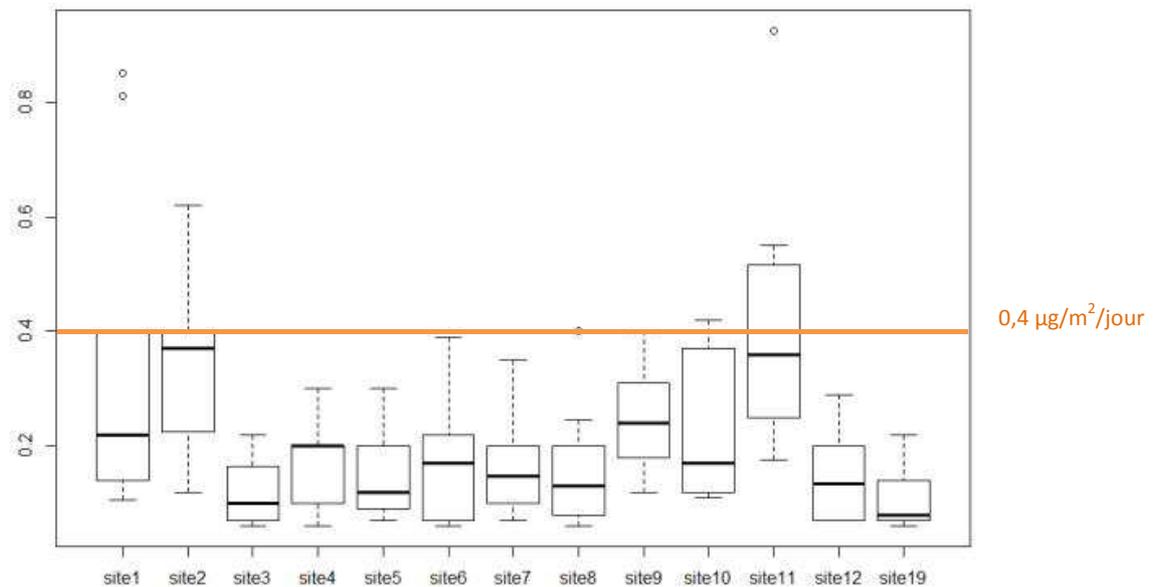


Figure 10 : Distribution des retombées de cadmium sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Le site 2 (VIAM-SCI Jonques de la Seine) et le site 11 présentent les retombées de cadmium les plus élevées (en médiane et en troisième quartile). Les retombées dues au trafic (respectivement du Quai de France et de l'autoroute A13) peuvent expliquer en partie cette légère augmentation. Les teneurs restent cependant en dessous de la valeur limite allemande : $2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. Quelques retombées plus fortes sont enregistrées de façon épisodique sur le site 1 (Emeraude) et le site 11 (Autoroute A13).

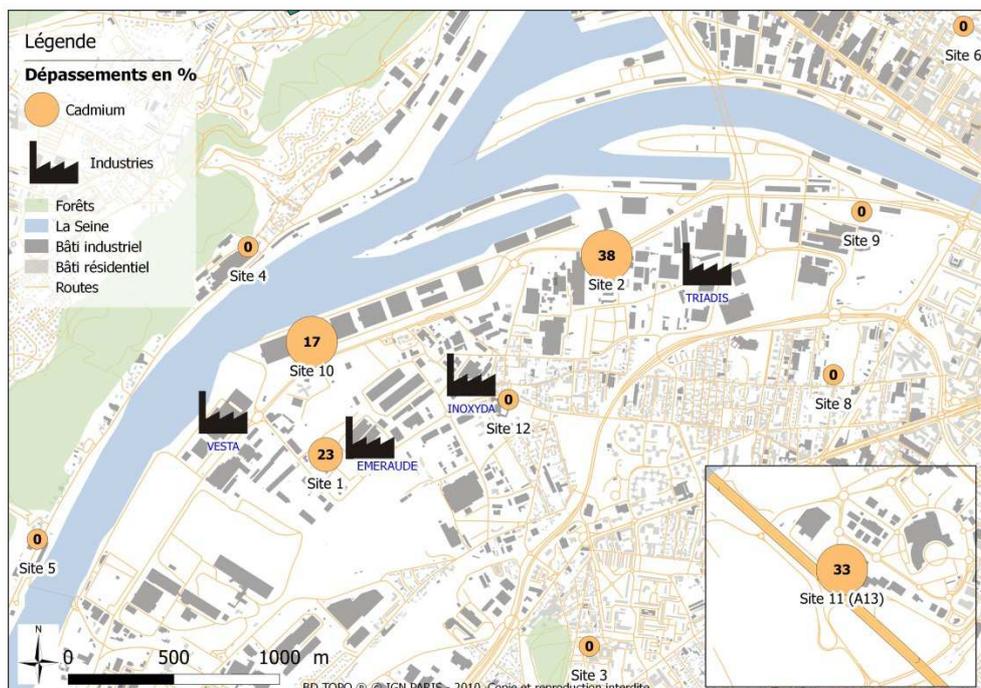


Figure 11 : Fréquence des dépassements de $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de cadmium entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

— : percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015

— : valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)

- **Chrome**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

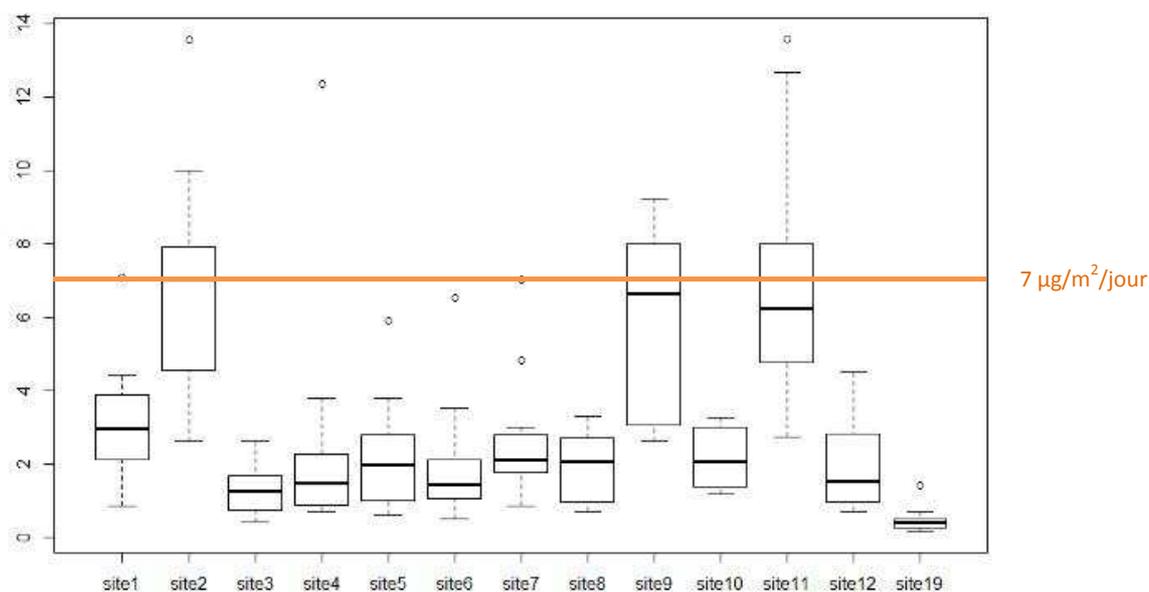


Figure 12 : Distribution des retombées de chrome sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Les sites 2 (VIAM-SCI Jonques de la Seine), 9 (GPMR) et 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude) présentent les retombées de chrome les plus élevées. Ces sites sont placés tous les 3 en bordure du trafic routier ou poids lourds. De ce fait, on ne peut pas quantifier la contribution des émissions industrielles. La priorité pour la suite de l'étude est dans un premier temps d'éloigner les points de mesure 2 et 9 du trafic routier et poids lourds, afin d'observer les conséquences sur les résultats. Dans le cas où les retombées de chrome persisteraient sur ces points, une recherche plus poussée sera menée pour identifier les sources industrielles. Par ailleurs, une valeur, assez forte, est enregistrée occasionnellement sur le site : 4 (A2MC - CANTELEU).

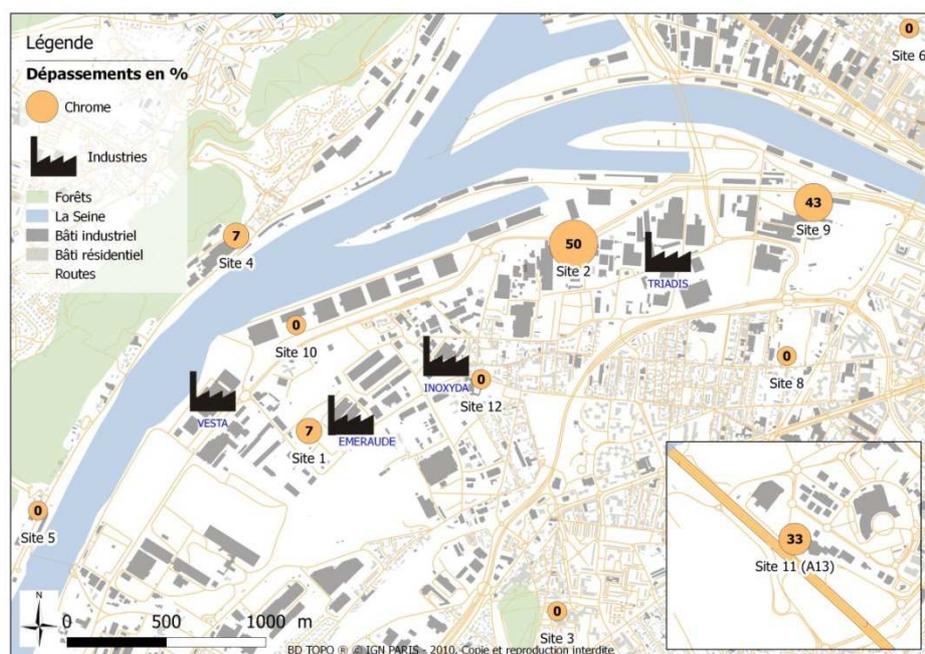


Figure 13 : Fréquence des dépassements de $7 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de chrome entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

— : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**

— : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Cobalt**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

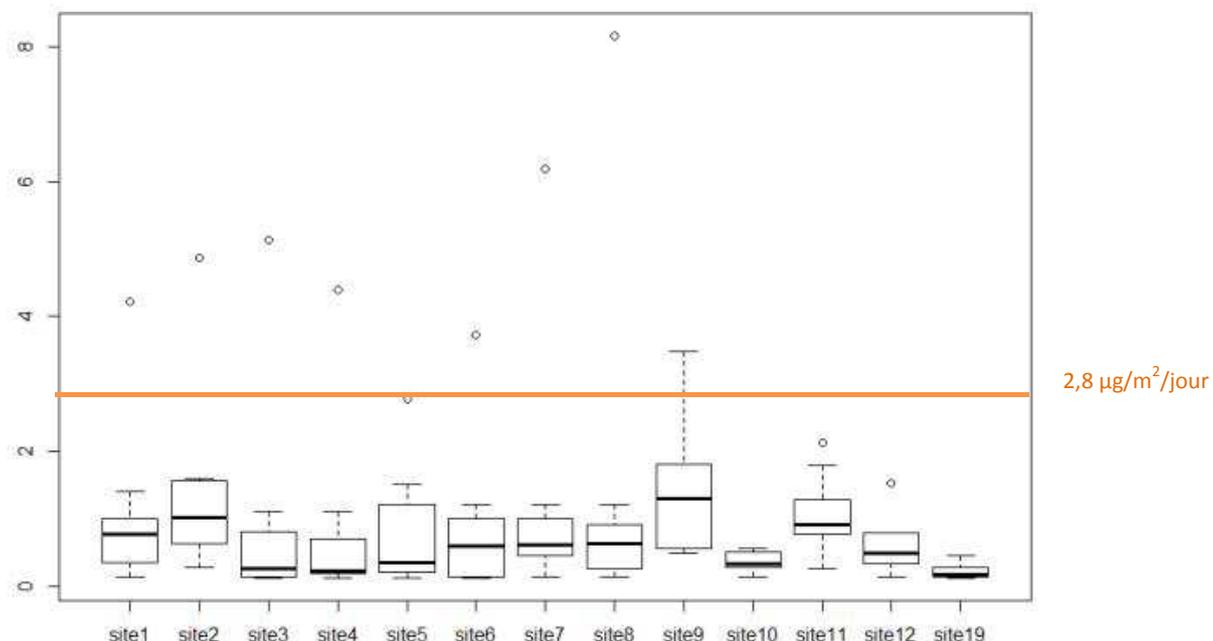


Figure 14 : Distribution des retombées de cobalt sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

La majorité des données de cobalt se situe en dessous de $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ sur tous les sites. En médiane, ce sont les sites 2 (Viam - SCI JONQUES DE LA SEINE) et 9 (GPMR) les plus chargés. Des valeurs plus fortes (entre 3 et $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$) surviennent de façon occasionnelle sur les sites 1,2,3,4,6,7,8,9.

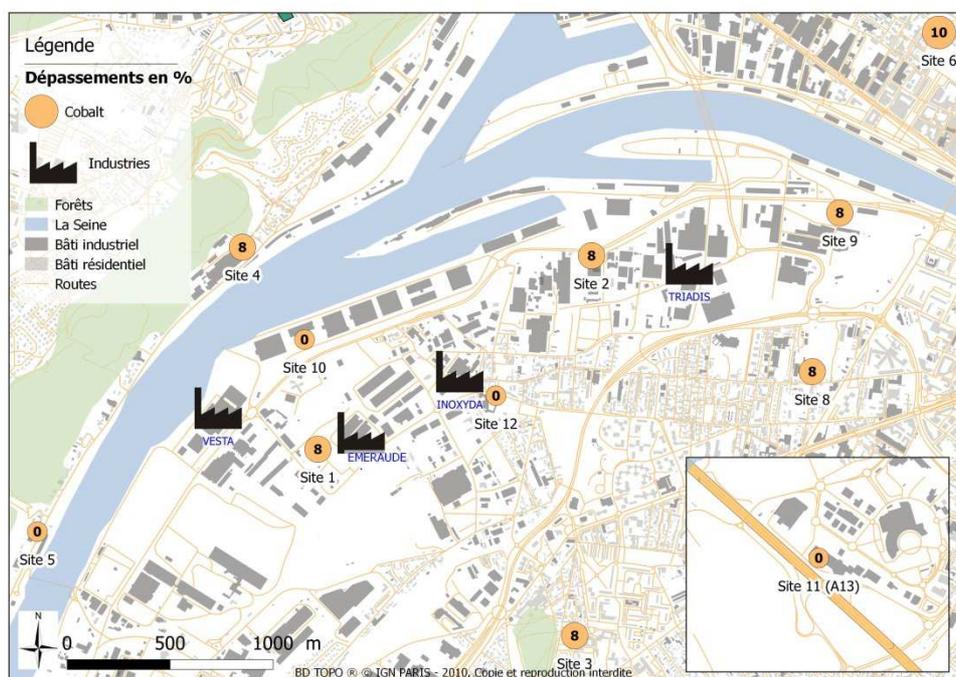


Figure 15 : Fréquence des dépassements de $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de cobalt entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

— : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**

— : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Cuivre**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

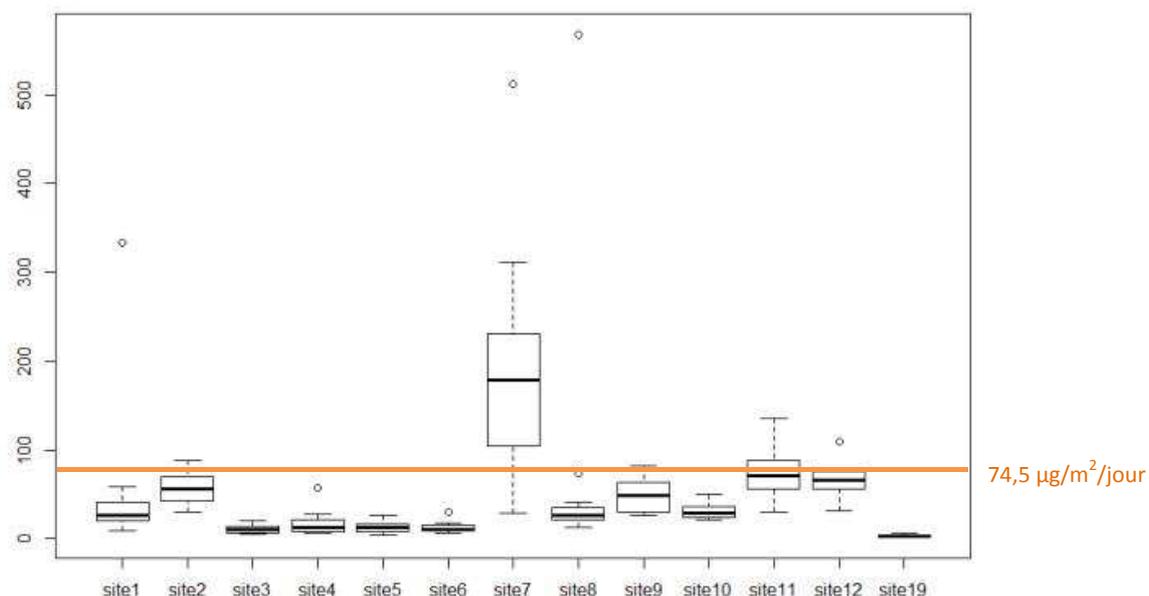


Figure 16 : Distribution des retombées de cuivre sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Un site se détache des autres avec des valeurs de retombées de cuivre très élevées : le site 7 (ATELIERS DE PETIT QUEVILLY TERRASSE). Les résultats mettent en évidence un émetteur industriel à proximité. Les sites qui viennent ensuite par ordre décroissant (en médiane) sont : le site 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude), le site 12 (ATELIERS DE PETIT QUEVILLY SOL), le site 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE) et le site 9 (GPMR). Ces 2 derniers sont influencés par le trafic routier et poids lourds.

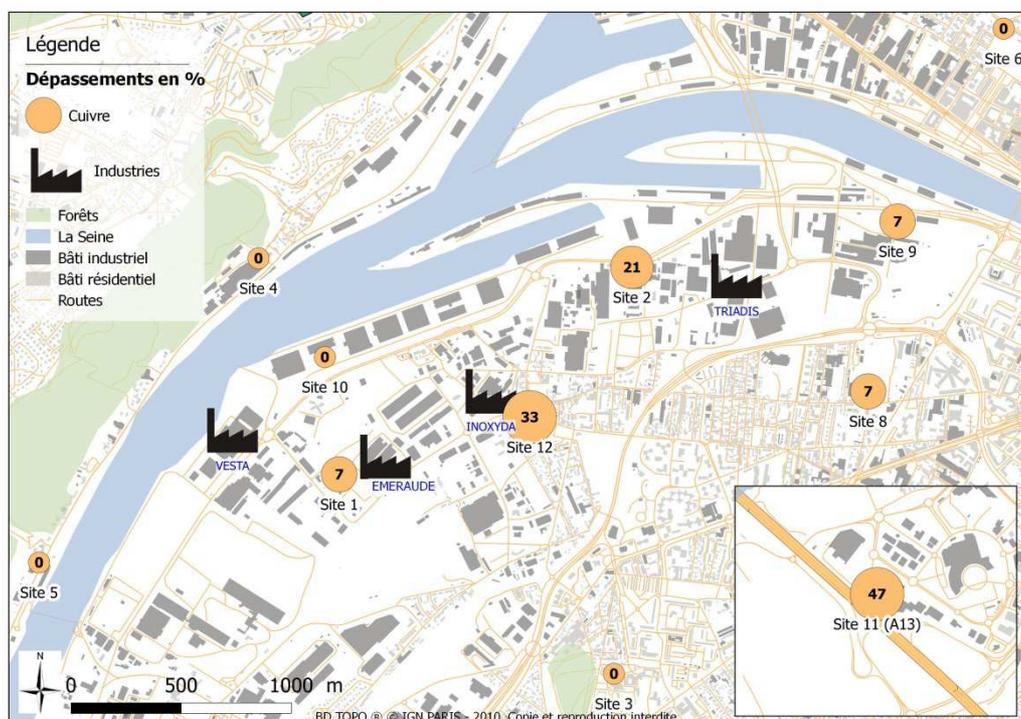


Figure 17 : Fréquence des dépassements de $74,5 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de cuivre entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

- : percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015
- : valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)

- **Manganèse**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

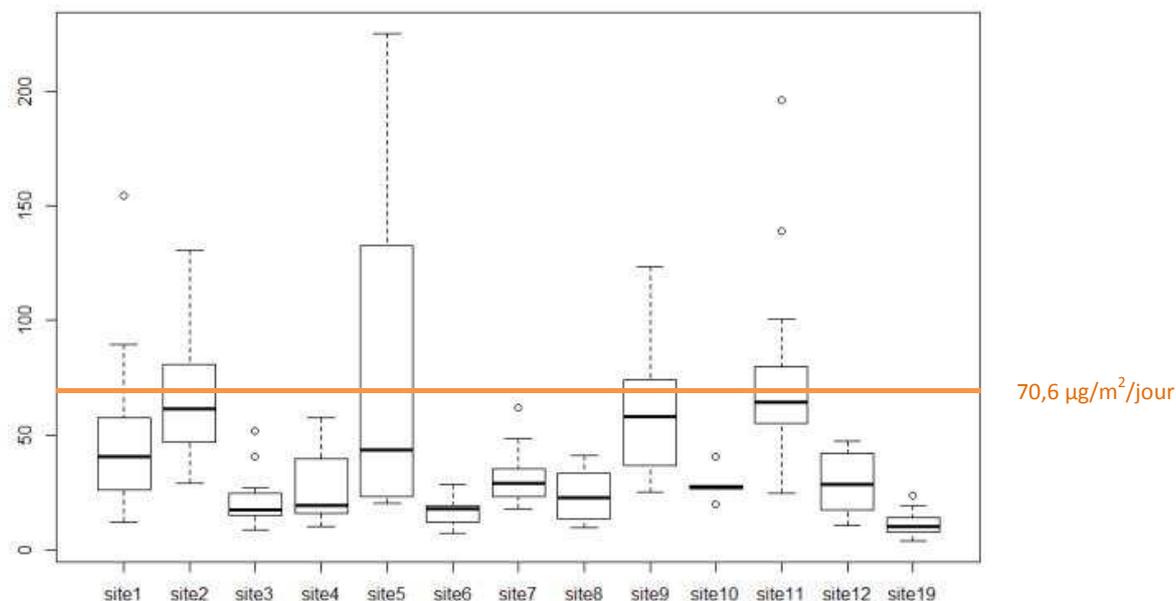


Figure 18 : Distribution des retombées de manganèse sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : En médiane, les sites 2, 9 et 11 sont les plus exposés aux retombées de manganèse (médiane autour de 60), puis viennent par ordre décroissant les sites 1 et 5. Les valeurs de pointe (le 3ème quartile) sont plus nombreuses sur le site 5 - DIEPPEDALLE ECOLE. Les résultats obtenus sur le site 5 suggèrent un émetteur de manganèse à proximité. Le chauffage domestique au bois pourrait peut-être contribuer à ce résultat [X], cette hypothèse restant à vérifier.

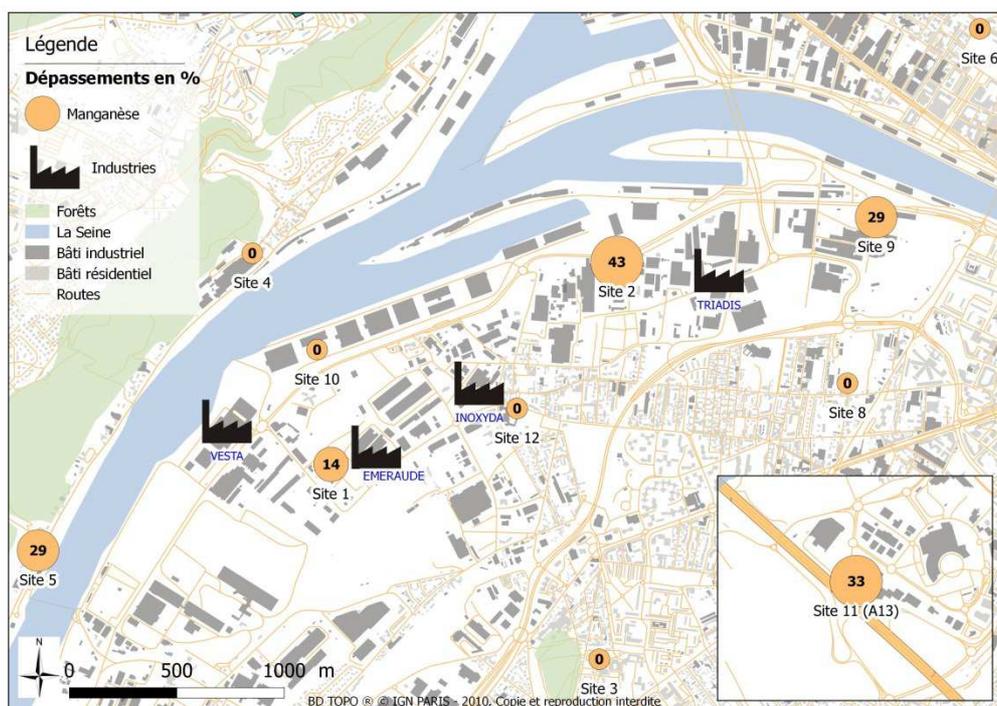


Figure 19 : Fréquence des dépassements de $70,6 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de manganèse entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

- : percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015
- : valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)

- **Nickel**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

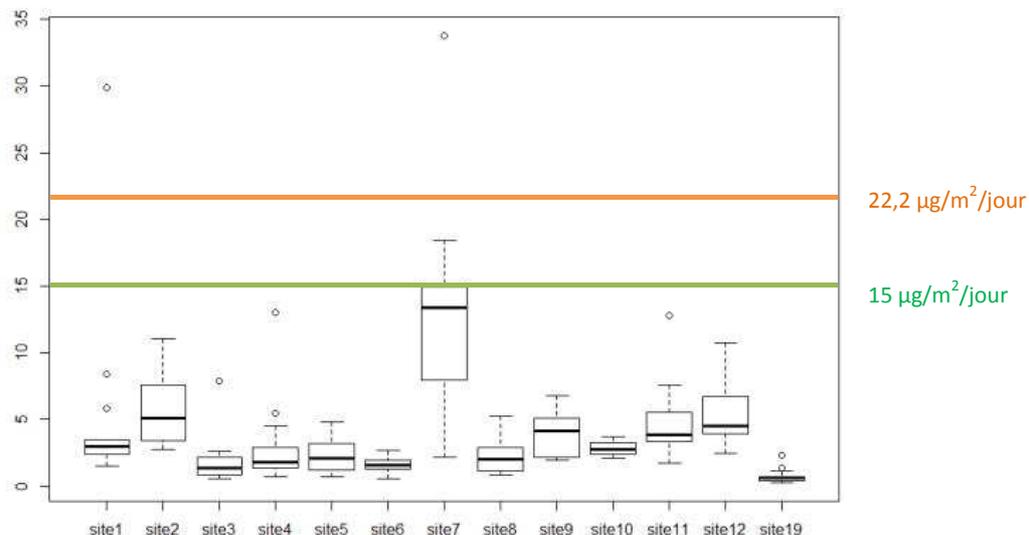


Figure 20 : Distribution des retombées de nickel entre 2009 et 2015

Un site se détache des autres avec des valeurs de retombées de nickel très élevées : le site 7 (ATELIERS DE PETIT QUEVILLY TERRASSE). Le 3^{ème} quartile est égal à $14,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, c'est-à-dire que 25% des données dépassent la valeur limite allemande : $15 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. Ces résultats mettent en évidence un émetteur de nickel à proximité. Le site 12 (ATELIERS DE PETIT QUEVILLY SOL) a aussi des résultats un peu plus élevés que les témoins urbains. Les sites qui viennent après par ordre décroissant (en médiane) sont : le site 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE), le site 9 (GPMR), le site 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude). Ces 3 sites témoignent probablement au moins en partie des retombées de nickel en bordure du trafic routier et poids lourds.

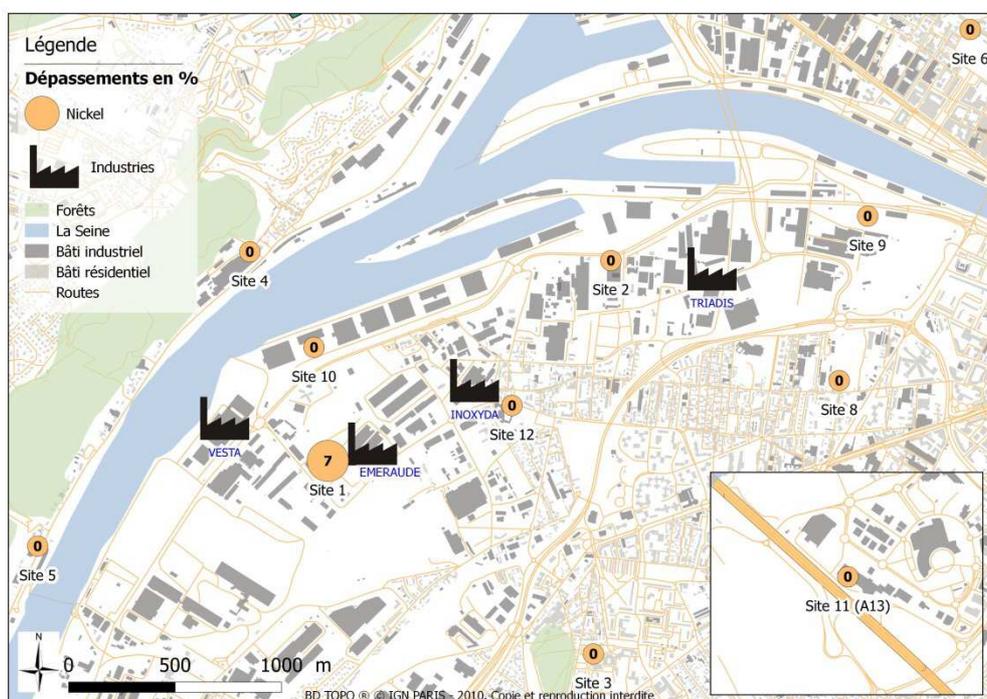


Figure 21 : Fréquence des dépassements de $22,2 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de nickel entre 2009 et 2015 :

Valeurs repères choisies :

- : percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015
- : valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)

- **Plomb**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

--- valeur limite allemande : $100 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$

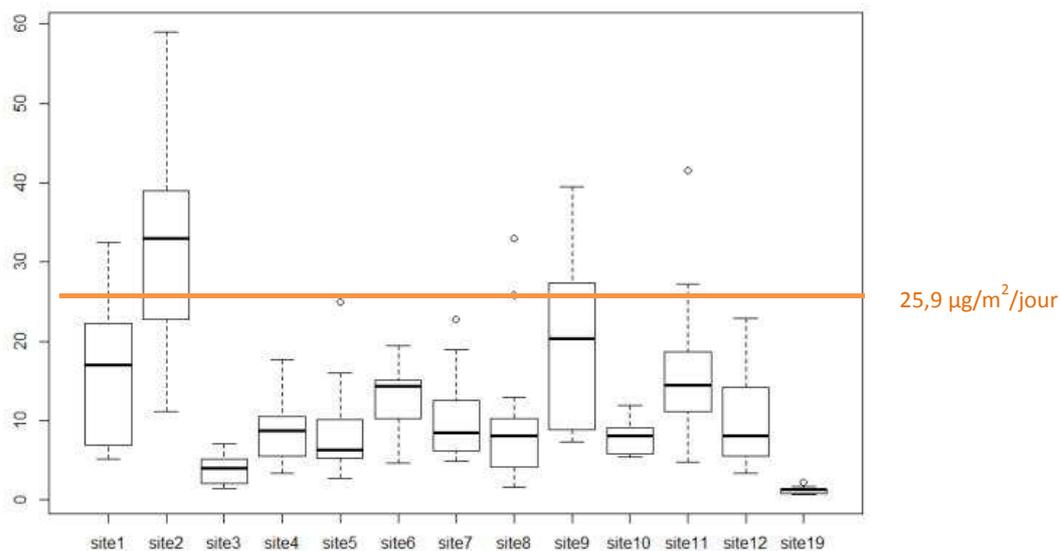


Figure 22 : Distribution des retombées de plomb sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Les sites les plus impactés par les retombées de plomb sont, par ordre décroissant : le site 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE) surtout, puis : le site 9 (GPMR), le site 1 (EMERAUDE). Viennent ensuite : le site 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude) et le site 6 (PREFECTURE, témoin urbain). Cependant, les teneurs en plomb, même maximales, ne dépassent pas la valeur limite allemande : $100 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. Les émissions du trafic routier et poids lourds contribuent probablement en grande partie à ces résultats. De ce fait, on ne peut pas quantifier la contribution des émissions industrielles. La priorité pour la suite de l'étude est dans un premier temps d'éloigner les points de mesure 2 et 9 du trafic routier et poids lourds, afin d'observer les conséquences sur les résultats. Dans le cas où les retombées de plomb persisteraient sur ces points, une recherche plus poussée sera menée pour identifier les sources industrielles.

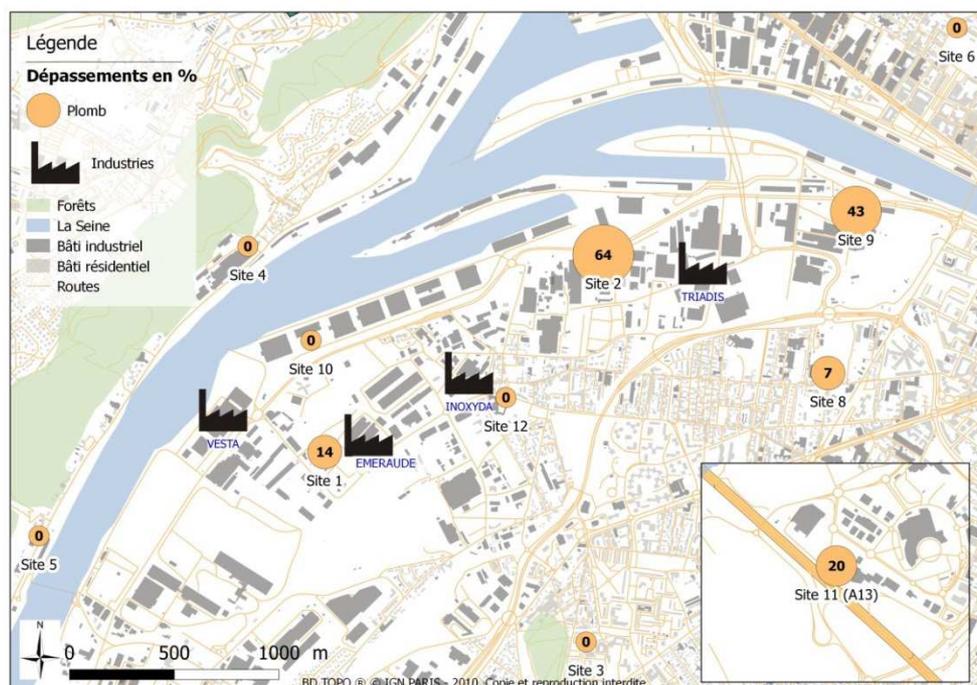


Figure 23 : Fréquence des dépassements de $25,9 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de plomb entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

— : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**

— : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Vanadium**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

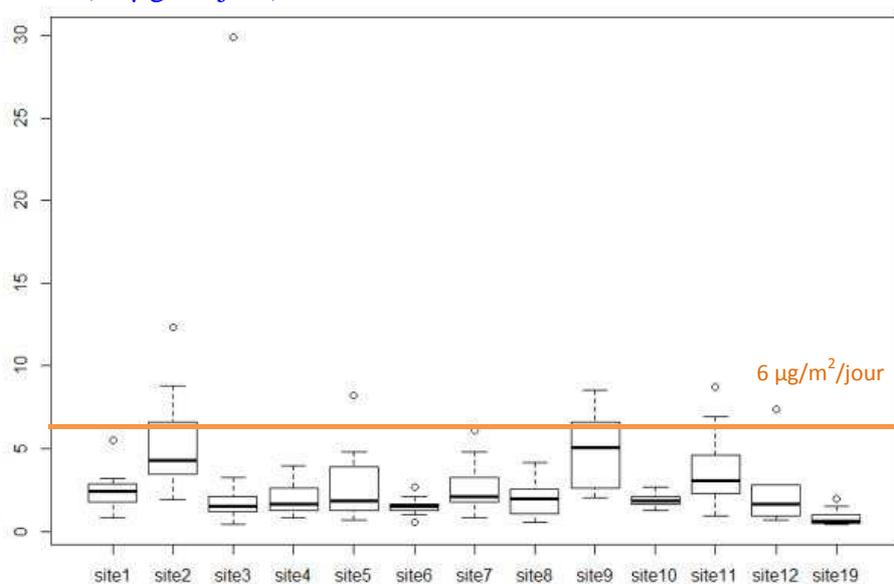


Figure 24 : Distribution des retombées de vanadium entre 2009 et 2015

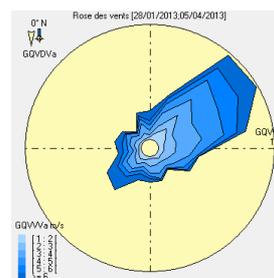


Figure 25 : Rose des vents durant la pointe sur le site 3

Commentaire : Les retombées de vanadium les plus élevées, en médiane, sont enregistrées sur les sites : 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE), 9 (GPMR), 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude). Ces médianes sont comprises entre 3 et $6 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. Une piste d'explication possible est la contribution des émissions dues au trafic. De ce fait, on ne peut pas quantifier la contribution des émissions industrielles. La priorité pour la suite de l'étude est dans un premier temps d'éloigner les points de mesure 2 et 9 du trafic routier et poids lourds, afin d'observer les conséquences sur les résultats. Dans le cas où les retombées de vanadium persisteraient sur ces points, une recherche plus poussée sera menée pour identifier les sources industrielles. Une valeur de vanadium ($30 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$) est mesurée de façon exceptionnelle sur le site 3 (HOPITAL DE PETIT QUEVILLY, du 28 janvier au 5 avril 2013 par vent dominant venant du nord-est, puis du sud-ouest). Cette valeur s'accompagne d'une augmentation d'autres métaux, dont le nickel, qui pourrait venir de la combustion du fuel (chauffage, industrie ?).

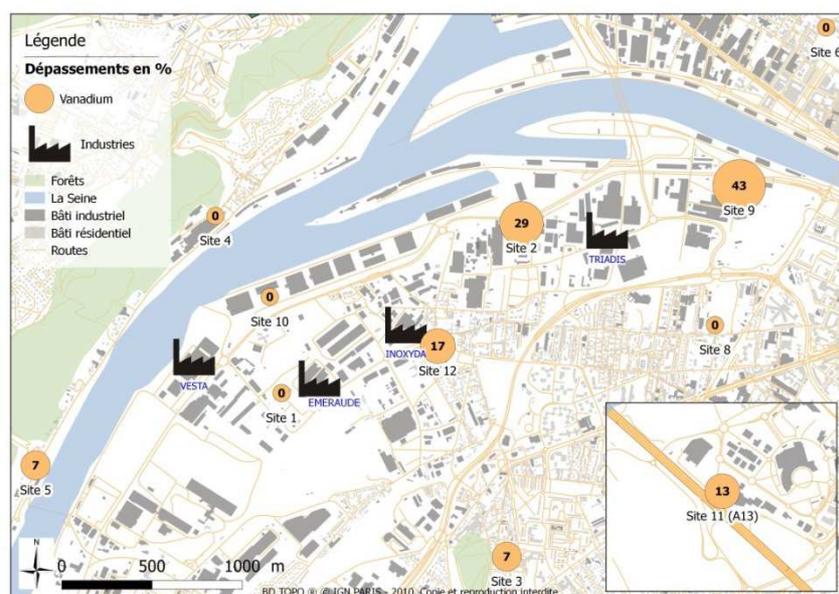


Figure 26: Fréquence des dépassements de $6 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de vanadium entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

- : percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015
- : valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)

- **Zinc**
(en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)

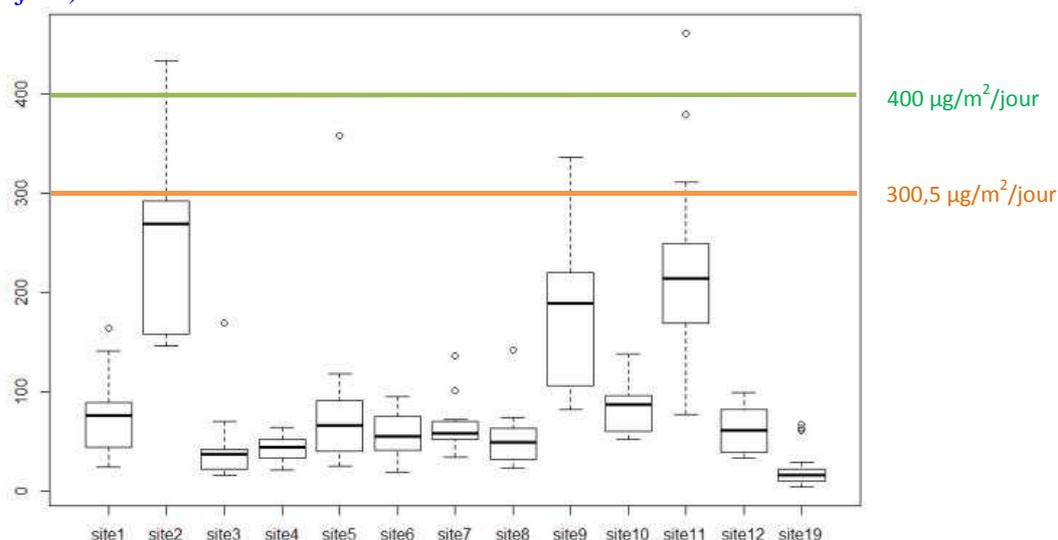


Figure 27 : Distribution des retombées de zinc sur la ZI de Rouen entre 2009 et 2015

Commentaire : Les sites les plus impactés par les retombées de zinc sont, par ordre décroissant : le site 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE), le site 9 (GPMR), le site 11 (Autoroute A13, témoin trafic hors zone d'étude). La valeur limite suisse : $400 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ est dépassée lors d'une pointe sur le site 2. Les émissions du trafic routier contribuent probablement en grande partie aux retombées de zinc sur ces 3 sites en bordure des voies de circulation (sans exclure la contribution d'autres émetteurs de type industriel). Viennent ensuite, par ordre de médiane décroissante, les sites : 10 (EUROPORT), 1 (EMERAUDE), 5 (DIEPPEDALLE).

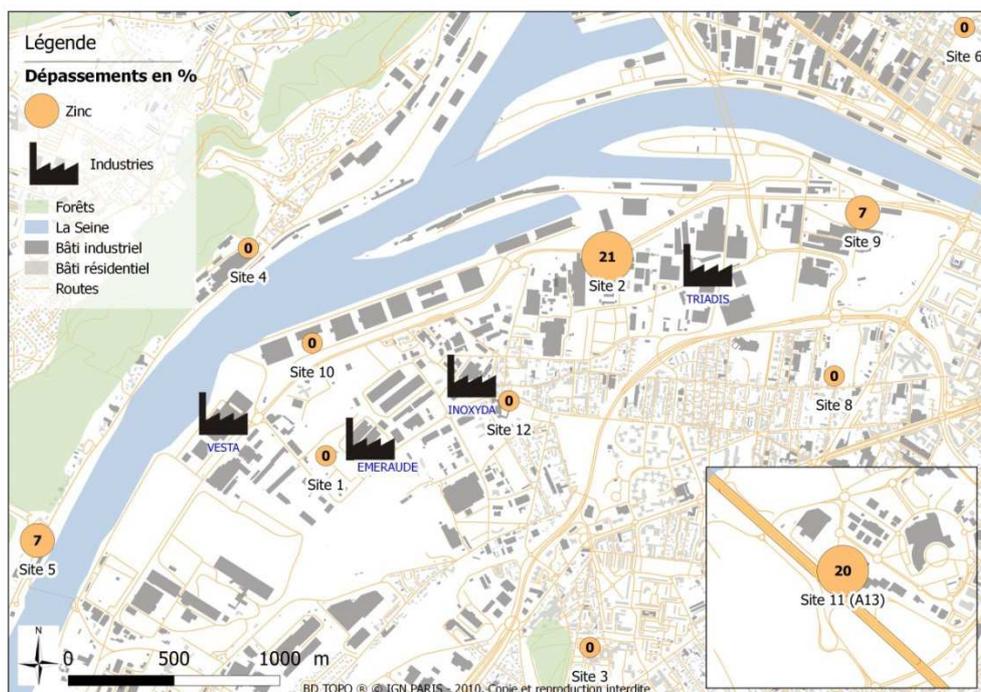


Figure 28 : Fréquence des dépassements de $300,5 \mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ de zinc entre 2009 et 2015

Valeurs repères choisies :

- : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**
- : **valeur limite allemande ou suisse (lorsqu'elle existe)**

- **Dioxines / furanes**
(en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005)

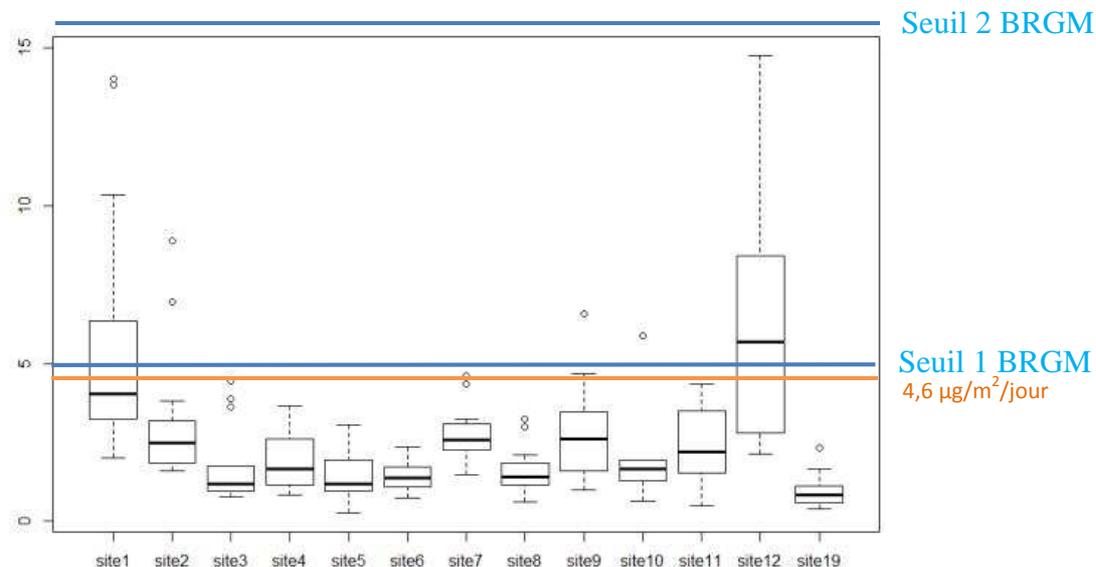


Figure 29 : Distribution des retombées de dioxines / furanes entre 2009 et 2015

Commentaire : Deux sites se détachent nettement des autres : Le site 12 (ATELIERS DE PETIT QUEVILLY SOL⁷) avec une médiane supérieure au premier seuil repère du BRGM ($5 \text{ pg}/\text{m}^2/\text{jour}$) et le site 1 (EMERAUDE), avec un 3^{ème} quartile (donc 25% des données) supérieur à ce seuil. Les valeurs de pointes les plus fortes et les plus nombreuses sont aussi enregistrées sur ces sites. Le deuxième seuil repère du BRGM ($16 \text{ pg}/\text{m}^2/\text{jour}$) n'est cependant pas atteint. Ces résultats mettent en évidence un (ou plusieurs) émetteurs de dioxines / furanes sur ce secteur.

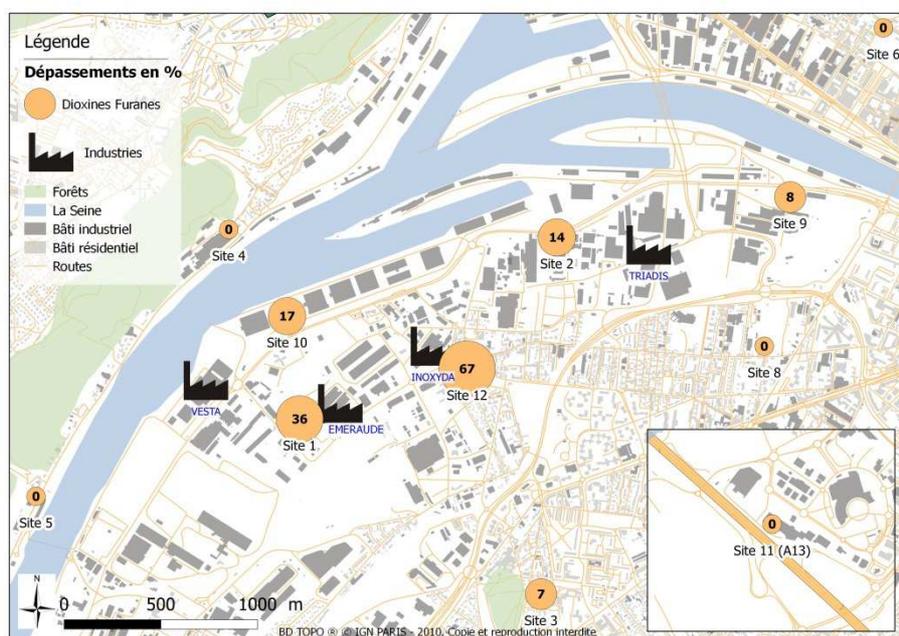


Figure 30 : Fréquence des dépassements de $4,6 \text{ pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ de PCCD/F entre 2009 et 2015

⁷ Les mesures de retombées au sein des Ateliers municipaux de Petit Quevilly ont tout d'abord été réalisées (de 2009 à 2012) sur une terrasse (nommée site 7). Les résultats de dioxines / furanes n'y étaient pas particulièrement élevés. Cependant, à partir de 2013, les mesures sont redescendues au sol ce qui a pour conséquence de mettre en évidence des fortes retombées de dioxines / furanes sur ce site au sol (nommé site 12). Le pourcentage affiché sur la carte ci-dessus est calculé sur les données des deux emplacements 7 et 12.

Valeurs repères choisies :

— : **percentile 95 des données de retombées en Haute Normandie en 2009-2015**
— : **seuils repères 1 et 2 proposés par le BRGM**

4.2. Comparaison des résultats jauges/lichens

Les résultats dans les jauges et dans les lichens sont détaillés dans l'annexe 1.

La comparaison entre les 2 méthodes se fait en recensant les sites qui enregistrent des retombées significatives c'est-à-dire qui dépassent les valeurs repères.

4.2.1. Comparaison jauges / lichens en valeurs de pointes

(Les valeurs repères choisies pour réaliser ce travail sont les percentiles 95 calculés sur la base de données des jauges, d'une part, et sur la base de données des lichens, d'autre part, pour chaque polluant et sur l'ensemble de la Haute-Normandie entre 2009 et 2015.)

En jaune : sites communs aux 2 méthodes

Mesure	Jauges		Lichens	
	Valeur repère : percentile95 données Haute-Normandie 2009-2015:	Sites en dépassement :	Valeur repère : percentile95 données Haute-Normandie 2009-2015:	Sites en dépassement :
Sb	3,2 µg/m ² /j	Sites : 2, 7/12, 9, 11	Seuil : 5 mg/kg MS	Sites : 1, 8, 9, 11
As	1,4 µg/m ² /j	Sites : 1, 2, 9 , 7/12, 11, 19	Seuil : 2,8 mg/kg MS	Sites : 1, 9
Cd	0,4 µg/m ² /j	Sites : 1, 2 , 10, 11	Seuil : 1,1 mg/kg MS	Sites : 2 , 8
Cr	7 µg/m ² /j	Sites : 1, 2 , 4, 6, 9 , 7/12, 11	Seuil : 11,7 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 9
Co	2,8 µg/m ² /j	Sites 1 , 2, 3, 4, 6, 7/12, 8 , 9	Seuil : 2,3 mg/kg MS	Sites : 1, 8, 9
Cu	74,5 µg/m ² /j	Sites 1, 2 , 7/12 , 8, 9, 11	Seuil : 187,9 mg/kg MS	Sites : 2, 7
Hg		Pas de mesure	Seuil : 0,5 mg/kg MS	Sites : 2, 9
Mn	70,6 µg/m ² /j	Sites : 1, 2, 5 , 9, 11	Seuil : 153,7 mg/kg MS	Site 1, 2, 5 , 7, 8
Ni	22,2 µg/m ² /j	Sites : 1, 7/12	Seuil : 49,2 mg/kg MS	Sites : 2
Pb	25,9 µg/m ² /j	Sites : 1, 2 , 8, 9 , 11	Seuil : 70,6 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 9
Se	>LQ	Aucun site		Pas de mesure
Tl	>LQ	Aucun site	>LQ	Aucun site
V	6 µg/m ² /j	Sites : 2 , 3, 5, 7/12, 9, 11	Seuil : 16 mg/kg MS	Sites : 2
Zn	300,5 µg/m ² /j	Site 2, 5, 9 , 11	Seuil : 591,2 mg/kg MS	Sites : 1, 8 , 9
PCDD/F	4,6 pg/m ² /j	Sites 1, 2 , 3, 7/12 , 9, 10	Seuil : 13,1 ng/kg MS TEQ OMS 2005	Sites : 1, 2, 7

Tableau 5 : Sites dépassant les seuils de pointes régionaux sur la période 2009 à 2015 dans les jauges et les lichens

Commentaires sur les comparaisons jauges / lichens en valeurs de pointes:

Pour les valeurs de pointes, certains sites dépassant les valeurs repères sont les mêmes avec les 2 méthodes de mesure (jauges et lichens). Ils sont surlignés en jaune dans le tableau 5. Ils mettent en évidence les phénomènes de retombées les plus marquants sur ce secteur.

Ainsi, on trouve des retombées significatives avec les 2 méthodes:

- sur le site des Ateliers techniques municipaux de Petit Quevilly (site 7 ou 12): de cuivre et de dioxines / furanes,
- sur le site 11 (témoin trafic en bordure de l'A13): d'antimoine,
- sur le site 9: d'antimoine, d'arsenic, de chrome, de cobalt, de plomb, de zinc,
- sur le site 1: d'arsenic, de chrome, de cobalt, de manganèse, de plomb, de dioxines / furanes,
- sur le site 2: de cadmium, de chrome, de cuivre, de manganèse, de plomb, de vanadium, de dioxines / furanes,
- sur le site 5: de manganèse,
- sur le site 8: de cobalt.

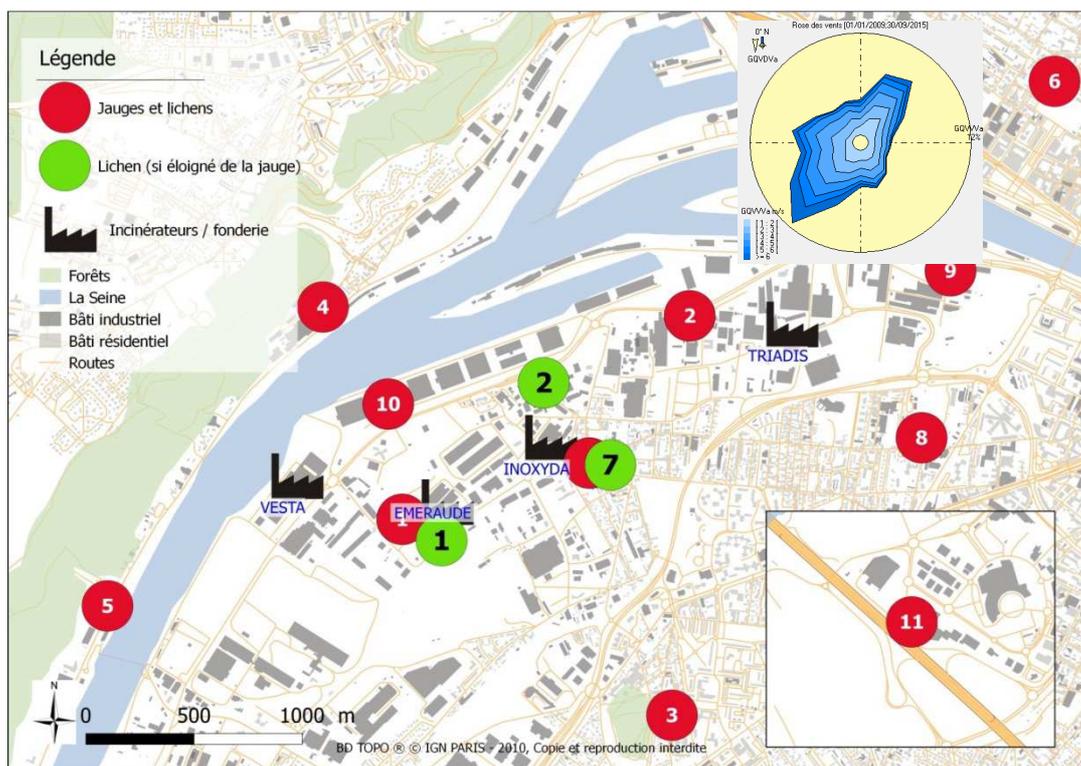


Figure 31 : Localisation des sites de mesure des retombées et rose des vents à la station de Grand Quevilly

Certains dépassement de valeurs repères ne sont, à l'inverse, observés que par l'une des 2 méthodes. Il est probable que certaines de ces différences de résultats puissent s'expliquer par le fait que le positionnement des points de prélèvement n'est pas strictement identique entre les 2 méthodes de mesure (voir figure 31), en lien avec des contraintes de terrain (en particulier une plus ou moins grande proximité aux voies de circulation, ou à un émetteur industriel,..).

4.2.2. Comparaison jauges / lichens en niveaux moyens

Les valeurs repères choisies pour réaliser ce travail sont les médianes calculées sur la base de données des jauges, d'une part, et sur la base de données des lichens, d'autre part, pour chaque polluant et sur l'ensemble de la Haute-Normandie entre 2009 et 2015.

De plus, sont regardés aussi pour les lichens les dépassements d'une deuxième catégorie de valeurs repères : les seuils de significativité proposés par Aair Lichens (valeurs qui s'écartent de plus de 40% du bruit de fond).

Les comparaisons jauges / lichens sont présentées dans le tableau 13 en annexe 3.

Commentaires sur les comparaisons jauges / lichens en niveaux moyens :

Un grand nombre de sites de mesure est concerné par ces dépassements (et même tous les sites pour les jauges). Ceci indique que les niveaux médians sont plus élevés sur cette zone industrielle que sur les autres de la région.

Pour les lichens, les sites 3 et/ou 6 restent à plusieurs reprises en dessous des valeurs repères pour plusieurs métaux, en particulier pour l'arsenic, le chrome, le cobalt, le nickel, le plomb,. (mais pas pour les dioxines). Il s'agit des deux sites témoins du niveau de fond urbain.

4.3. Evolution entre 2009 et 2015

Les courbes sont présentées, polluant par polluant, en annexe 1.

Certaines tendances sont significatives sur la période 2009 à 2015 et vérifiées par un test statistique de Mann-Kendall. Les tendances sont présentées dans le tableau 6, dans lequel les symboles suivants sont utilisés :

↗ pour une hausse, ↘ pour une baisse, avec une estimation de la pente de Sen.⁸

⁸ - Les cellules vides du tableau 6 n'indiquent pas une absence de résultats de mesures, mais signifient que le test de Mann-Kendall n'a pas dégagé de tendance significative ni à la hausse, ni à la baisse, sur l'ensemble de la période.

- Le nombre de données pour réaliser le test est inégal selon les sites en raison de l'historique disponible.

Sites	Méthode	Sb	As	Cd	Cr	Co	Cu	Mn	Ni	Pb	V	Zn	PCDD /F	Nbre données
1 - EMERAUDE	jauges	↘ pente -0,07						↘ pente -4,3						14
	lichens		↗ pente 0,4	↗ pente 0,07										7
2 - VIAM	jauges			↘ pente -0,03	↘ pente -0,4				↘ pente -0,5	↘ pente -2,4	↘ pente -0,3	↘ pente -10,3		14
	lichens												↗ pente 1,8	7
3 - HOPITAL	jauges	↘ pente -0,05						↘ pente -1,1						14
	lichens													7
4 - CANTELEU	jauges													14
	lichens		↘ pente -0,06			↘ pente -0,06		↘ pente -6,4	↘ pente -0,2					7
5 - DIEPPEDALLE	jauges	↘ pente -0,1	↘ pente -0,04	↘ pente -0,01	↘ pente -0,2		↘ pente -1,2	↘ pente -5,3		↘ pente -0,8	↘ pente -0,2		↘ pente -0,1	14
	lichens						↗ pente 1,2							7
6 - PREFECTURE	jauges	↘ pente -0,07												11
	lichens	↘ pente -0,1												6
7 et 12 – ATELIERS PT QUEVILLY	jauges terrasse(7)						↘ pente -21,6		↘ pente -1,7					11
	jauges sol(12)													6
	lichens (7)					↘ pente -0,17	↘ pente -40,9	↘ pente -21,6	↘ pente -3,7	↘ pente -4	↘ pente -0,8	↘ pente -41,8		7
8 - MERMOZ	jauges	↘ pente -0,05						↘ pente -2					↘ pente -0,2	14
	lichens		↗ pente 0,3										↗ pente 0,5	7
9 - GPMR	jauges	↘ pente -0,3					↘ pente -2,5	↘ pente -3,6						14
	lichens	↘ pente -0,6												7
10 - EUROPORT	jauges													6
	lichens													4
11 – AUTOROUTE A13	jauges													15
	lichens													4

Tableau 6 : Tendances entre 2009 et 2015 (vérifiées par un test de Mann-Kendall)

Légende :

↗ pour une hausse, ↘ pour une baisse, avec une estimation de la pente de Sen.

(Les cellules vides de ce tableau n'indiquent pas une absence de résultats de mesures, mais signifient que le test de Mann-Kendall n'a pas dégagé de tendance significative ni à la hausse, ni à la baisse).

Commentaires :

Influence du trafic :

Il semble que certaines évolutions puissent s'expliquer, au moins partiellement, par l'évolution à la baisse des émissions de métaux dues au trafic routier. Une légère baisse est mesurée pour l'antimoine sur plusieurs sites. C'est aussi le cas de la tendance à la baisse de plusieurs métaux dans les jauges sur le site 2 VIAM, placé, en ce qui concerne les jauges en bordure d'un important trafic routier et poids lourds. C'est enfin le cas pour l'antimoine et le cuivre sur le site 9 – GPMR, plutôt impacté par le trafic poids lourds.

L'absence d'un historique suffisant (début des mesures en 2012, 4 échantillonnages seulement pour les lichens) sur le site témoin trafic numéro 11 en bordure de l'autoroute A13 ne permet pas malheureusement de vérifier statistiquement cette hypothèse. Cependant, une baisse est visible à l'œil nu sur les graphiques en annexe 1 pour : Sb, Cr, Cu, Pb, Zn, dans les lichens entre 2012 et 2015 (ce n'est pas le cas dans les jauges).

Influence de l'émetteur exogène (fonderie d'alliage cuivreux INOXYDA) :

Une nette tendance à la baisse est enregistrée pour le cuivre et le nickel (jauges et lichens) sur le site 7 des Ateliers municipaux placé non loin d'INOXYDA. (De plus, une tendance à la baisse pour le manganèse et le zinc surtout, mais aussi le plomb, le vanadium, le cobalt, est observée sur ce site, mais uniquement dans les lichens. Ce constat reste à expliquer car ces métaux ne ressortent pas à l'heure actuelle comme des traceurs de l'activité de la fonderie.)

Manganèse :

Une tendance à la baisse est vue en plusieurs points et par les 2 méthodes pour le manganèse. Il sera intéressant de vérifier si cette tendance existe sur d'autres zones ou si ce phénomène est lié à une activité spécifique à la ZI de l'agglomération de Rouen, ou au chauffage.

4.4. Comparaison avec les autres secteurs de la Haute-Normandie

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous, zone par zone⁹ :

- en médiane,
- et en nombre de dépassement d'un seuil de référence pour visualiser les niveaux de pointes. (Le seuil de référence choisi ici est le percentile 95 de l'ensemble des données de retombées en Haute-Normandie sur la période 2009 à 2015).

⁹ secteurs pris en compte pour les comparaisons (inégalement investigués en nombre de prélèvements) :

- Zone industrielle de Rouen, des Petit et Grand Quevilly et ses alentours,
- Zone industrielle du Havre et ses alentours,
- Zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours (pour les métaux),
- Secteur de Guichainville pour les jauges (4 sites ruraux autour de l'UIOM ECOVAL),
- Le témoin rural (Maison du Parc de Brotonne) pour les jauges.

4.4.1. Pour les jauges sur la période 2009-2015 :

Jauges 2009-2015	Comparaison en médiane zone					Comparaison en nombre de valeurs > seuil de pointe						Nombre d'échantillons				
	Guichainville	Parc de Brotonne -Témoins rural	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	Guichainville	Parc de Brotonne -Témoins rural	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	seuil de pointe	Guichainville	Témoins rural - Parc de brotonne	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours
Métaux	en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$					en nombre > seuil de pointe										
Sb	0.2	0.2	0.9	0.2	0.2	0	0	13	4	0	3.2	20	17	132	175	124
As	0.1	0.2	0.4	0.2	0.2	0	2	10	13	1	1.4	20	17	132	180	124
Cd	0.1	0.1	0.2	0.1	0.1	0	0	9	1	8	0.4	20	17	132	168	124
Cr	0.3	0.4	2.2	0.7	0.9	0	0	16	3	1	7.0	20	17	132	156	124
Co	0.2	0.1	0.6	0.2	0.2	0	0	8	14	2	2.8	20	17	132	180	124
Cu	2.5	2.9	26.6	4.2	5.9	0	0	17	1	0	74.5	20	17	132	180	124
Mn	8.7	9.9	29.6	12.7	13.0	0	0	16	3	2	70.6	20	17	132	180	124
Ni	0.4	0.6	2.6	2.0	3.8	0	0	2	21	2	22.2	20	17	132	180	124
Pb	1.0	1.3	9.3	2.3	2.5	0	0	18	1	3	25.9	20	17	132	180	124
Se	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0	0	0	0	0	< LQ	20	17	132	180	124
Tl	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0	0	0	0	0	< LQ	20	17	132	180	124
V	0.4	0.6	2.1	1.5	1.5	0	0	14	5	4	6.0	20	17	132	180	124
Zn	11.5	16.5	64.6	26.1	50.5	0	0	5	8	8	300.5	20	17	132	179	119
Dioxines	en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005					en nombre > seuil de pointe										
PCDD/F	0.8	0.8	2.0	-	1.0	0	0	14	-	1	4.6	20	17	132	-	124

Tableaux 7 : Comparaison des retombées de métaux et de dioxines / furanes dans les jauges sur plusieurs secteurs de Haute-Normandie sur la période 2009-2015

(*)seuil de pointe (en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ pour les métaux et en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005 pour les dioxines) = "percentile 95 Haute-Normandie 2009-2015" : seules 5% de valeurs dépassent ce seuil

Commentaire :

La comparaison avec les autres zones industrielles (et leurs alentours) en Haute-Normandie indique **des teneurs un peu plus fortes en médiane à Rouen** qu'au Havre ou à Port Jérôme, pour plusieurs polluants. Les écarts les plus flagrants **concernent : l'antimoine, le chrome, cuivre, le manganèse, le plomb, le zinc et les dioxines / furanes**. L'exception la plus marquante est le nickel, plus présent au Havre (en médiane).

En valeurs de pointes (et à l'exception du sélénium et du thallium) :

- pour la zone de Rouen, tous les métaux ressortent et tout particulièrement les suivants : Sb, Cd, Cr, Cu, Mn, Pb, V et les dioxines / furanes,
- pour la zone de Port Jérôme, tous les métaux ressortent et tout particulièrement les suivants : As, Co, Ni, Zn (mais sur un seul site de mesure surtout : le quai de Radicatel),
- et pour la ZI du Havre, l'antimoine et le cuivre ne ressortent pas en valeurs de pointe ; Des pointes sont enregistrées pour le cadmium et le zinc ; les autres métaux et les dioxines / furanes ressortent de façon modérée.

En ce qui concerne le sélénium et le thallium, les résultats sont systématiquement en dessous de la limite de quantification, et cela sur toutes les zones de mesure.

4.4.2. Pour les lichens sur la période 2009-2015 :

Lichens 2009-2015	Comparaison en médiane zone			Comparaison en nombre de valeurs > seuil de pointe				Nombre d'échantillons		
	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	seuil de pointe (*)	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours
Métaux	en mg /kg MS			en nombre > seuil de pointe						
Sb	2.1	0.4	0.9	6	0	2	5.0	67	24	84
As	1.2	0.7	1.1	7	0	3	2.8	67	24	84
Cd	0.4	0.2	0.4	4	0	5	1.1	67	24	84
Cr	5.5	2.9	5.1	3	0	3	11.7	67	24	84
Co	0.9	0.5	1.2	3	0	7	2.3	67	24	84
Cu	40.1	8.6	14.6	11	0	0	187.9	67	24	84
Hg	0.1	0.1	0.1	1	0	9	0.5	67	24	84
Mn	90.0	41.5	54.0	7	1	3	153.7	67	24	84
Ni	5.3	4.9	14.4	3	0	8	49.2	67	24	84
Pb	21.0	7.0	11.5	9	0	2	70.6	67	24	84
Tl	< LQ	< LQ	< LQ	1	0	0	< LQ	67	24	84
V	5.0	5.1	6.5	1	0	1	16.0	67	24	84
Zn	138.0	61.3	117.0	4	0	1	591.2	67	24	84
Dioxines	ng/Kg TEQ OMS 2005			en nombre > seuil de pointe						
PCDD/F	5.7	-	2.6	8	-	0	13.1	67	-	84

Tableau 8 : Comparaison des retombées de métaux et de dioxines / furanes dans les lichens sur plusieurs secteurs de Haute-Normandie sur la période 2009-2015

(*)seuil de pointe (en mg/kg pour les métaux et en ng/kg TEQ OMS 2005 pour les dioxines) = "percentile 95 Haute-Normandie 2009-2015" : seules 5% de valeurs dépassent ce seuil

Commentaire :

La comparaison avec les autres zones industrielles (et leurs alentours) en Haute-Normandie indique **des teneurs un peu plus fortes en médiane à Rouen** qu'au Havre ou à Port Jérôme, pour plusieurs polluants. Les écarts les plus flagrants **concernent : l'antimoine, le chrome, le cuivre, le manganèse, le plomb, le zinc et les dioxines / furanes, soit les mêmes que dans les jauges.**

Les exceptions les plus marquantes sont : le nickel et le vanadium, plus présents au Havre (en médiane).

En valeurs de pointes :

- pour la zone de Rouen, tous les métaux ressortent et tout particulièrement les suivants : Sb, As, Cu, Mn, Pb, Zn et les dioxines / furanes,
- pour la zone de Port Jérôme, peu de pointes sont enregistrées dans les lichens,
- et pour la ZI du Havre, tous les métaux sont concernés modérément (à l'exception du cuivre et du thallium), mais les métaux suivants ressortent le plus : le cadmium, le cobalt, le mercure et le nickel.

En ce qui concerne le thallium, les résultats sont systématiquement en dessous de la limite de quantification sur toutes les zones de mesure (sauf une valeur légèrement au-dessus de la LQ à Rouen).

4.4.3. Pour les jauges sur l'année la plus récente : 2015 :

Jauges 2015	Comparaison en médiane zone					Comparaison en nombre de valeurs > seuil de pointe						Nombre d'échantillons				
	Guichainville	Parc de Brotonne -Témoins rural	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	Guichainville	Parc de Brotonne -Témoins rural	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours	seuil de pointe	Guichainville	Témoins rural - Parc de brotonne	ZI Rouen et alentours	ZI Port Jérôme et alentours	ZI Le Havre et alentours
Métaux	en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$					en nombre > seuil de pointe										
Sb	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0	0	1	2	0	3.2	4	7	20	49	51
As	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0	0	0	3	1	1.4	4	7	20	49	51
Cd	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0	0	1	0	4	0.4	4	7	20	49	51
Cr	0.2	0.3	1.2	0.6	0.7	0	0	0	2	1	7.0	4	7	20	49	51
Co	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0	0	3	1	2.8	4	7	20	49	51
Cu	2.2	2.9	16.7	3.8	6.0	0	0	2	0	0	74.5	4	7	20	49	51
Mn	6.3	10.2	20.6	11.1	11.6	0	0	1	1	1	70.6	4	7	20	49	51
Ni	0.2	0.4	1.7	1.1	3.5	0	0	0	6	1	22.2	4	7	20	49	51
Pb	0.5	1.3	7.2	1.6	2.1	0	0	2	1	2	25.9	4	7	20	49	51
Se	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0	0	0	0	0	< LQ	4	7	20	49	51
Tl	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0	0	0	0	0	< LQ	4	7	20	49	51
V	0.3	0.6	1.4	0.8	1.4	0	0	0	0	1	6.0	4	7	20	49	51
Zn	13.6	17.1	67.6	30.8	71.4	0	0	0	2	3	300.5	4	7	20	49	49
Dioxines	en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005					en nombre > seuil de pointe										
PCDD/F	0.6	0.8	1.7	-	1.2	0	0	1	-	1	4.6	4	7	20	-	51

Tableau 9 : Comparaison des retombées de métaux et de dioxines / furanes dans les jauges sur plusieurs secteurs de Haute-Normandie en 2015

(*)seuil de pointe (en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ pour les métaux et en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005 pour les dioxines) = "percentile 95 Haute-Normandie 2009-2015" : seules 5% de valeurs dépassent ce seuil

Commentaire :

La comparaison des différentes zones industrielles (et leurs alentours) en Haute-Normandie sur la dernière année (2015) confirme les résultats de la période 2009-2015, à savoir des résultats un peu plus élevés en médiane sur la zone rouennaise pour les métaux suivants : Sb, Cr, Cu, Mn, Pb, Zn (avec le Havre) et pour les dioxines / furanes.

Quelques valeurs de pointes sont mesurées sur la ZI de Rouen, notamment pour le cuivre et le plomb, ainsi que les dioxines / furanes (l'un des sites concernés étant le site 7 / 12 des ateliers techniques de Petit Quevilly).

5. Deuxième partie : Analyse critique de la surveillance environnementale des incinérateurs

5.1. Recherche des points d'impact maximal des incinérateurs (par modélisation)

Les modélisations réalisées dans le cadre de cette étude permettent de donner une estimation, sous forme cartographique, de l'impact dans l'environnement des 3 incinérateurs. Elles sont calculées ici pour deux paramètres :

- les concentrations des poussières en suspension PM_{10} (dans l'air ambiant),
- les dépôts des dioxines / furanes.

Par extrapolation, elles donnent une idée de la répartition spatiale des polluants dans les 2 compartiments : air ambiant et retombées atmosphériques.

L'objectif de ces modélisations est d'aider à placer les points de mesures de la surveillance des incinérateurs. D'une part, les résultats des poussières PM_{10} dans l'air ambiant vont orienter le choix des sites de mesures dans l'air ambiant (lors des campagnes de mesure des métaux particuliers notamment). D'autre part, les résultats des dioxines / furanes dans les dépôts vont aider à proposer des emplacements pour les jauges de dépôt et les prélèvements de lichens. En particulier, une mesure par jauges et lichens sera placée au point d'impact maximal de chaque incinérateur (ou au plus près en fonction des contraintes de terrain) afin d'en mesurer les retombées atmosphériques.

(Cf. figures 30 et 31)

Les résultats des modélisations situent globalement l'impact des incinérateurs (coloré en orange et en jaune sur les cartes) sur les secteurs suivants :

Pour l'impact de VESTA et EMERAUDE :

- sur la zone industrialo portuaire (ZI) bordant les deux rives de la Seine sur les communes de : Rouen / Canteleu / Petit Quevilly, et dans une moindre mesure de Grand Quevilly,
- sur les parties urbaines bordant cette ZI à Petit Quevilly et à Canteleu,
- l'impact maximal étant sous les vents de VESTA, et, pour la partie dépôts, sur le site même de VESTA et sa proximité directe.

Pour l'impact de TRIADIS SERVICES :

- sur le secteur de Rouen qui sera le futur Ecoquartier Flaubert (comprenant la presqu'île Rollet, le quai Jean de Béthencourt,.) et cela pour les poussières PM_{10} dans l'air ambiant,
- sur le site même de TRIADIS SERVICES et à proximité directe de ce site, pour les dépôts.

Remarques :

- Les concentrations des poussières PM_{10} modélisées maximales sont comprises entre 10 et 25 $ng/m^3/an$, ce qui reste très largement en dessous de la valeur limite annuelle sur les PM_{10} : 40 $\mu g/m^3$.
- Les dépôts de dioxines / furanes modélisés maximaux sont compris entre 0,1 et 1 $ng/m^2/an$, soit entre 0,27 et 2,74 $pg/m^2/jour$ ce qui reste largement en dessous du premier seuil du BRGM : 5 $pg/m^2/jour$.



Figure 32 : Concentration des particules en suspension PM_{10} modélisée à partir des données d'émissions des incinérateurs de l'année 2014

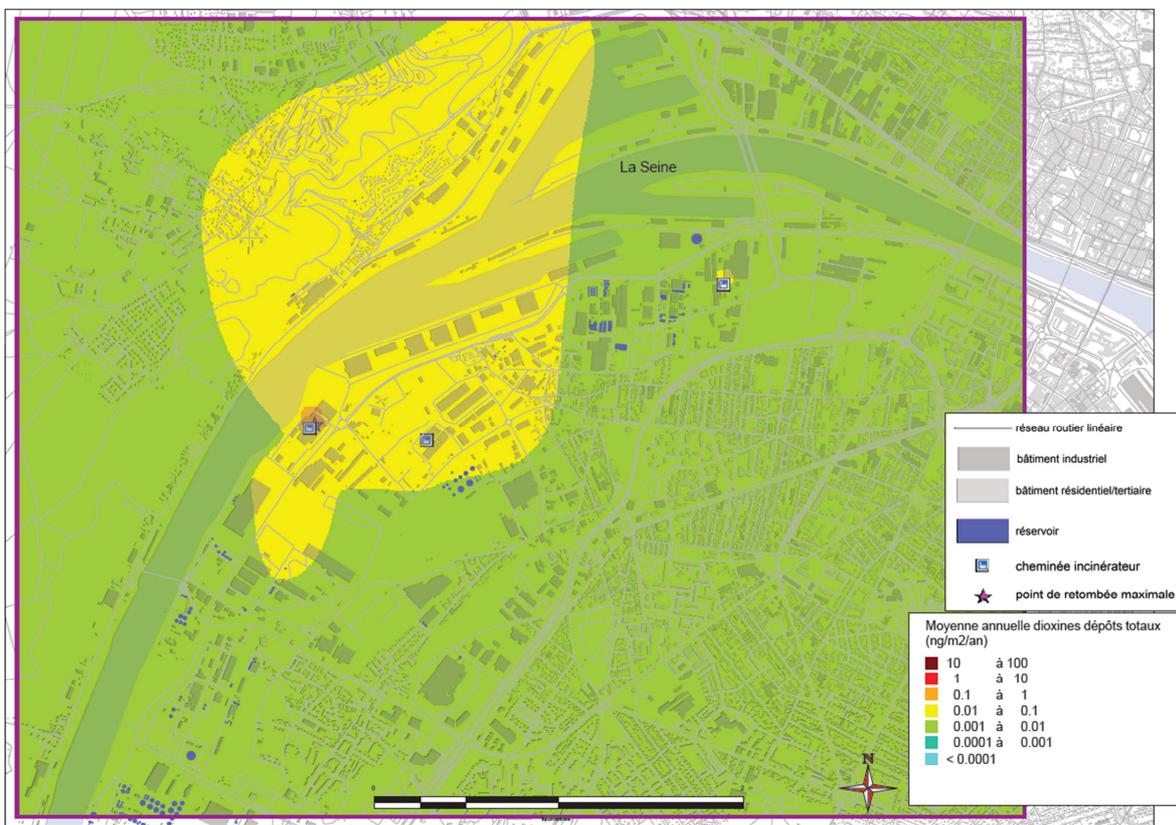


Figure 33 : Dépôts totaux des dioxines / furanes modélisé à partir des données d'émission des incinérateurs de l'année 2014

5.2. Prise en compte des autres émissions de métaux et dioxines sur le secteur

5.2.1. Influence du trafic routier

Les résultats montrent des teneurs plus élevées pour plusieurs métaux sur le site témoin trafic numéro 11 en bordure de l'autoroute A13, mais aussi sur 2 sites de la zone d'étude (sites numéros 2 et 9) qui se trouvent également en bordure de voies de circulation (respectivement le Quai de France et l'allée Jean de Béthencourt (avec un passage de poids lourds surtout sur le site 9).

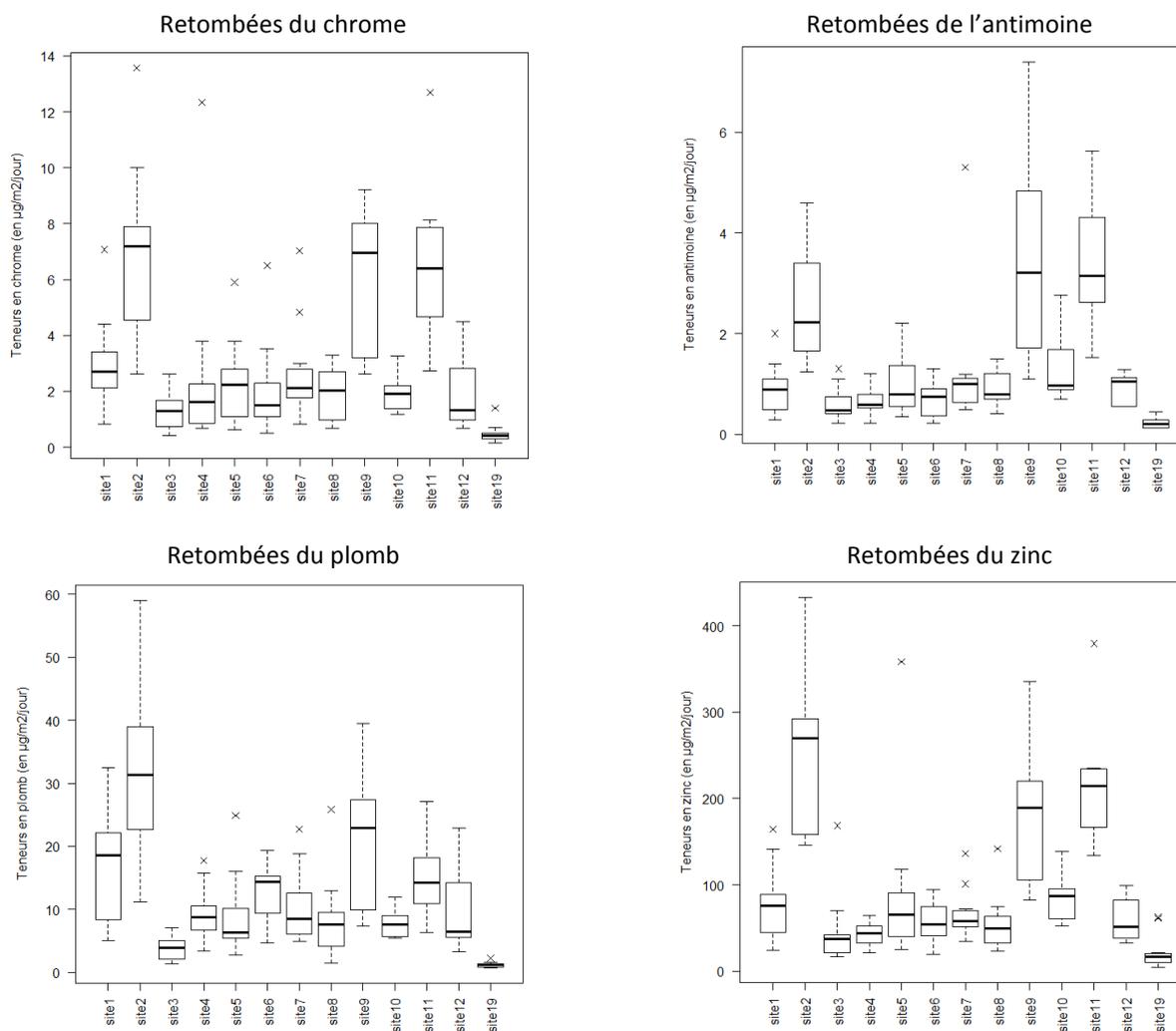


Figure 34 : Résultats dans les jauges montrant la présence de plusieurs métaux sur les sites 2, 9 et 11 en proximité du trafic routier et/ou poids lourds

Remarque : Ce constat est valable pour le cuivre aussi, qui est un traceur de la pollution automobile et poids lourds. Mais dans le cas particulier du cuivre, une autre influence plus forte que celle du trafic, est visible sur le secteur (voir au chapitre 5.2.2. ci-dessous).

5.2.2. Identification d'un autre émetteur sur le secteur

Les résultats des retombées, obtenus depuis 2009 sur le site des ateliers municipaux de Petit Quevilly, mettent en évidence de façon récurrente des teneurs en cuivre, nickel et dioxines / furanes

élevées au regard des autres sites et des valeurs de références. Il s'agit de l'emplacement numéro 7 : installé en terrasse, et de l'emplacement numéro 12 : sur le même site mais placé au sol pour les dioxines / furanes. Ces résultats mettent clairement en évidence un émetteur à proximité, autre que les incinérateurs. En effet, les autres sites de mesure sous les vents de ceux-ci ne sont pas autant impactés.

De plus, les résultats dans les lichens sur le site numéro 2 indiquent des teneurs en cuivre, nickel et dioxines / furanes plus élevées depuis le déplacement (pour des raisons de contraintes de terrain) du site de prélèvement en 2012. Ceci vient confirmer la présence d'un émetteur local.

Une explication possible est que le site industriel à l'origine de ces polluants sur le secteur est la fonderie d'alliage cuivreux INOXYDA.

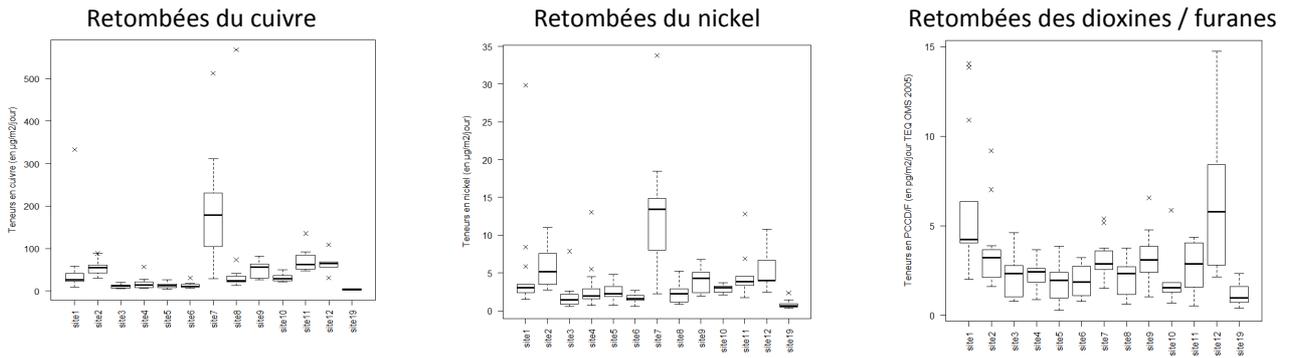


Figure 35 : Résultats dans les jauges sur la période 2009 à 2015 pour 3 polluants mettant en évidence un impact plus élevé sur un site de mesure (7 /12)

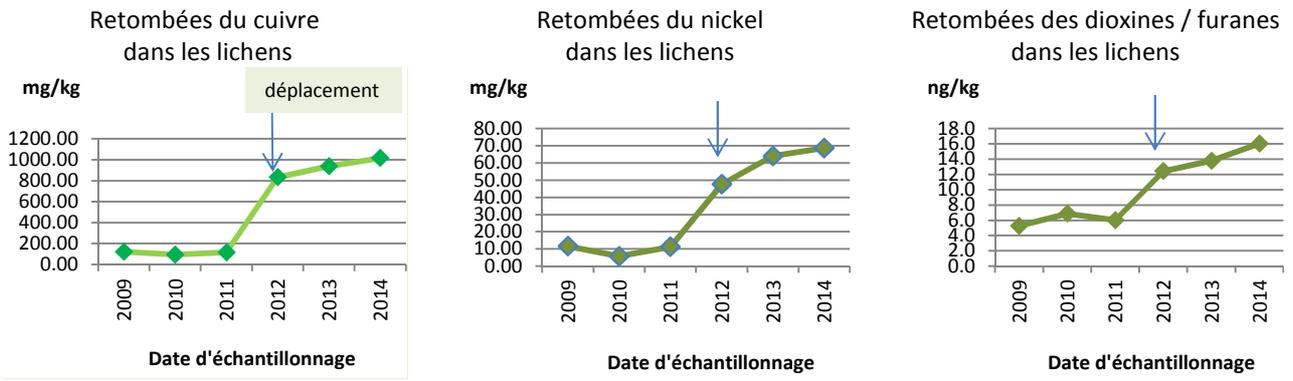


Figure 36 : Résultats dans les lichens sur le site numéro 2 montrant un impact plus important après son déplacement

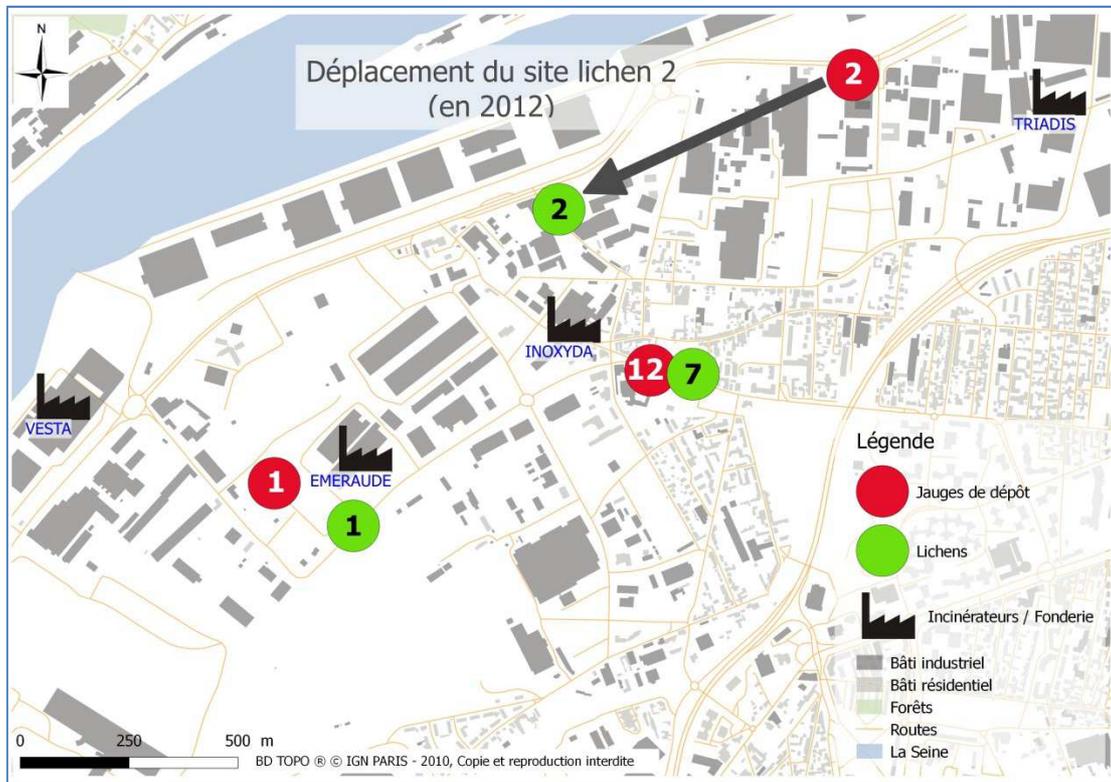


Figure 37 : Localisation fine des prélèvements (par jauges et lichens) sur les sites 1, 2 et 7/12.

5.3. Usage des milieux

La carte suivante réalisée sur la zone d'étude permet de visualiser :

- Les zones industrielles et portuaires (bâti industriel),
- Les installations d'incinération,
- Les émetteurs de métaux et dioxines / furanes connus,
- Les voies de circulation,
- Les zones habitées (bâti urbain),
- Les zones cultivées (jardins ouvriers / familiaux),
- Les écoquartiers,
- Les établissements recevant du public : écoles, crèches, hôpitaux, résidences de personnes âgées, établissements sportifs, etc.

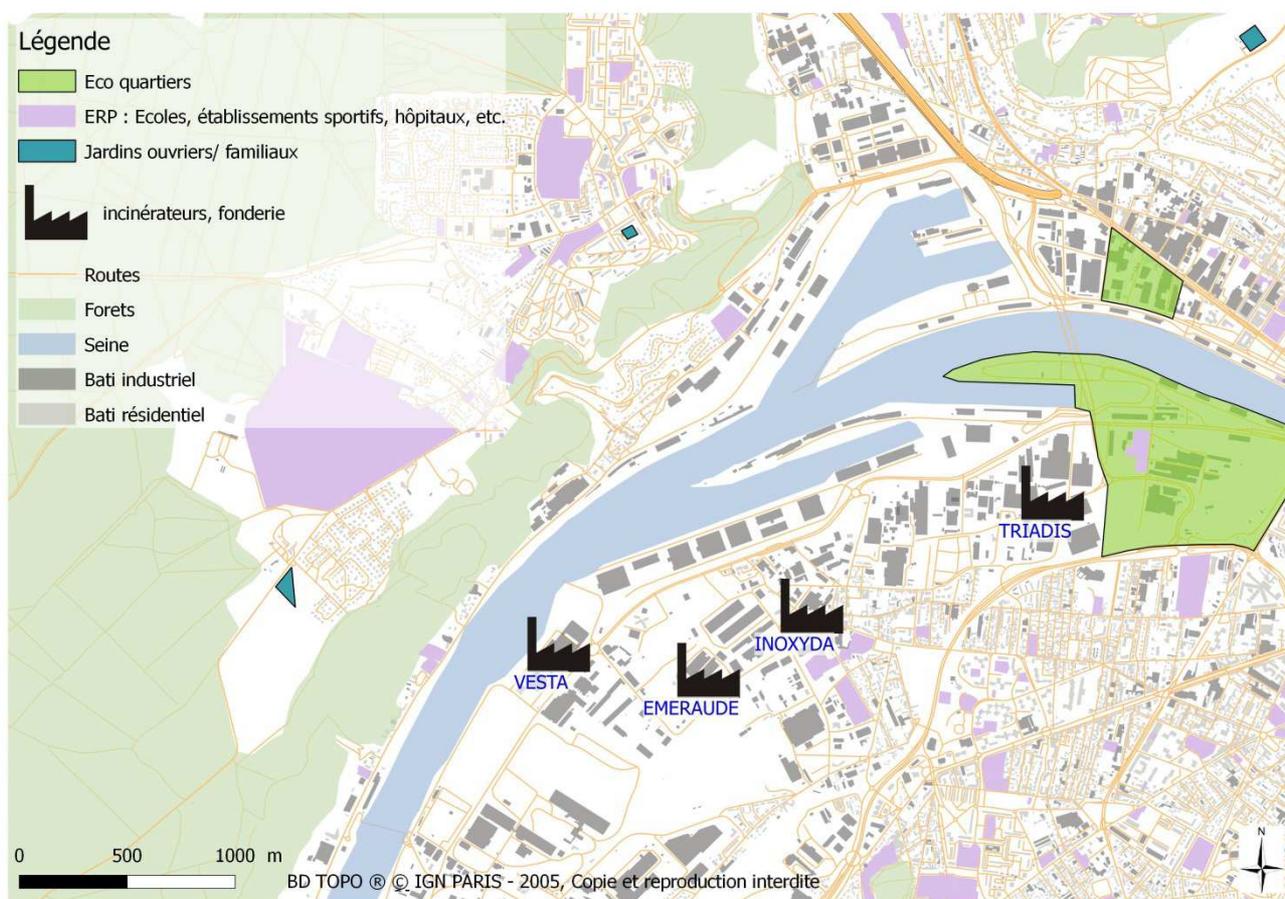


Figure 38 : Usage des milieux

Par ailleurs, une description précise de chaque site est présentée dans un tableau récapitulatif s'il est :

- urbain, périurbain, rural, industriel,
- sous les vents d'un incinérateur,
- sous les vents d'un émetteur exogène,
- à proximité d'une voie de circulation,
- un site cultivé,
- un témoin rural, un témoin urbain, ou un témoin du trafic routier,
- un site d'intérêt par rapport à l'exposition des personnes sensibles,
- situé dans un éco-quartier, etc.

Sites		Typologie	Commune	Impact maximal présumé incinérateur	Proximité émetteur exogène présumé	Proximité trafic	milieu d'exposition d'intérêt	témoin
EMERAUDE	1	industriel	Pt Quevilly					
VIAM/ATD	2	Urbain	Rouen RG		INOXYDA (lichens)	Quai de France		
HOPITAL	3	Urbain	Pt Quevilly				Hopital	témoin urbain
CANTELEU	4	urbain/ industriel	Canteleu					
DIEPPEDALLE	5	Urbain/ industriel	Canteleu				Ecole	
PREFECTURE	6	urbain	Rouen RD				Zone densément peuplée	témoin urbain
ATELIERS PQV	7 et 12	urbain	Pt Quevilly	EMERAUDE	INOXYDA		Proche d'écoles/crèches/sport	
MERMOZ	8	urbain	Rouen RG				Stade	
GPMR	9	Urbain/ industriel	Rouen RG	TRIADIS Services		Allée/Bd Jean Bethencourt	Futur Eco-quartier Flaubert	
EUROPORT	10	industriel	Rouen RG	VESTA				
A13	11	proximité trafic	Tourville			Autoroute A13		témoin trafic
MAISON DU PARC	19	rural	ND de Bliquetuit					témoin rural

Tableau 10 : Description des sites de mesure actuels par rapport aux zones d'intérêt

6. Discussion et propositions

6.1. Impact des incinérateurs

L'impact maximal modélisé des dépôts se trouve sur le site même de VESTA. Cependant, l'objectif est ici la surveillance dans l'environnement de l'incinérateur plutôt qu'au sein de l'entreprise. Les jauges de dépôts pourront donc être placées sur la zone dessinée en jaune sur la modélisation de la figure 31. L'intérêt d'installer des jauges de dépôts est donc confirmé :

- sur le site industrialo portuaire d'Euport (site 10 actuel) voisin de VESTA, (d'autant plus qu'il s'agit du point d'impact maximal des PM_{10}),
- sur la partie habitée de Petit Quevilly qui jouxte la ZI, c'est-à-dire sur le site des ateliers municipaux de Petit Quevilly (site 12 actuel),
- sachant qu'une forte interférence a lieu sur ce dernier site avec l'impact d'un autre émetteur (fonderie) sur le secteur, un point de mesure pourra être placé coté Grand Quevilly en ZI pour distinguer l'impact d'EMERAUDE de celui de la fonderie,
- sur la partie de Canteleu en bordure de Seine (site 4 actuel, ou tout le secteur de Canteleu bordant la Seine)

Le dépôt maximal sous les vents de TRIADIS SERVICES est sur le site même de TRIADIS. Pour les mêmes raisons que pour VESTA, le point de mesure sera placé dans le voisinage plutôt qu'au sein de l'entreprise (site 9 actuel du GPMR, ou au niveau du futur Ecoquartier Flaubert).

A signaler : des travaux auront lieu sur ce secteur (futur Ecoquartier) à partir de 2016 et jusqu'en 2030 et généreront vraisemblablement des quantités importantes de poussières dont il faudra tenir compte lors de l'interprétation des résultats des années à venir.

6.2. Influence du trafic routier

L'influence des émissions du trafic routier et poids lourds sur les retombées de plusieurs métaux (antimoine, chrome, plomb, zinc, arsenic, manganèse,..) est particulièrement visible pour trois des sites de mesure par jauges : Site 2 (SCI JONQUES DE LA SEINE), Site 9 (GPMR), Site 11 (Autoroute A13).. Dans ce dernier cas c'est le but recherché puisqu'il s'agit du témoin "trafic routier". Par contre, les deux autres (sites 2 et 9) n'ont pas vocation à mesurer les retombées du trafic, mais au contraire les retombées des incinérateurs VESTA et TRIADIS Services. Afin de pouvoir conclure sur l'impact des incinérateurs en termes de retombées, il semble opportun pour l'avenir d'écarter ces deux points des voies de circulation pour s'affranchir au maximum de l'influence du trafic.

6.3. Autre émetteur de cuivre, nickel, dioxines / furanes sur la zone

Un émetteur au moins ressort à proximité du point 7/12 et de l'actuel point 2 pour les lichens. Une étude est actuellement en cours avec l'industriel INOXYDA (fonderie d'alliages cuivreux) pour déterminer sa possible contribution aux retombées de métaux et dioxines sur ce secteur. Si celle-ci confirme qu'INOXYDA contribue aux teneurs en cuivre, nickel et dioxines/furanes sur ce secteur il est préconisé de dédier un point à la surveillance environnementale d'INOXYDA (avec une prise en charge spécifique) et d'écarter dans la mesure du possible les points dédiés à la surveillance des incinérateurs de cette influence.

6.4. Différence de résultats entre jauges et lichens

Dans certains cas, les conclusions des études lichens et jauges divergent. Deux explications possibles sont envisagées :

- Les 2 méthodes de mesure donnent des informations justes mais différentes et complémentaires (voir paragraphe 3.3.5),
- Les résultats divergent car les points de prélèvements des jauges et des lichens ne sont situés strictement au même endroit (en raison des contraintes de terrain). Certains points « jauges » sont par exemple situés plus près d'une voie de circulation que les points « lichens » (sites 2 et 9). A l'inverse le site 2 pour les lichens se trouve plus près d'un émetteur industriel que celui des jauges. Enfin, l'importance de la hauteur de prélèvement a aussi pu être constatée (pour les dioxines/furanes sur les points 7/12 des Ateliers de Petit Quevilly).

Afin de pouvoir conclure sur la complémentarité des méthodes, il semble donc important à l'avenir de faire coïncider rigoureusement les points de prélèvements.

6.5. Polluants d'intérêt sur le secteur

- Les polluants qui ressortent particulièrement sur ce secteur (par rapport aux autres secteurs de Haute-Normandie) sont : le cuivre, le manganèse, le plomb, le zinc et les dioxines / furanes.
- Le sélénium (jauges), le thallium (jauges et lichens) sont toujours en dessous des limites de quantification. La question se pose de continuer à les mesurer à chaque campagne.
- Le mercure (toujours en dessous des limites de quantification dans les jauges) n'est plus mesuré dans les jauges depuis mi-2013. Par contre, la mesure du mercure dans les lichens permet d'obtenir des résultats quantifiés et pourrait donc être maintenue. La question se pose de compléter ces résultats par des mesures de mercure gazeux dans l'air ambiant comme cela est préconisé dans le rapport de l'INERIS, la voie d'exposition au mercure étant principalement l'inhalation contrairement aux autres métaux.

6.6. Intérêt des mesures dans l'air ambiant

Selon le guide méthodologique de l'INERIS, les mesures dans l'air ambiant de métaux particuliers et de mercure gazeux présentent de l'intérêt lorsqu'une population résidente est susceptible d'être exposée à ces polluants par inhalation. Il pourrait donc être proposé d'ajouter une surveillance tournante des métaux particuliers dans l'air ambiant et du mercure gazeux sur des sites urbains dense du secteur, par exemple au moyen de campagnes de mesures.

6.7. Pistes d'améliorations à apporter au dispositif de surveillance environnementale des retombées atmosphériques des incinérateurs VESTA, EMERAUDE et TRIADIS SERVICES

- Globalement, le nombre de points de mesure des retombées atmosphériques paraît justifié sur ce secteur, étant donné que cette zone industrielle présente à certains endroits des teneurs plus élevées que sur les autres secteurs surveillés de la région, pour un certain nombre de métaux et pour les dioxines. Par ailleurs, l'historique étant important sur ce secteur, il paraît important de conserver, lorsque cela est possible, les sites déjà surveillés. Les propositions d'évolution consistent donc à vérifier et au besoin redéfinir l'emplacement de chaque point de mesure par rapport à son objectif de surveillance. Elles peuvent déboucher dans certains cas à une proposition de déplacement du point de mesure.
- Le tableau ci-dessous récapitule l'adéquation des points de mesure par rapport aux critères de surveillance du guide méthodologique de l'INERIS et propose leur déplacement si nécessaire.

- La suppression d'un point est proposée : elle concerne le site 8 "Mermoz". Les arguments justifiant cette suppression sont que ce secteur du stade Mermoz sera en travaux durant les années 2016 - 2017. D'autre part, ce témoin urbain n'apporte pas d'informations très différentes du site témoin urbain 3 : "Hopital de Petit Quevilly".

Sites		Milieu d'exposition d'intérêt						Impact incinérateur			Impact émetteur exogène	Témoin			Propositions d'évolution
		Hopital	Ecole	Equipement sportif	Ecoquartier urbain dense	(commune)	VESTA	EMERAUDE	TRIADIS	INOXYDA	trafic	urbain	rural		
EMERAUDE	1									X				Dans tous les cas : faire coïncider les points de mesures jauges et lichens	
VIAM ATD	2									X	X			Déplacer sous les vents d'INOXYDA (vers le point lichens) et s'éloigner du trafic du quai de France	
HOPITAL	3	X				X	(Petit Quevilly)					X		A péréniser	
CANTELEU	4			X		X	(Canteleu)							Déplacer vers une zone représentant plus l'exposition des habitants de Canteleu (stade ?)	
DIEPPEDALLE	5		X			X	(Canteleu)							A péréniser	
PREFECTURE	6					X	(Rouen)					X		A péréniser	
ATELIERS PQV	7 / 12		X	X		X	(Petit Quevilly)		X		X			. A conserver durant les actions de réduction des émissions d'INOXYDA . Ajouter un point hors influence d'INOXYDA dans l'école Irène Joliot Curie (rue Porte de Diane)	
MERMOZ	8			X		X								A supprimer	
GPMR	9				X	X	(Rouen)			X	X			Péréniser le point, en l'éloignant cependant du trafic	
EURO-PORT	10							X						A péréniser	
A13	11										X			A péréniser	
MAISON DU PARC	19												X	A péréniser	

Tableau 11 : Adéquation des sites de mesure des retombées avec les objectifs de surveillance environnementale des incinérateurs

X : Finalité du point de mesure à terme

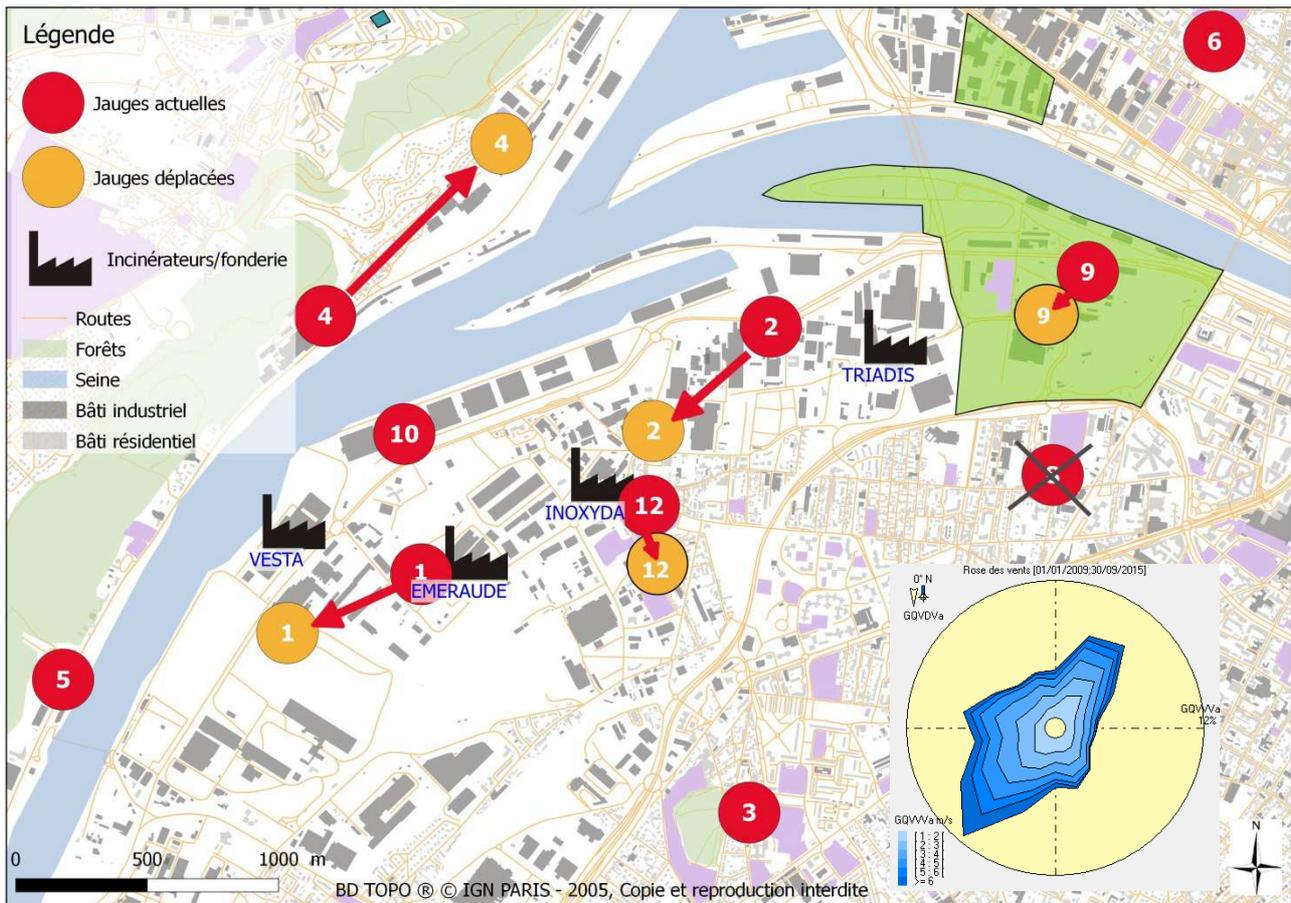


Figure 39 : Visualisation des propositions pour la suite (conserver, déplacer, supprimer et remplacer des points de mesures) sur une carte et rose des vents annuelle sur le secteur

7. Conclusion et recommandations

- Après plusieurs années de surveillance, le premier constat qui peut être fait est que l'impact des incinérateurs en terme de retombées de métaux et de dioxines / furanes n'est pas discernable de façon univoque. Cependant, les teneurs en antimoine, chrome, cuivre, manganèse, plomb, zinc et en dioxines / furanes sont plus élevées sur cette zone que sur les autres zones industrielles (et leurs alentours) de Haute-Normandie. Ce constat de teneurs plus élevées pour certains métaux et dioxines/furanes dans les retombées sur ce secteur est notamment à mettre en relation avec la présence d'autres émetteurs que les incinérateurs . Parmi ces émetteurs, ceux qui ont pu être identifiés sont :
 - le trafic routier et poids lourds, émetteur de certains métaux,
 - une fonderie d'alliages cuivreux (une étude étant en cours pour évaluer son impact en terme de retombées de métaux et de dioxines / furanes),
 - des brûlages sauvages de matériaux occasionnels (une notice explicative à l'usage des communes a d'ailleurs été rédigée par la DREAL et l'ARS afin d'aider à sensibiliser les habitants sur l'interdiction de ce type de brûlages).

Les points de mesure des retombées, initialement dédiés à la surveillance environnementale des incinérateurs, sont donc aussi exposés à des retombées ayant d'autres origines. Il est

difficile à l'heure actuelle de distinguer la part incombant à chaque émetteur potentiel de cette zone.

- Il conviendra par la suite de chercher à redistribuer les points de surveillance des retombées en fonction de leurs objectifs de surveillance. Ce rapport propose un repositionnement afin de disposer de :
 - 2 témoins du niveau de fond urbain (à Rouen et à Petit Quevilly), dont l'un présente de plus un intérêt du point de vue de l'exposition des personnes (hôpital),
 - 1 témoin du niveau de fond rural (Maison du Parc de Brotonne),
 - 1 témoin de la proximité au trafic routier et poids lourds,
 - 3 points d'impact maximal sous les vents des incinérateurs (éloignés autant que possible du trafic et de l'autre émetteur de métaux et dioxines / furanes identifié sur ce secteur),
 - 1 point sous les vents de l'émetteur exogène identifié sur le secteur (autre que les incinérateurs),
 - 3 points urbains supplémentaires d'intérêt du point de vue de l'exposition des personnes et des personnes sensibles (écoles, stade)

Toutefois, les modifications proposées sont légères, afin de prolonger autant que possible l'historique.

- Les résultats du sélénium et du thallium, systématiquement en dessous de la limite de quantification, posent la question de la pertinence de continuer à les analyser.
- Au niveau des méthodes de mesure des retombées, deux types ont été utilisées en parallèle sur ce secteur : les jauges de dépôts et les lichens (bioindicateur). Les résultats les plus marquants obtenus au moyen de ces deux méthodes concordent dans leurs conclusions. Par contre pour certains résultats, des différences de conclusions ont été observées. Ce constat nous incite d'une part à faire parfaitement coïncider les emplacements des prélèvements des deux méthodes (malgré les contraintes de terrain) et d'autre part à maintenir une surveillance au moyen des deux méthodes. En effet ces différences entre les deux méthodes montrent qu'elles ne renseignent pas exactement sur la même chose. Par contre, il semble possible de les alterner (une année sur deux) maintenant qu'un historique suffisant est disponible pour pouvoir s'y référer.

• Rappelons certains avantages et particularités de chacune des méthodes :

- pour les jauges, la possibilité d'utiliser les résultats dans le cadre d'une ERS,
 - pour l'air ambiant, l'existence de seuils sanitaires auxquels se référer (concernant l'exposition par inhalation),
 - pour les lichens, la détermination de l'impact à la fois dans les retombées et dans l'air ambiant.
- Enfin, une surveillance tournante des métaux particuliers et du mercure gazeux pourra être mise en place au moyen de campagnes de mesures sur les sites urbains où une population est exposée par inhalation, notamment des personnes sensibles.

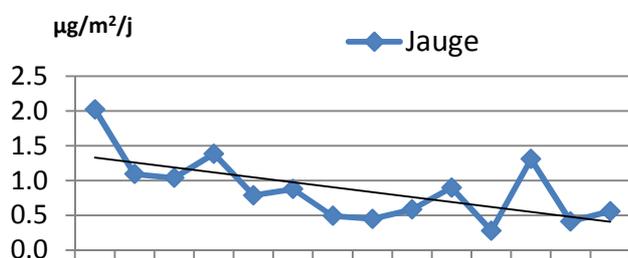
8. Pages complémentaires

8.1. Annexes

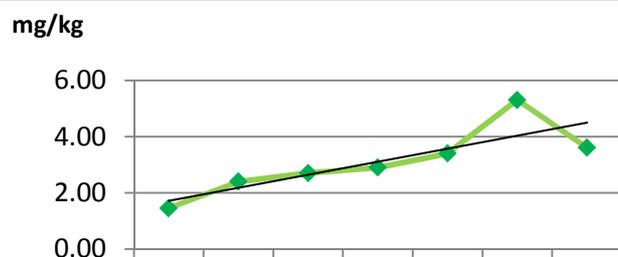
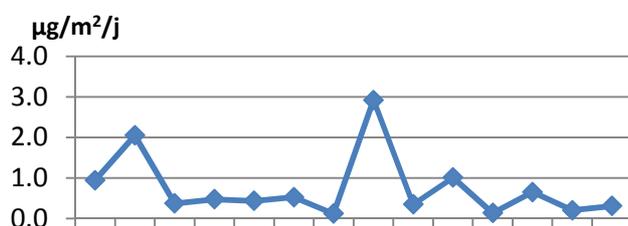
8.1.1. Annexe 1 – Historique par site (évolution entre 2009 et 2015)

Site 1 – EMERAUDE

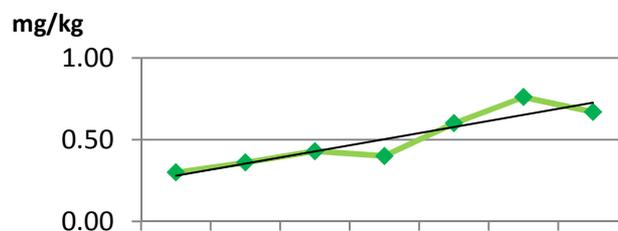
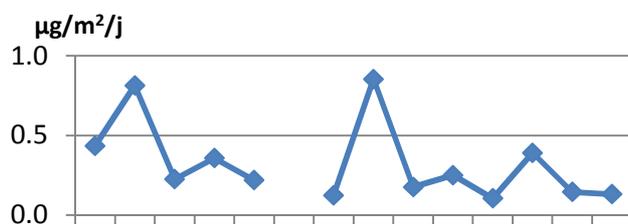
Antimoine



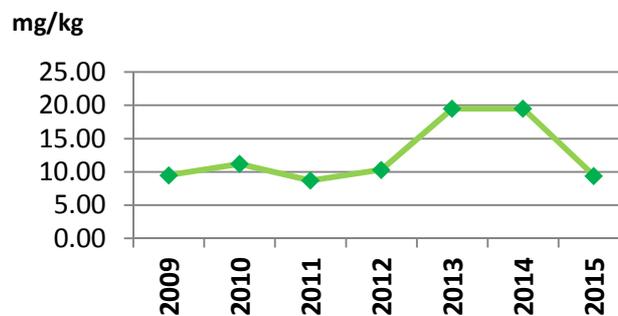
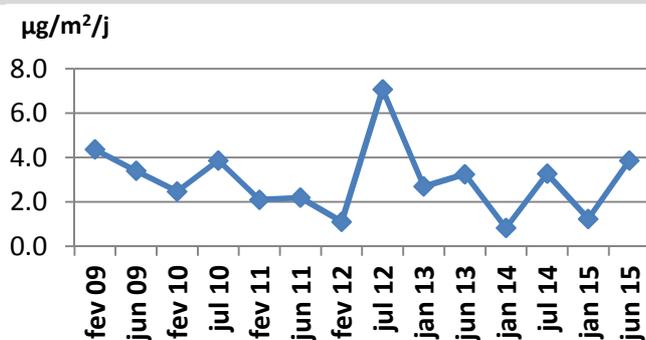
Arsenic



Cadmium



Chrome

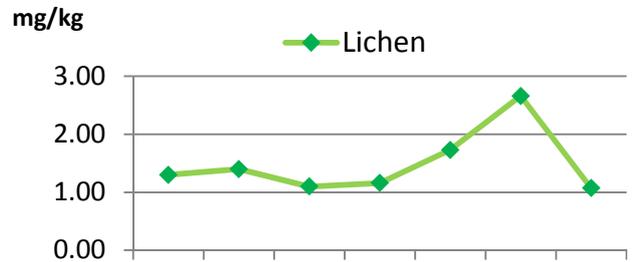
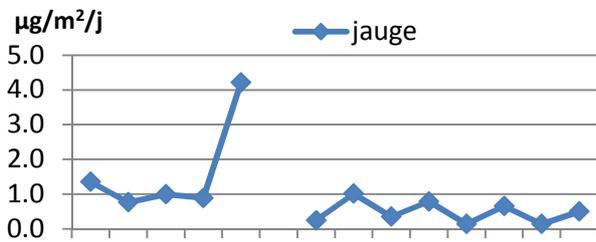


Date de début d'échantillonnage

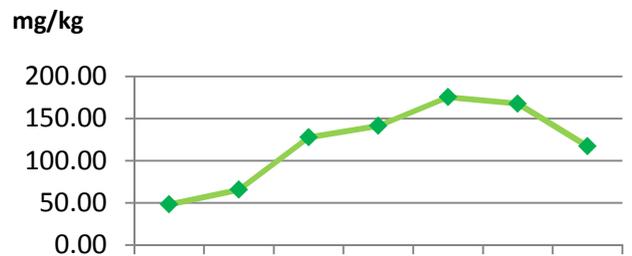
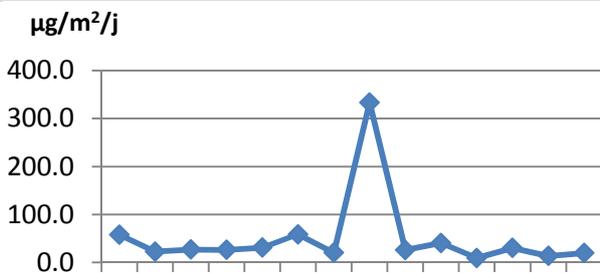
Date d'échantillonnage

Site 1 – EMERAUDE

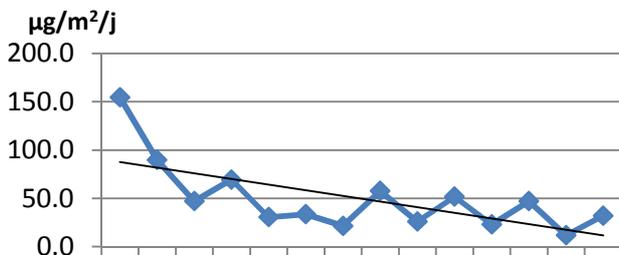
Cobalt



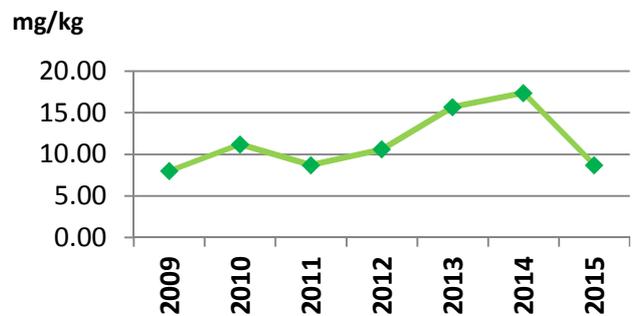
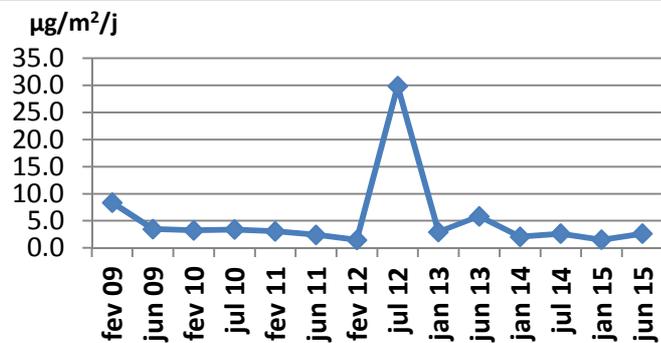
Cuivre



Manganèse



Nickel

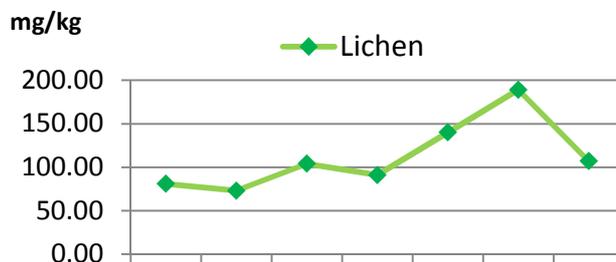
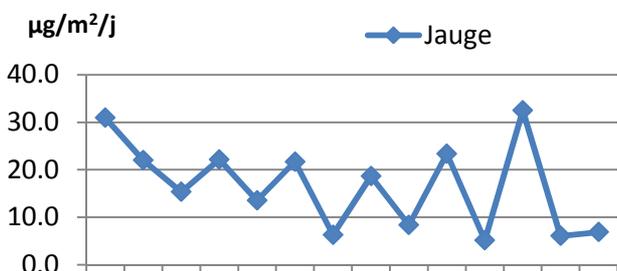


Date de début d'échantillonnage

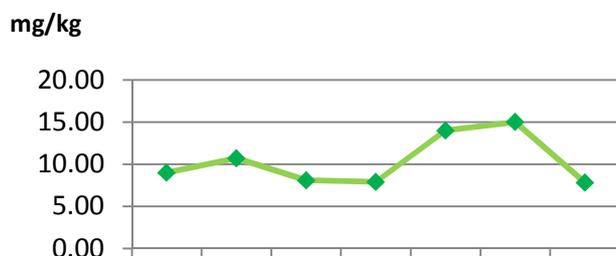
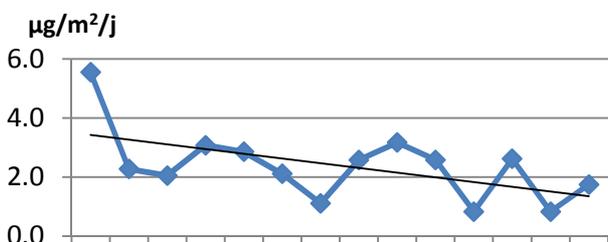
Date d'échantillonnage

Site 1 – EMERAUDE

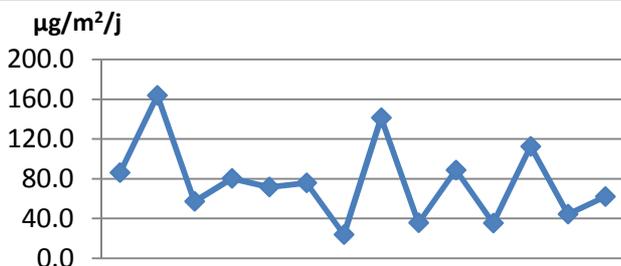
Plomb



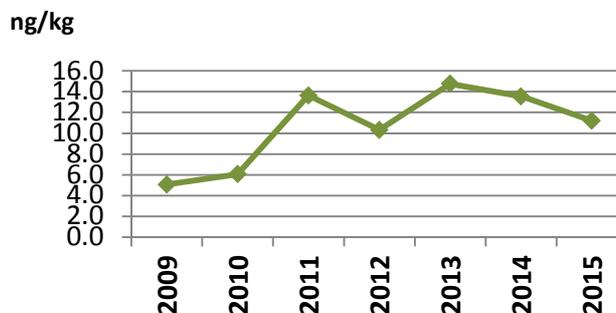
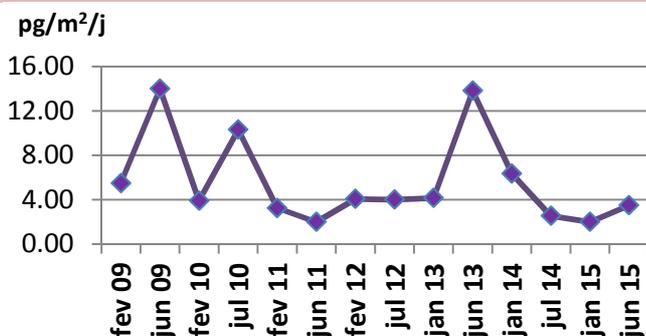
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

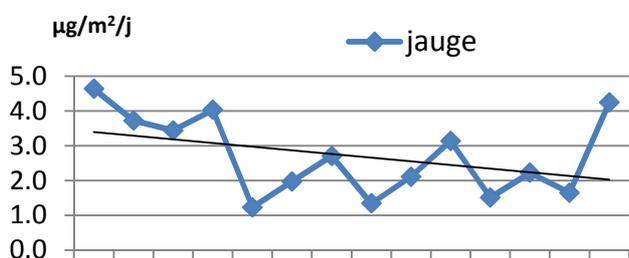


Date de début d'échantillonnage

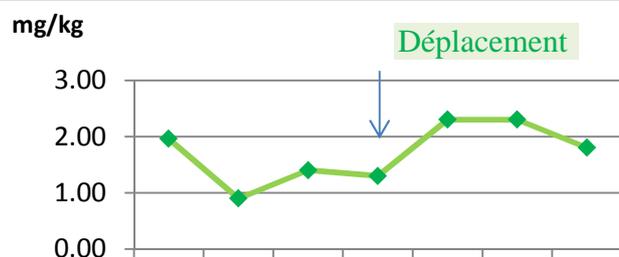
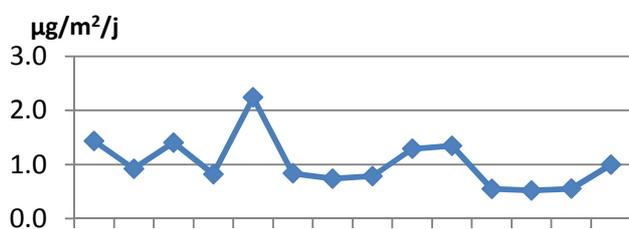
Date d'échantillonnage

Site 2 – VIAM – SCI JONCQUES DE LA SEINE

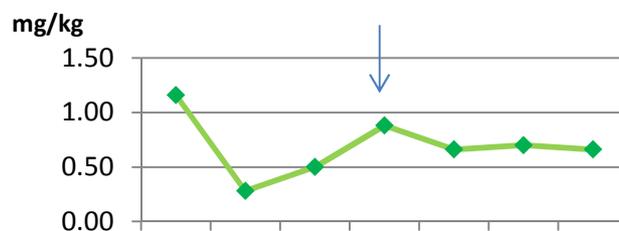
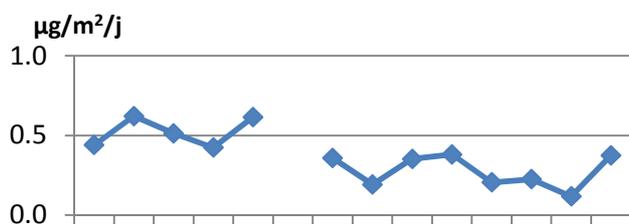
Antimoine



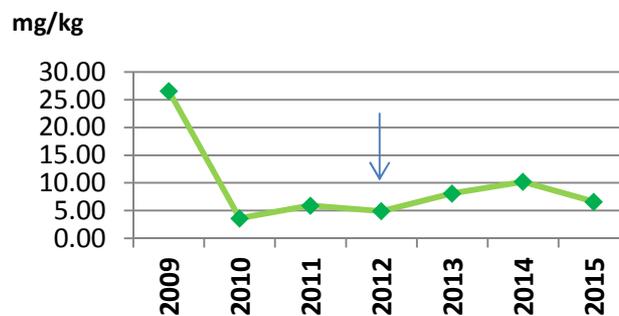
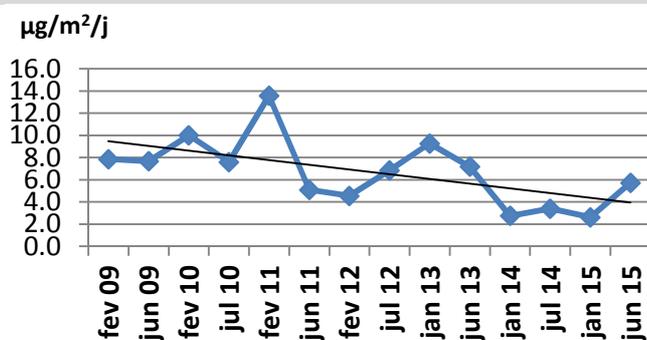
Arsenic



Cadmium



Chrome

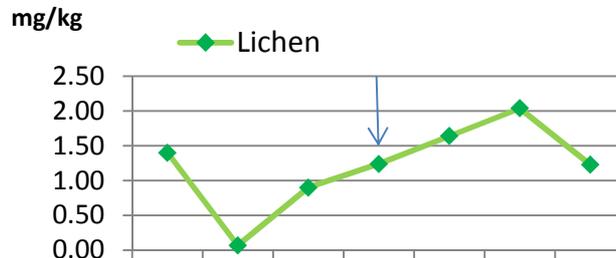
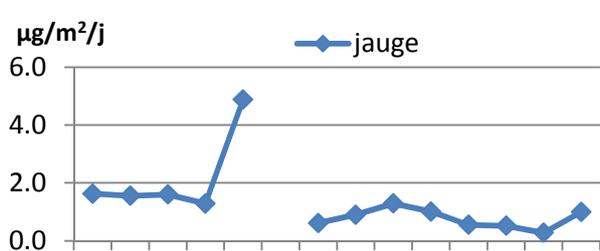


Date de début d'échantillonnage

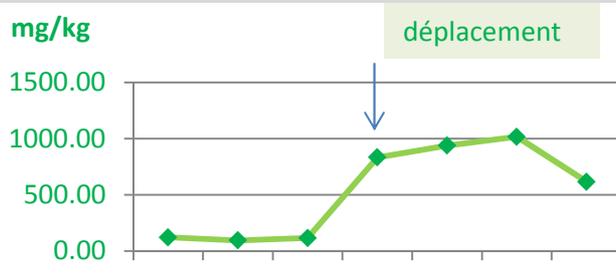
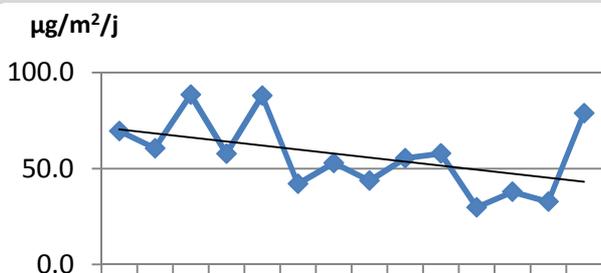
Date d'échantillonnage

Site 2 – VIAM – SCI JONCQUES DE LA SEINE

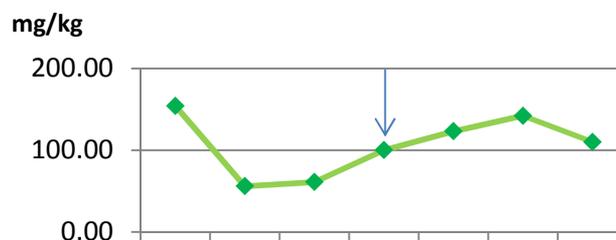
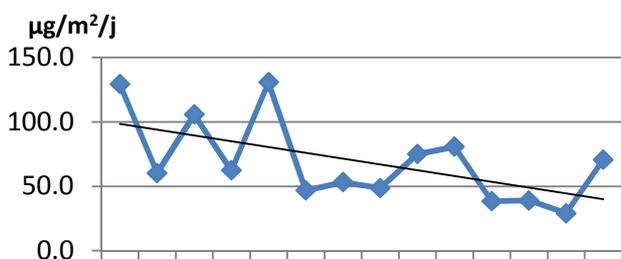
Cobalt



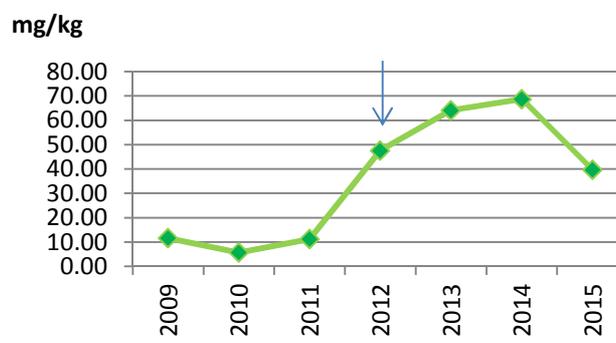
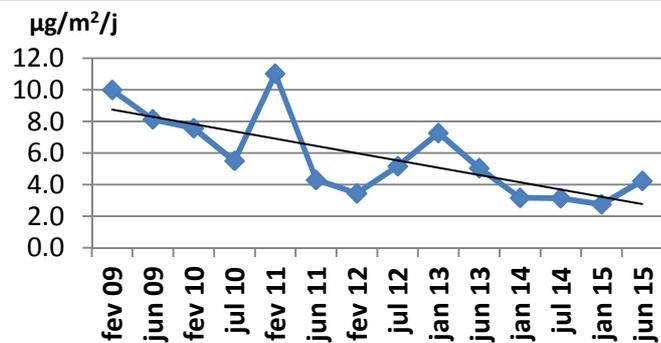
Cuivre



Manganèse



Nickel

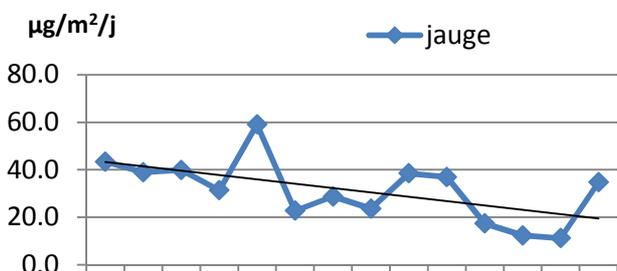


Date de début d'échantillonnage

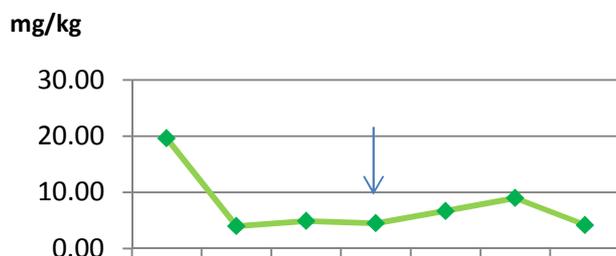
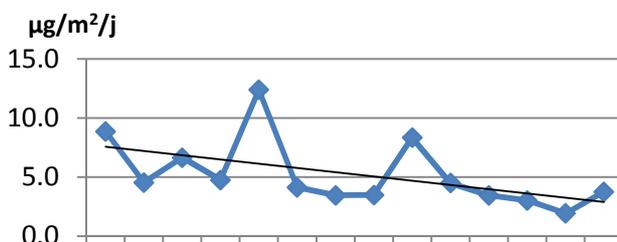
Date d'échantillonnage

Site 2 – VIAM – SCI JONCQUES DE LA SEINE

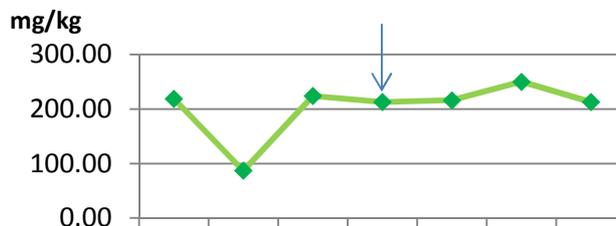
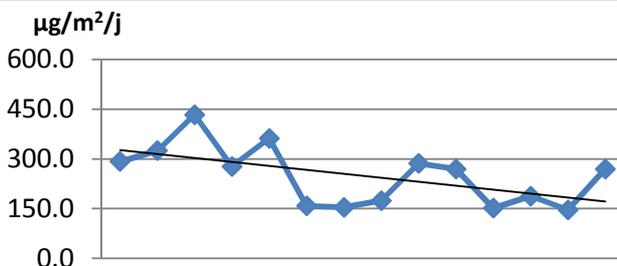
Plomb



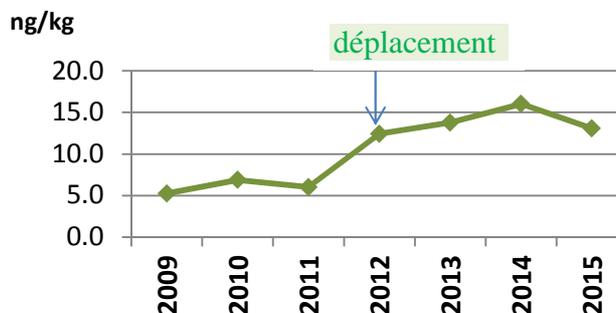
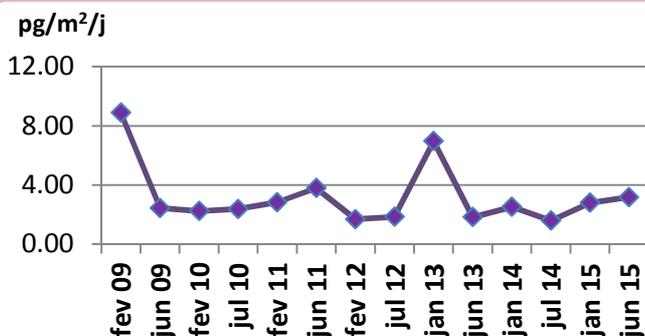
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

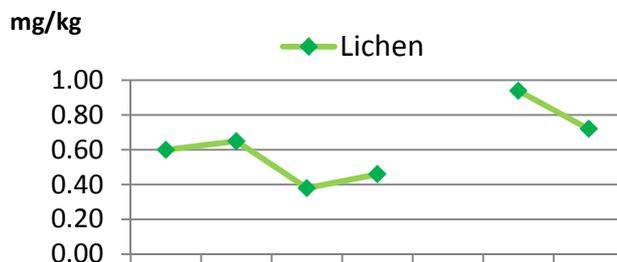
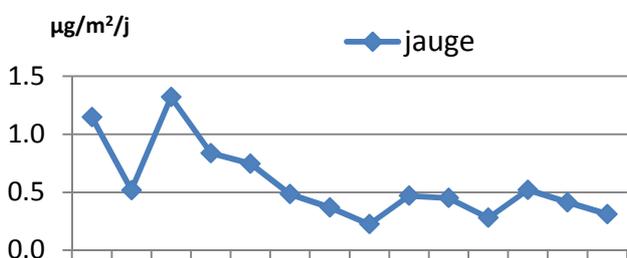


Date de début d'échantillonnage

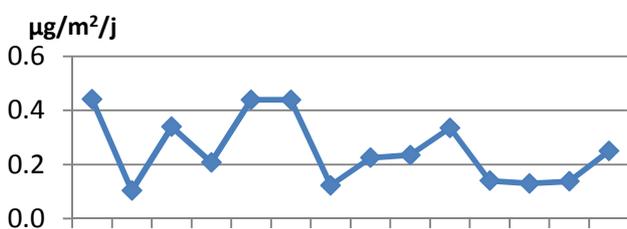
Date d'échantillonnage

Site 3 – HOPITAL PETIT QUEVILLY

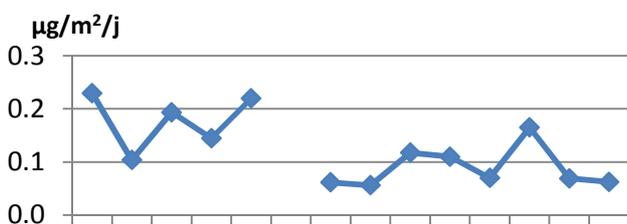
Antimoine



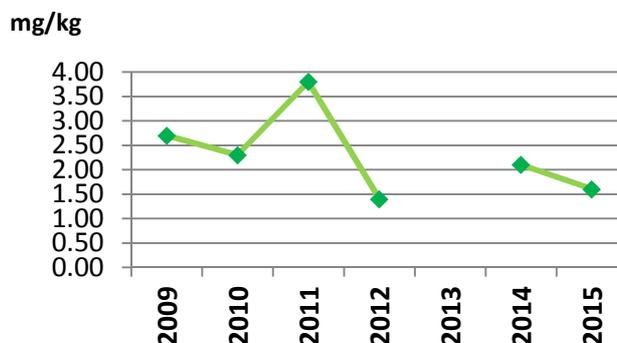
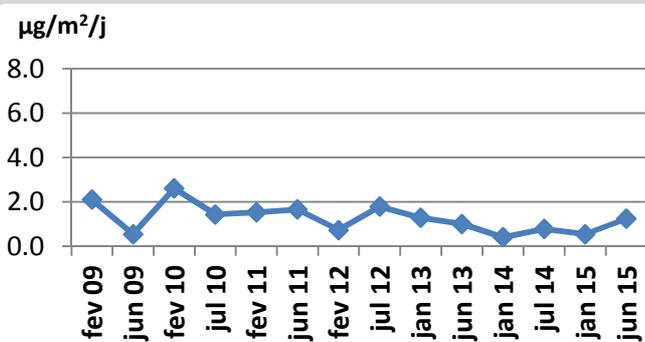
Arsenic



Cadmium



Chrome

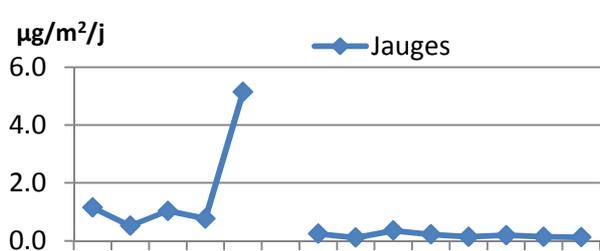


Date de début d'échantillonnage

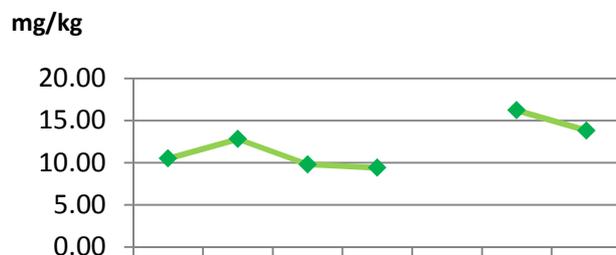
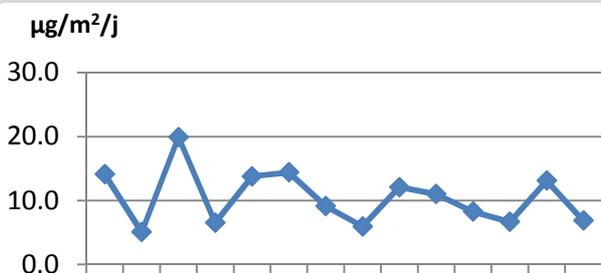
Date d'échantillonnage

Site 3 – HOPITAL PETIT QUEVILLY

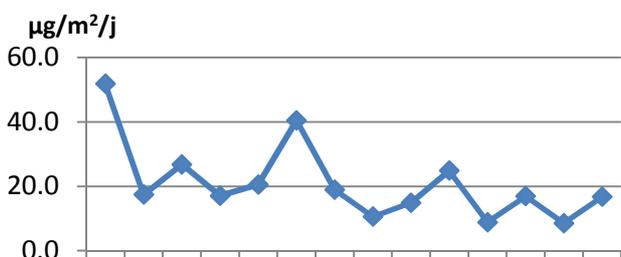
Cobalt



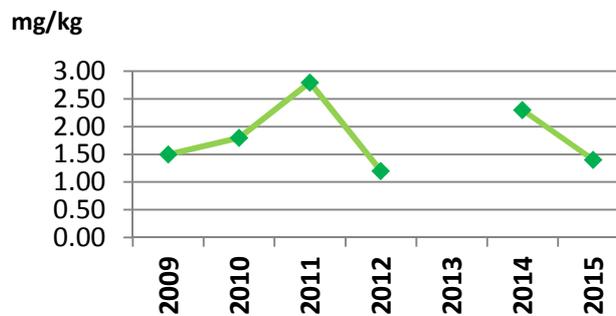
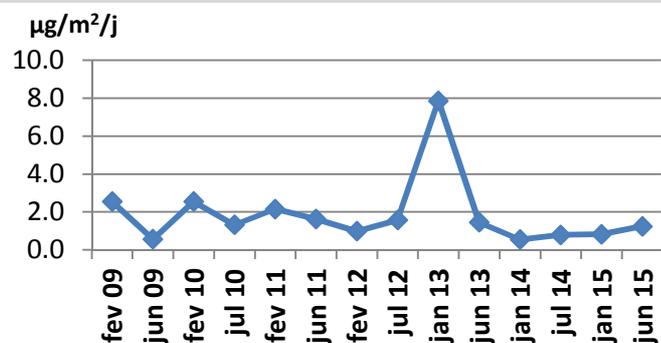
Cuivre



Manganèse



Nickel

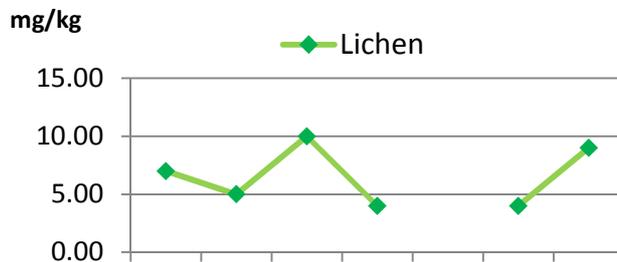
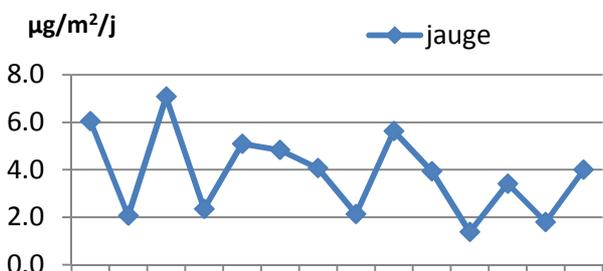


Date de début d'échantillonnage

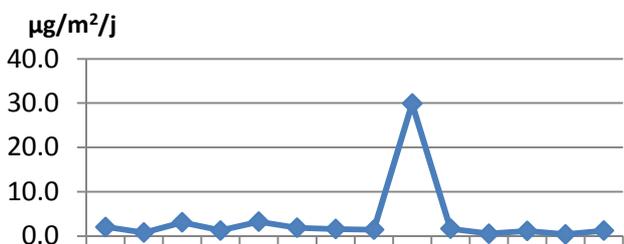
Date d'échantillonnage

Site 3 – HOPITAL PETIT QUEVILLY

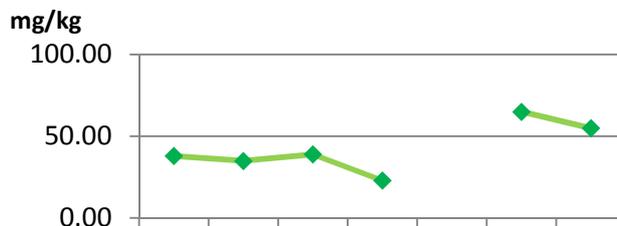
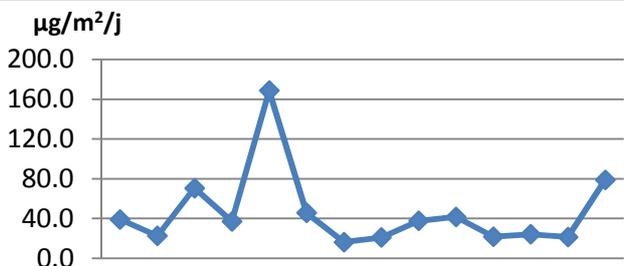
Plomb



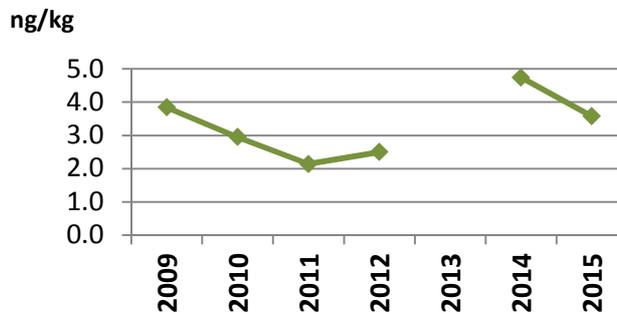
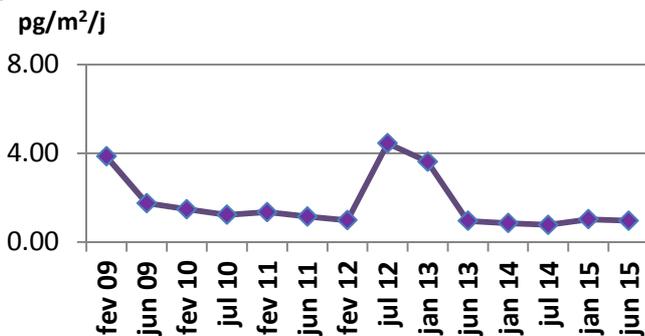
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

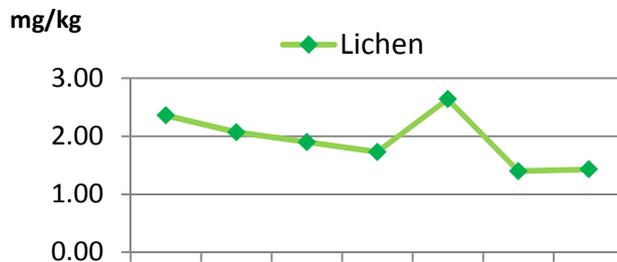
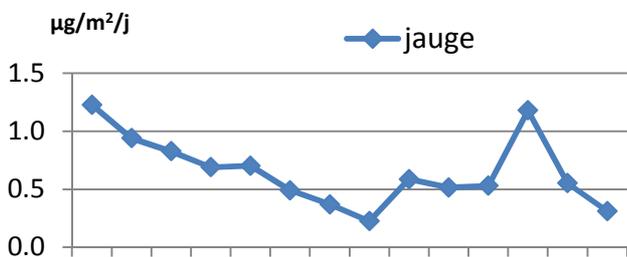


Date de début d'échantillonnage

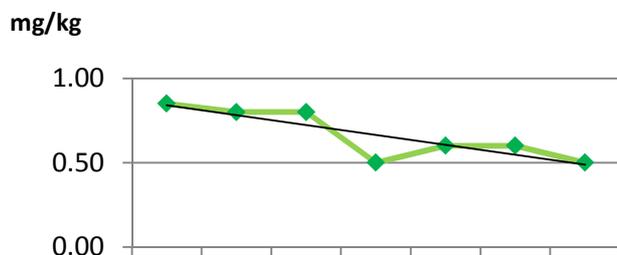
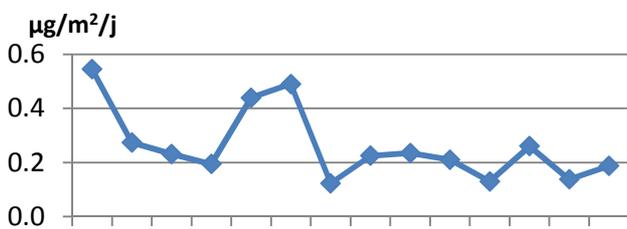
Date d'échantillonnage

Site 4 – CANTELEU A2MC

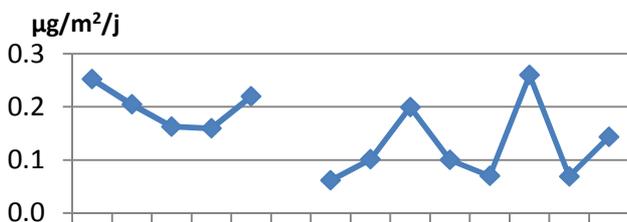
Antimoine



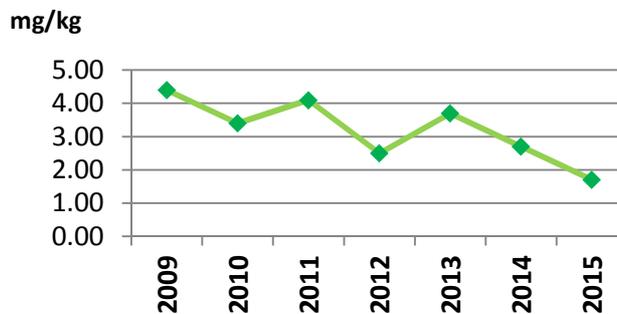
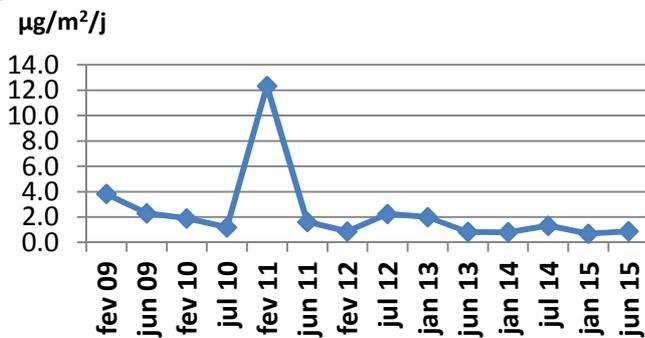
Arsenic



Cadmium



Chrome

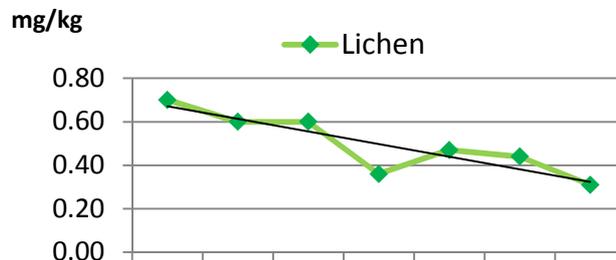
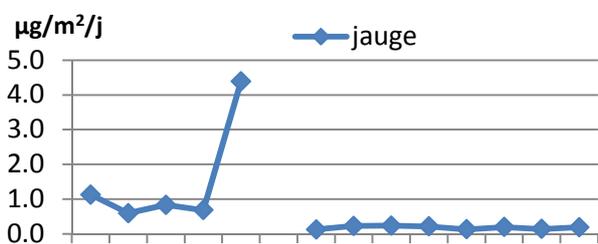


Date de début d'échantillonnage

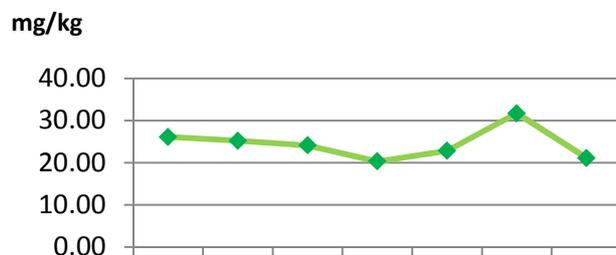
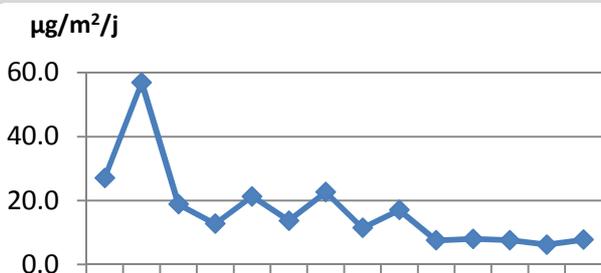
Date d'échantillonnage

Site 4 – CANTELEU A2MC

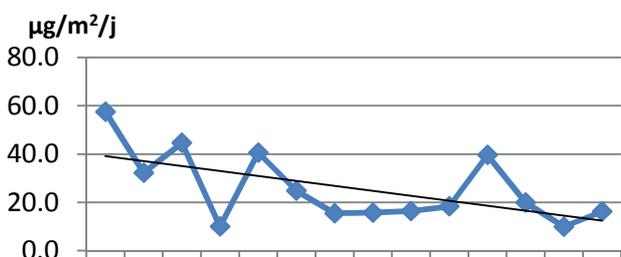
Cobalt



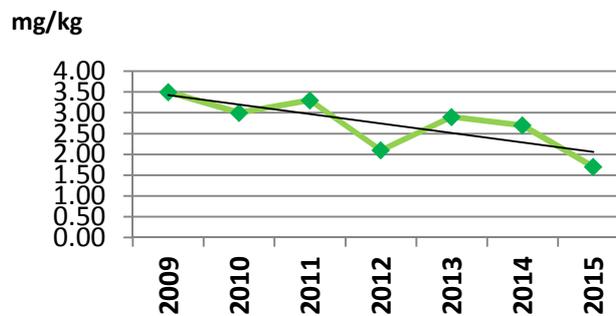
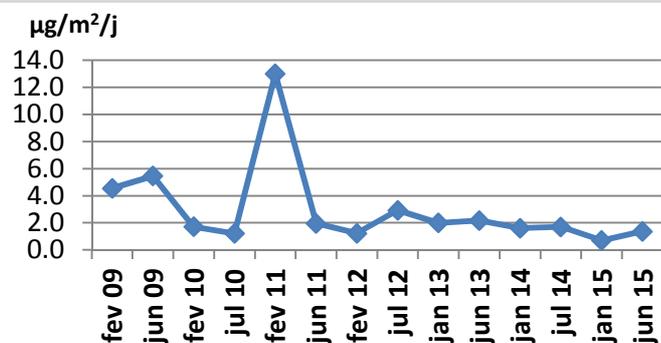
Cuivre



Manganèse



Nickel

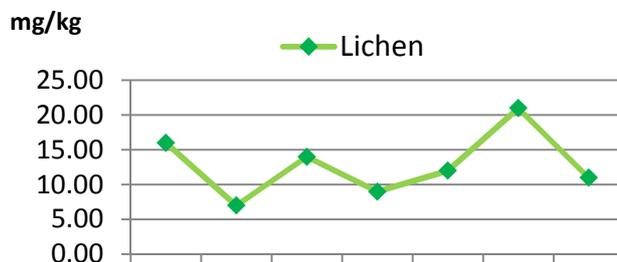
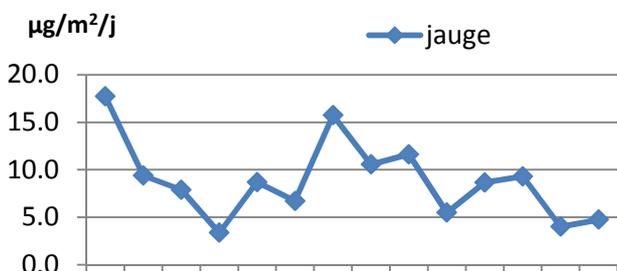


Date de début d'échantillonnage

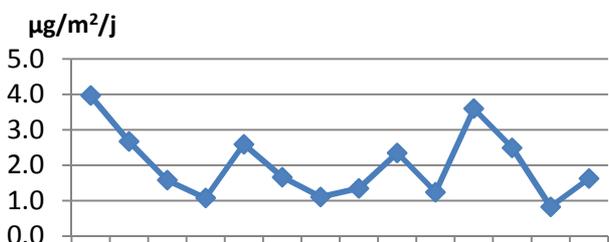
Date d'échantillonnage

Site 4 – CANTELEU A2MC

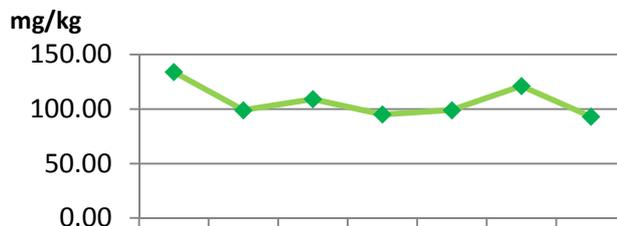
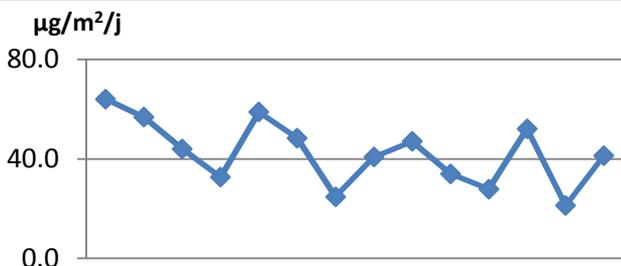
Plomb



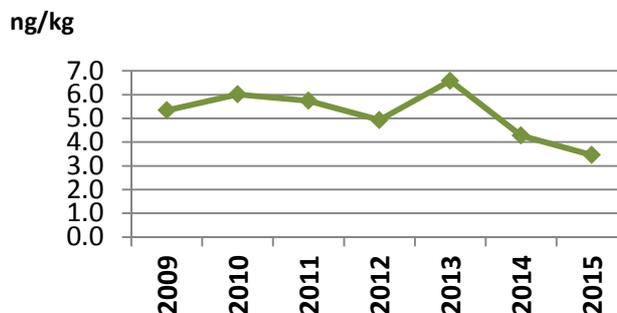
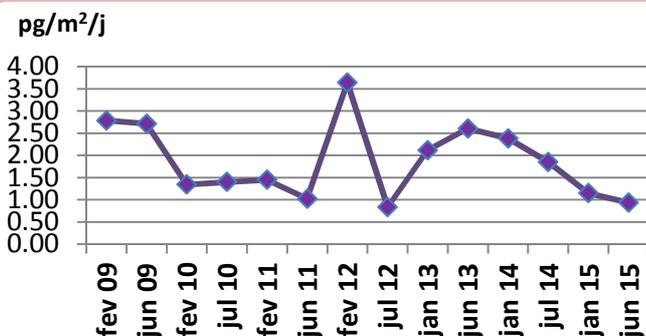
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

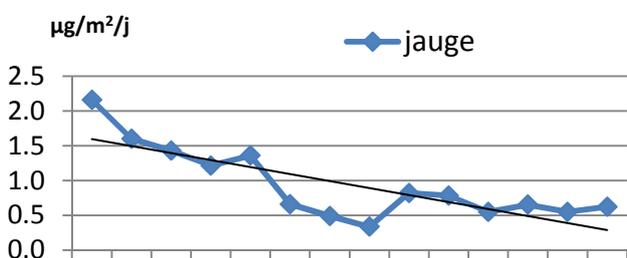


Date de début d'échantillonnage

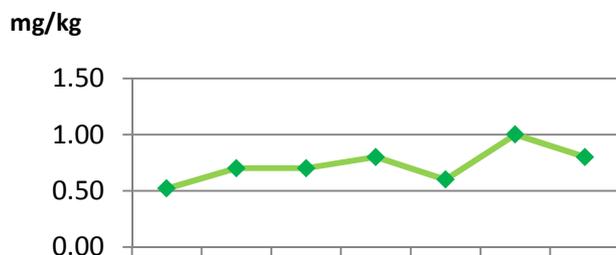
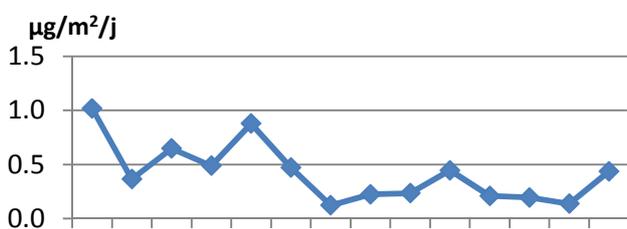
Date d'échantillonnage

Site 5 – DIEPPEDALLE ECOLE

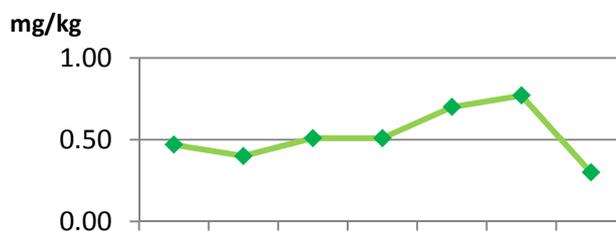
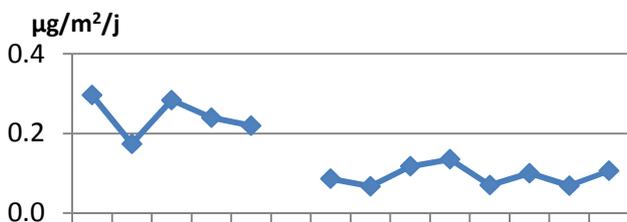
Antimoine



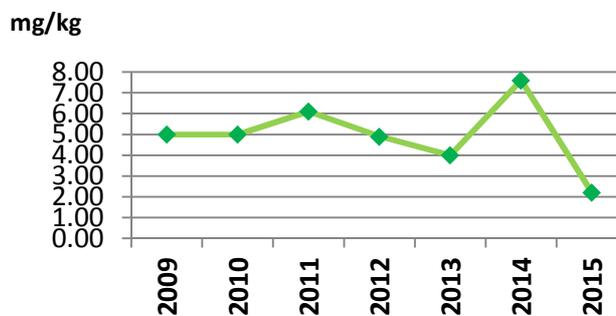
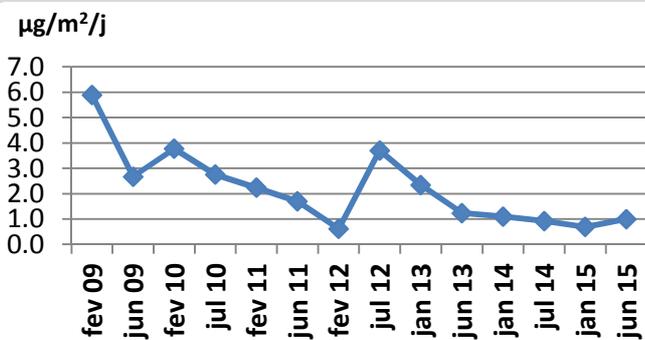
Arsenic



Cadmium



Chrome

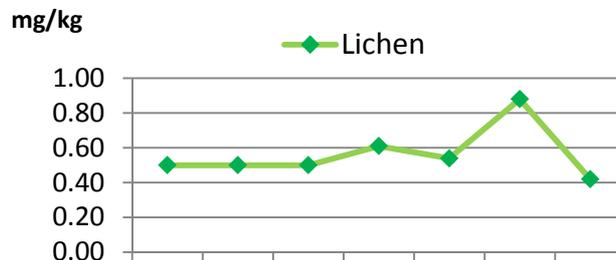
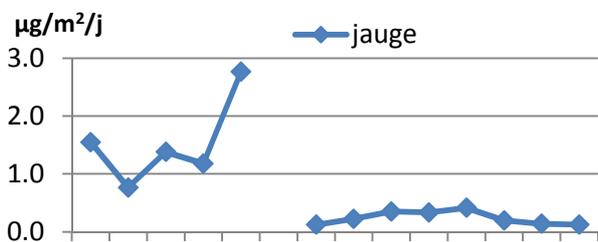


Date de début d'échantillonnage

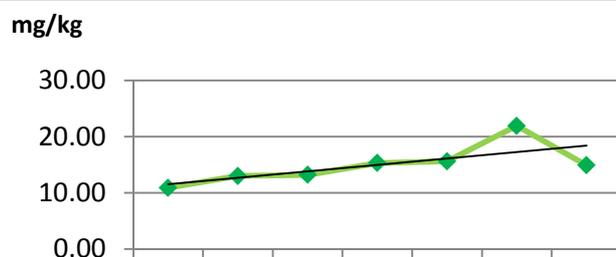
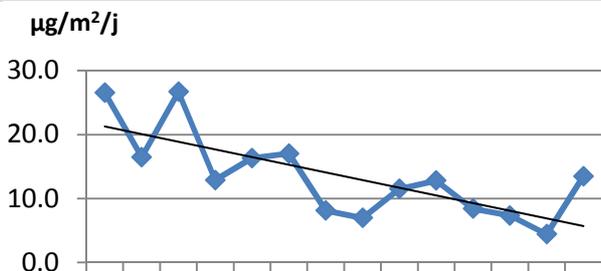
Date d'échantillonnage

Site 5 – DIEPPEDALLE ECOLE

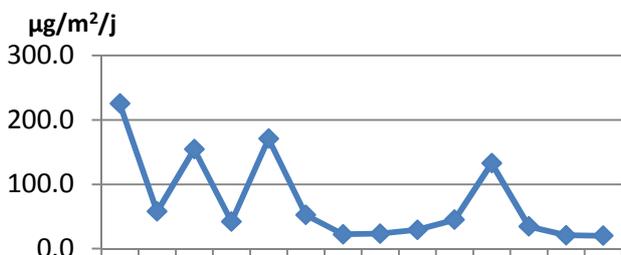
Cobalt



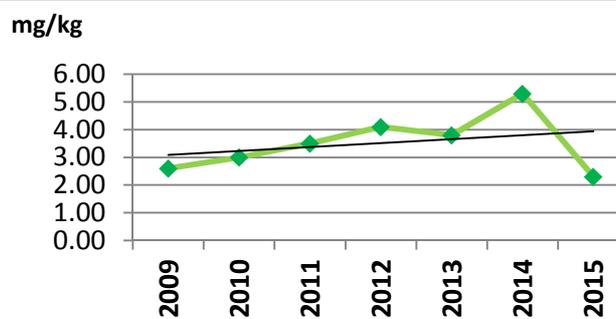
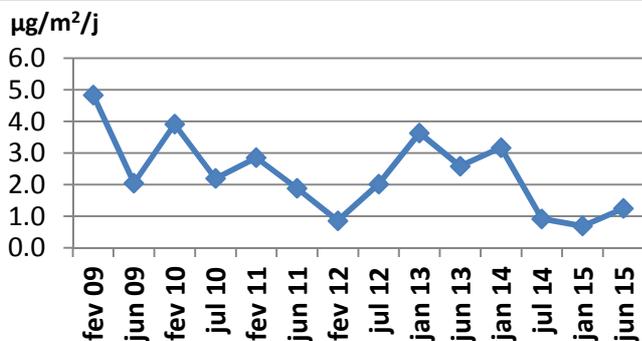
Cuivre



Manganèse



Nickel

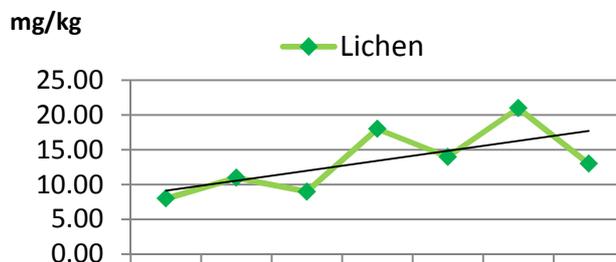
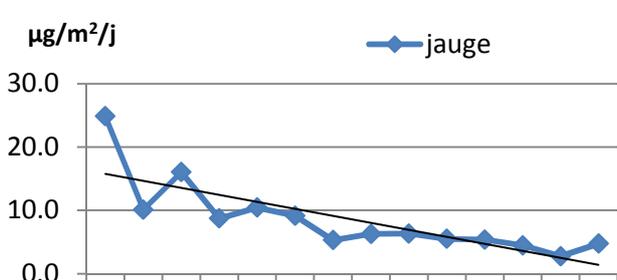


Date de début d'échantillonnage

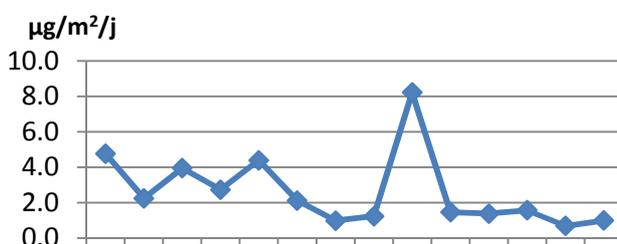
Date d'échantillonnage

Site 5 – DIEPPEDALLE ECOLE

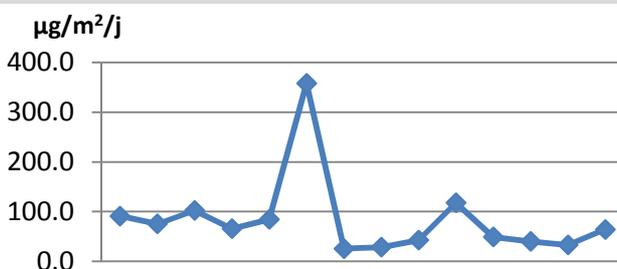
Plomb



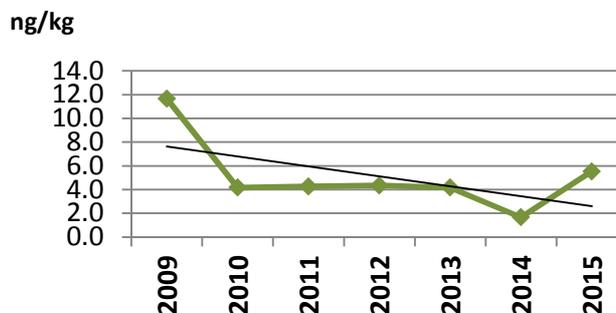
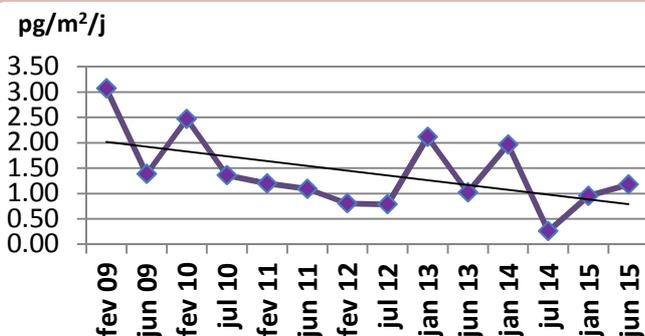
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

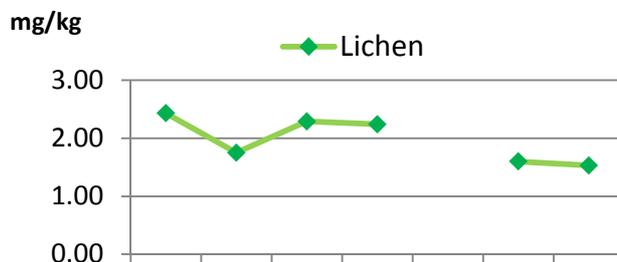
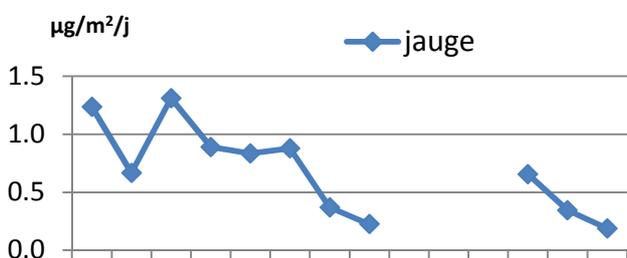


Date de début d'échantillonnage

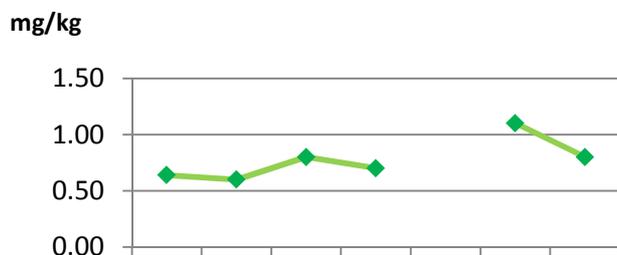
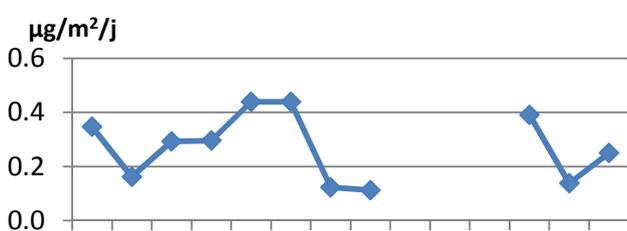
Date d'échantillonnage

Site 6 –PREFECTURE

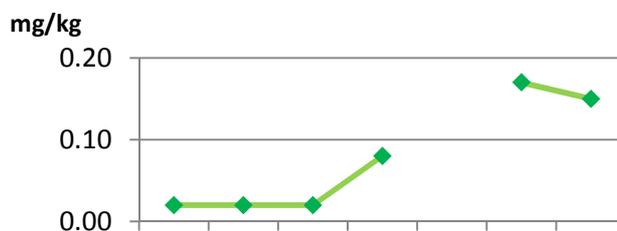
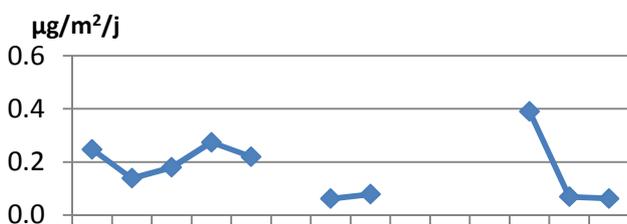
Antimoine



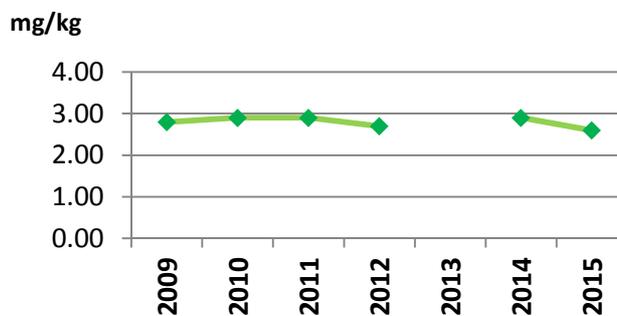
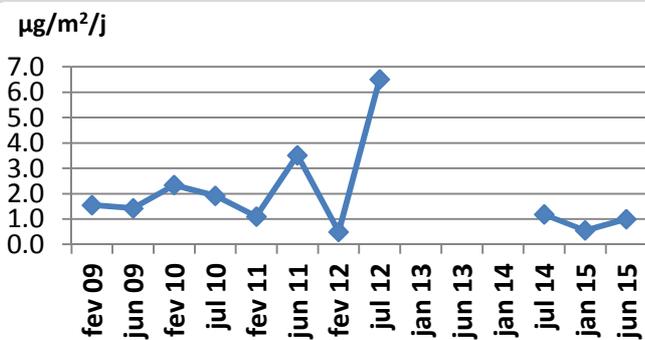
Arsenic



Cadmium



Chrome

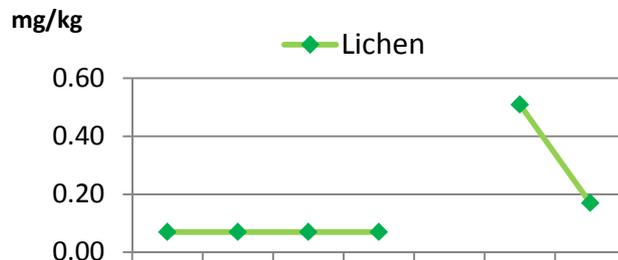
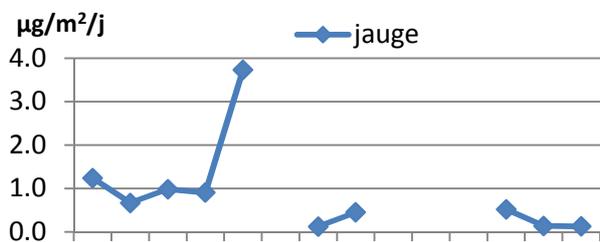


Date de début d'échantillonnage

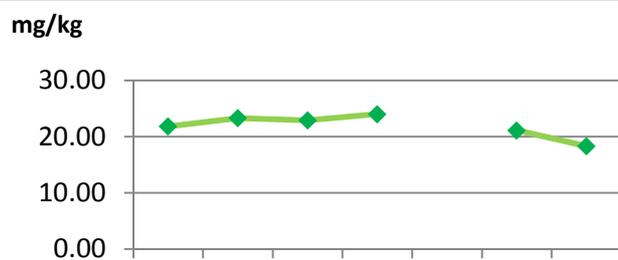
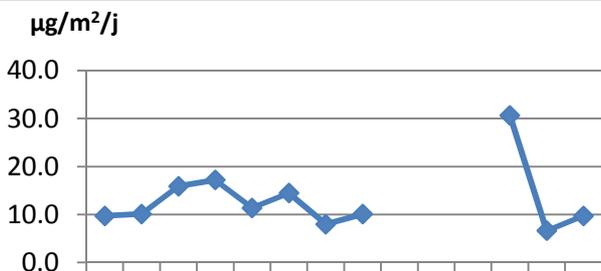
Date d'échantillonnage

Site 6 –PREFECTURE

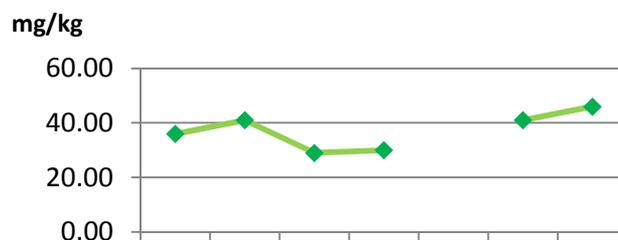
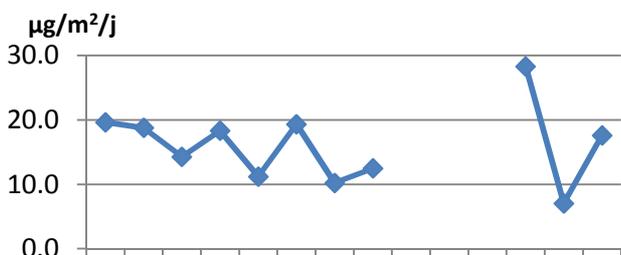
Cobalt



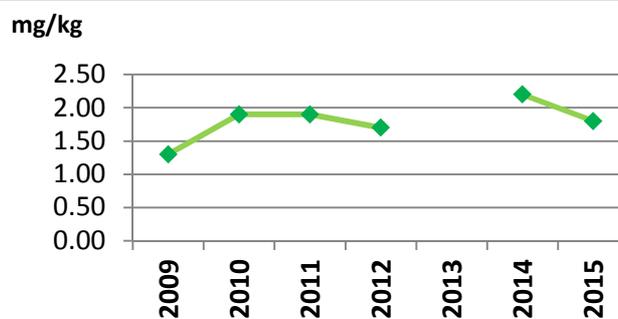
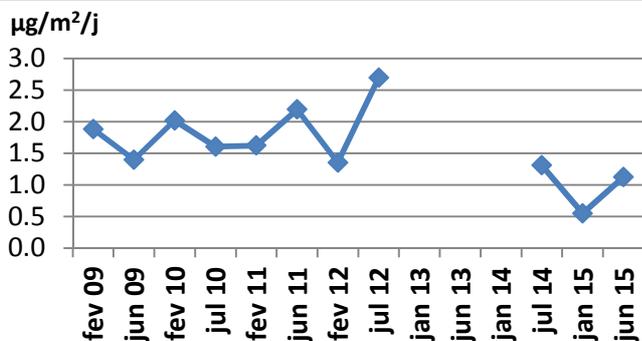
Cuivre



Manganèse



Nickel

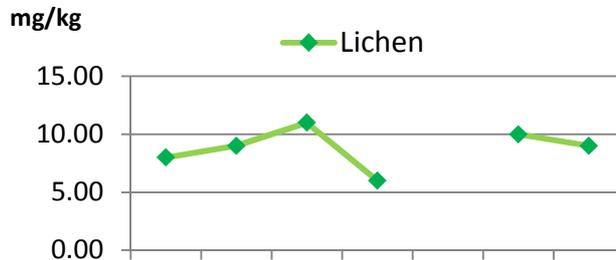
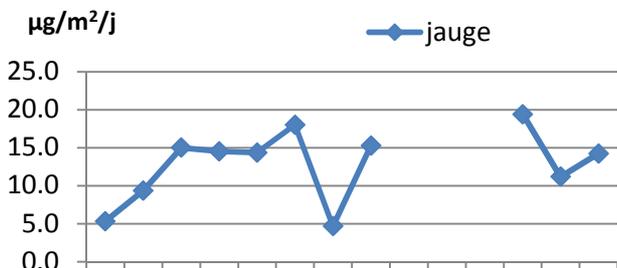


Date de début d'échantillonnage

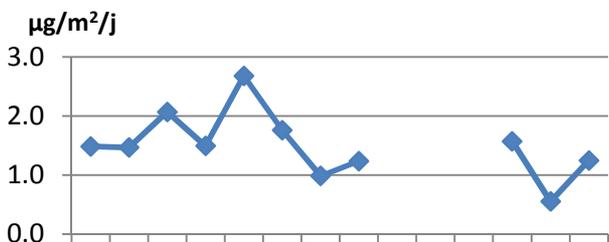
Date d'échantillonnage

Site 6 –PREFECTURE

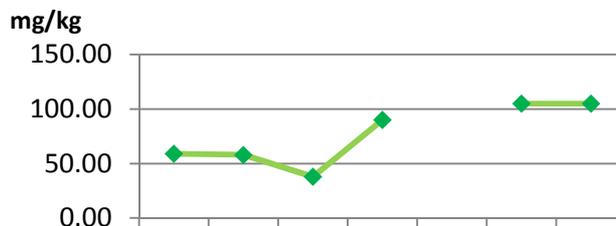
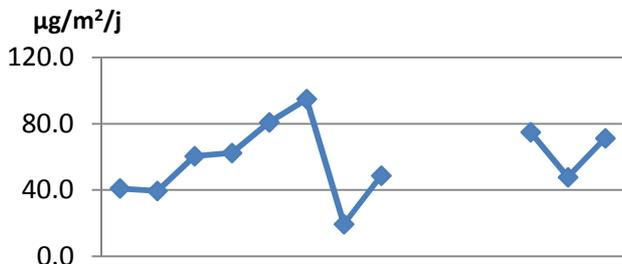
Plomb



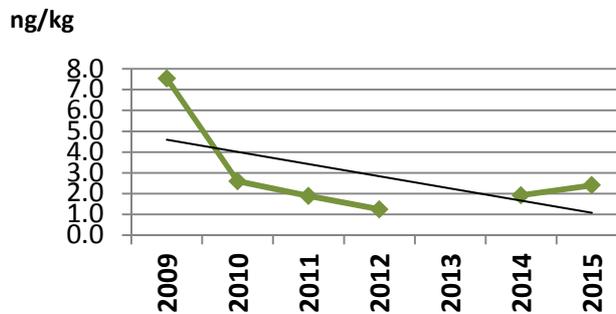
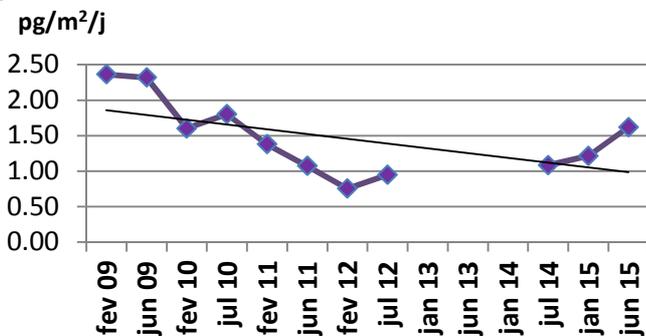
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

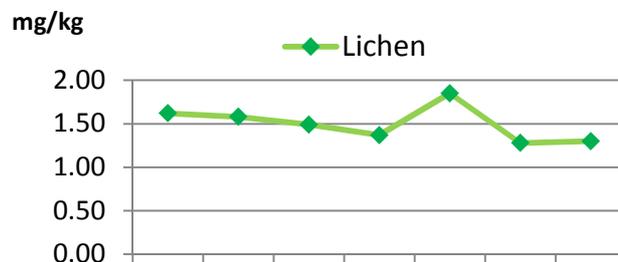
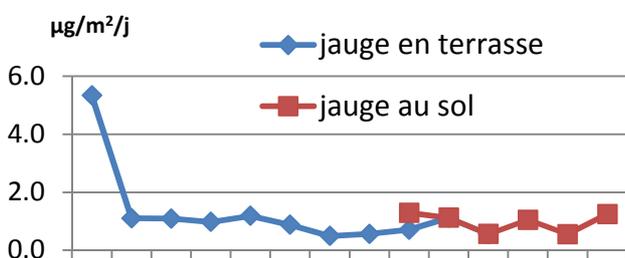


Date de début d'échantillonnage

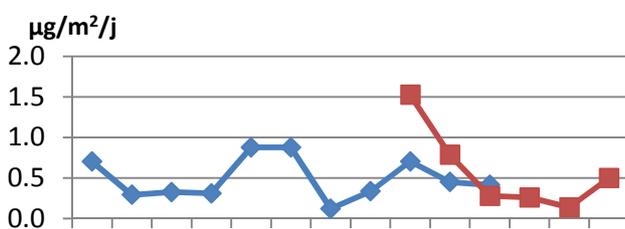
Date d'échantillonnage

Sites 7 et 12 –PETIT QUEVILLY - ATELIER MUNICIPAL

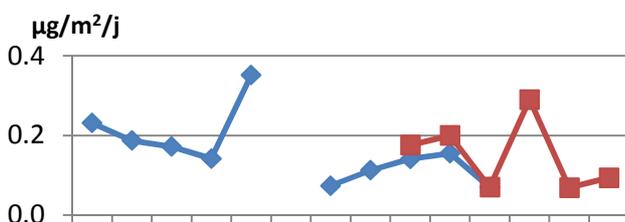
Antimoine



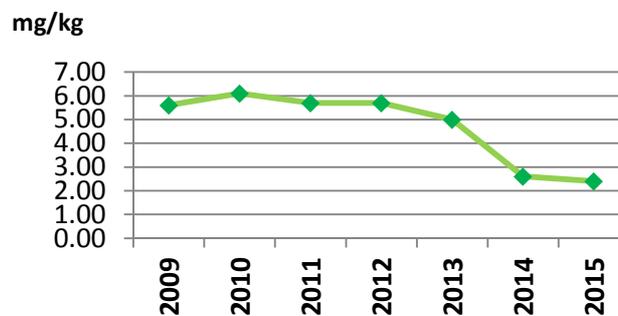
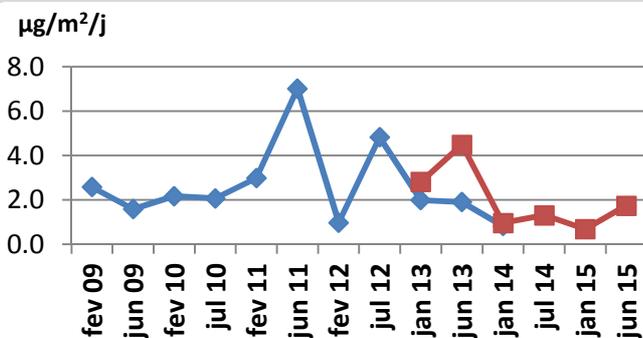
Arsenic



Cadmium



Chrome

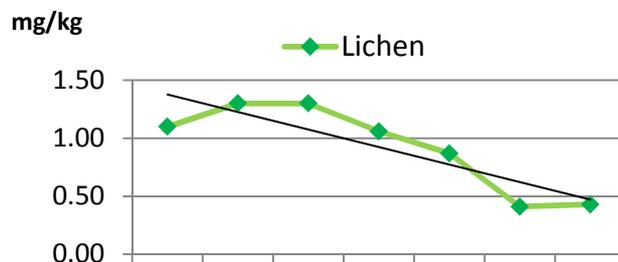
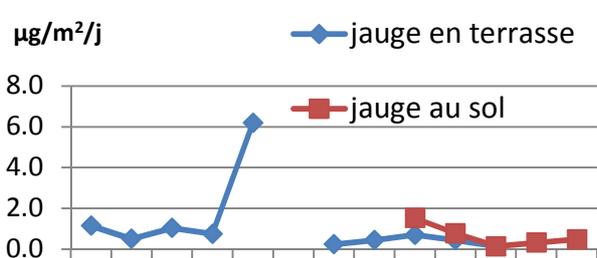


Date de début d'échantillonnage

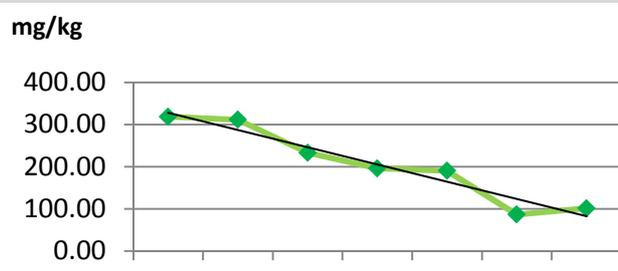
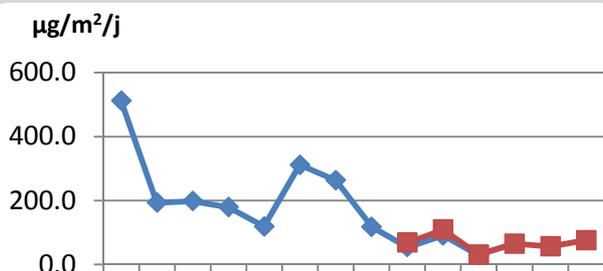
Date d'échantillonnage

Sites 7 et 12 –PETIT QUEVILLY - ATELIER MUNICIPAL

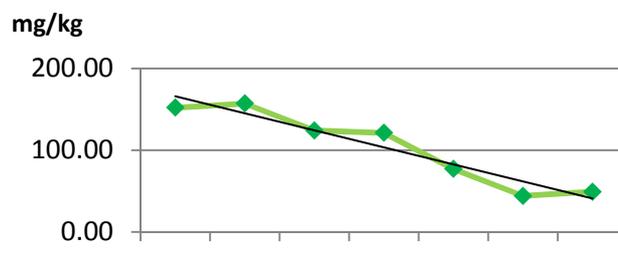
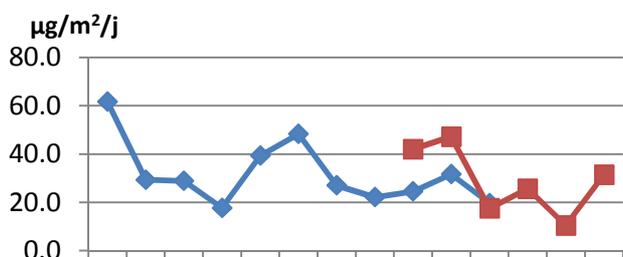
Cobalt



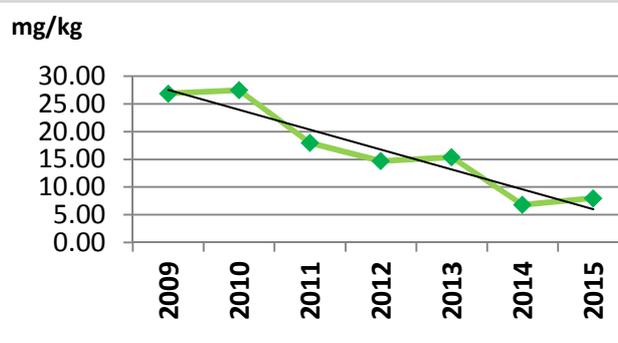
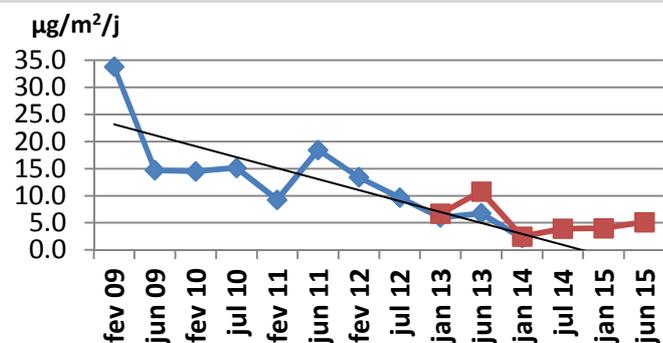
Cuivre



Manganèse



Nickel

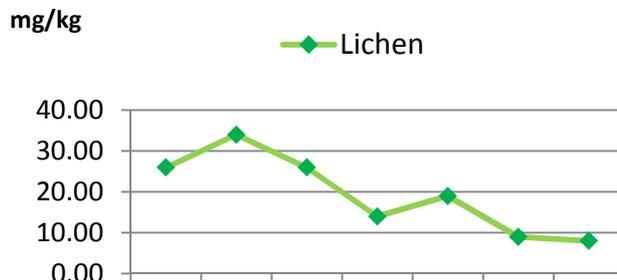
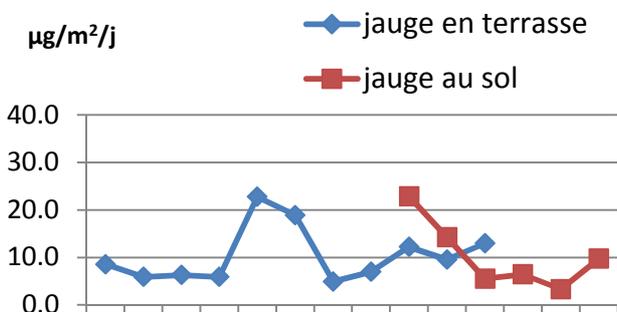


Date de début d'échantillonnage

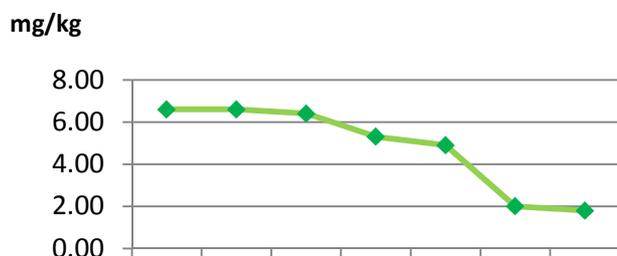
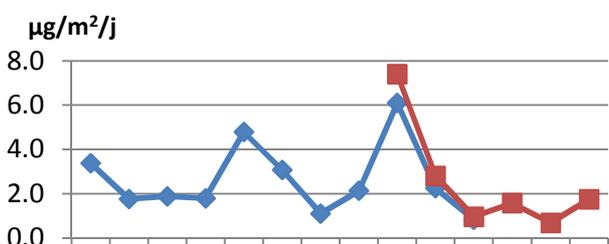
Date d'échantillonnage

Sites 7 et 12 –PETIT QUEVILLY - ATELIER MUNICIPAL

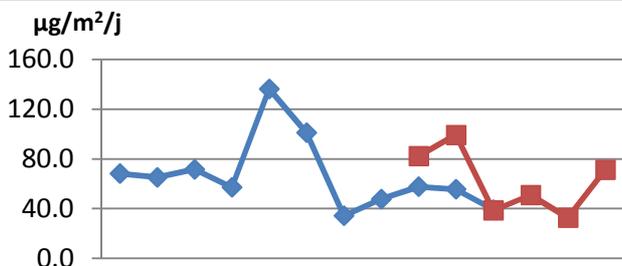
Plomb



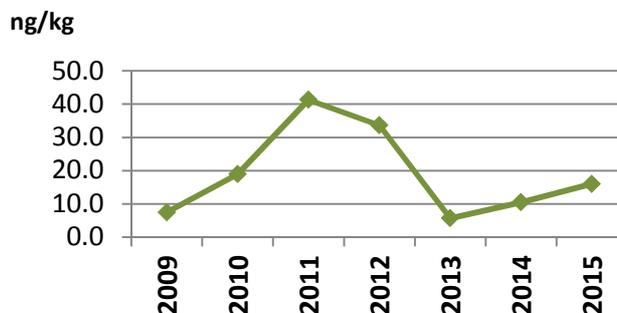
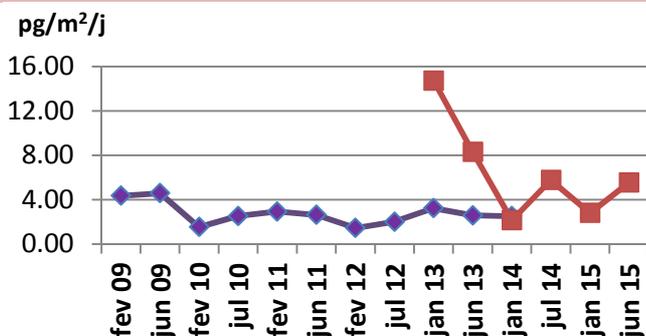
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

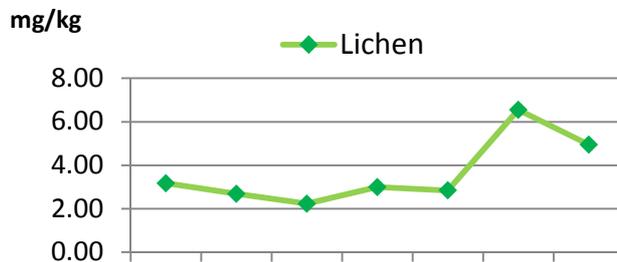
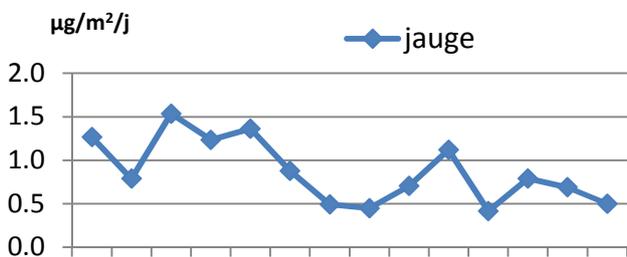


Date de début d'échantillonnage

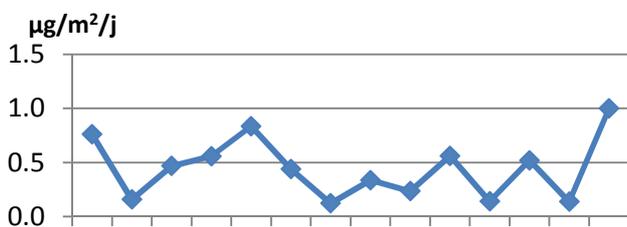
Date d'échantillonnage

Site 8 –STADE MERMOZ

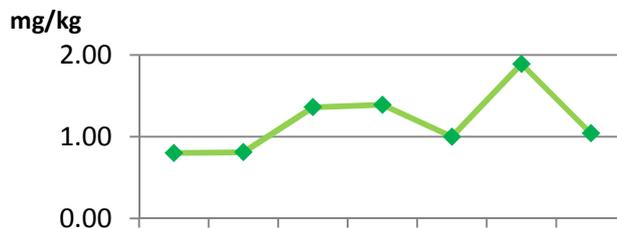
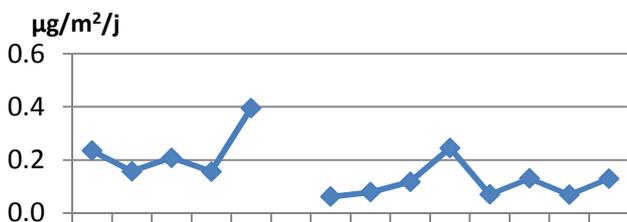
Antimoine



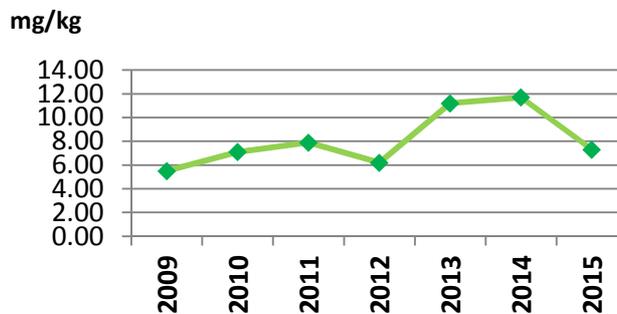
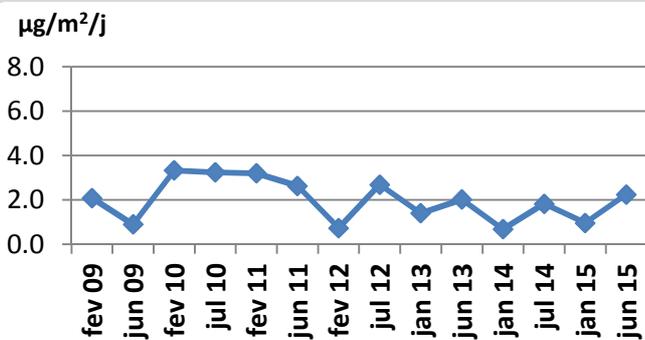
Arsenic



Cadmium



Chrome

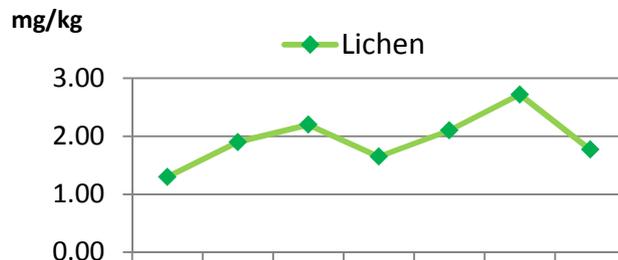
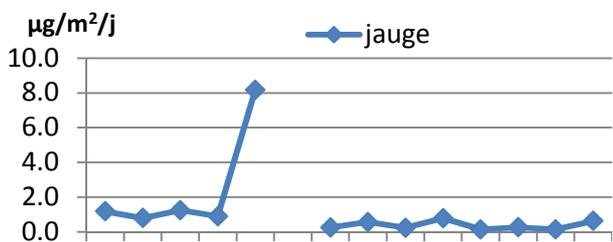


Date de début d'échantillonnage

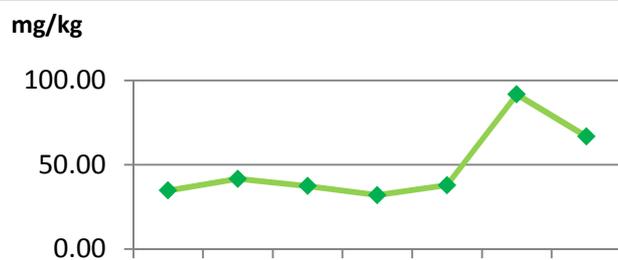
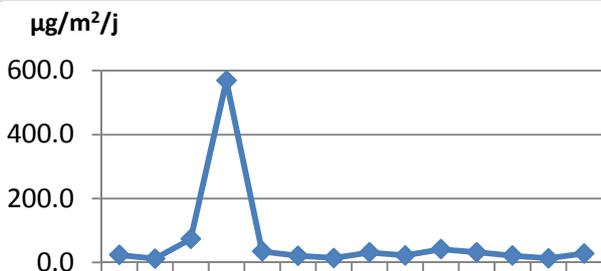
Date d'échantillonnage

Site 8 –STADE MERMOZ

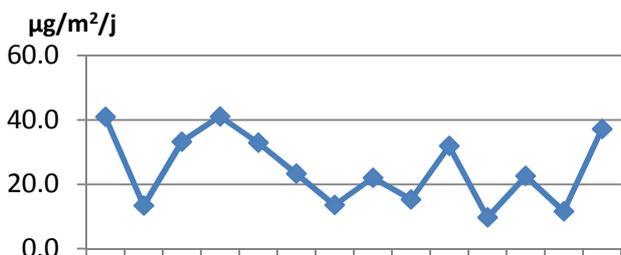
Cobalt



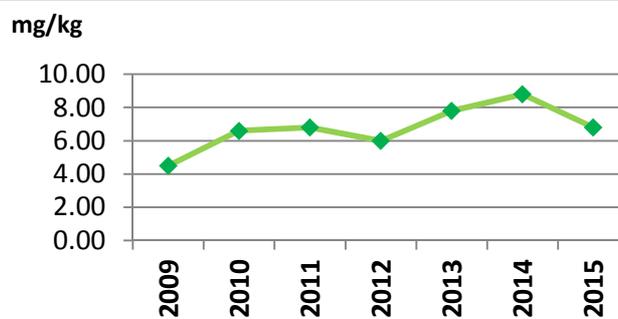
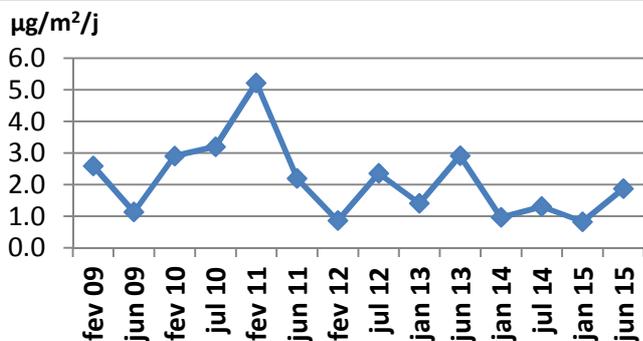
Cuivre



Manganèse



Nickel

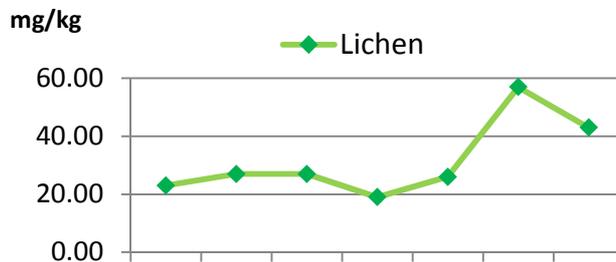
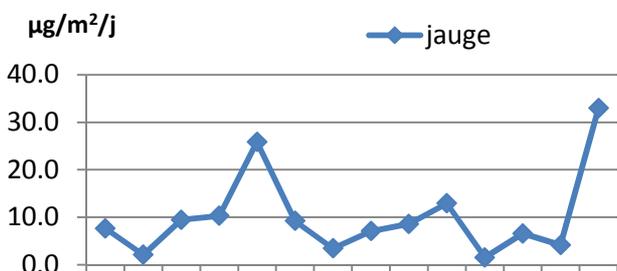


Date de début d'échantillonnage

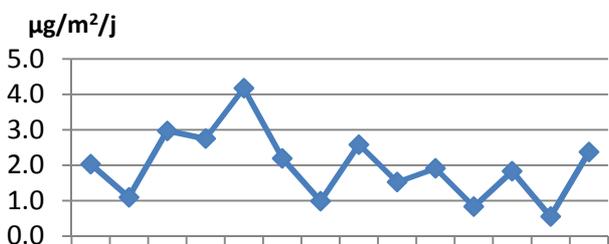
Date d'échantillonnage

Site 8 –STADE MERMOZ

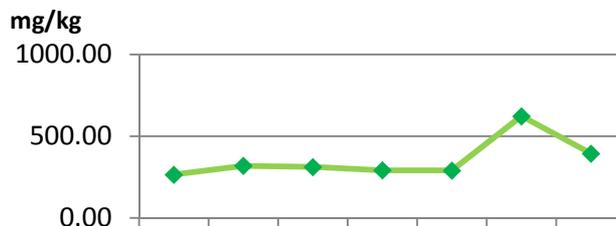
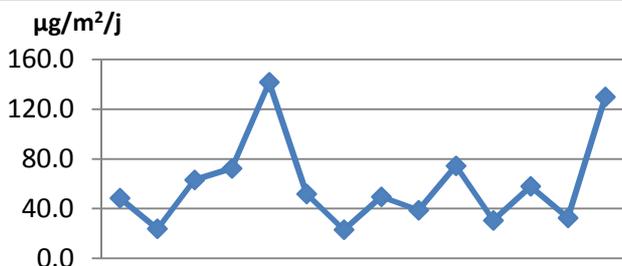
Plomb



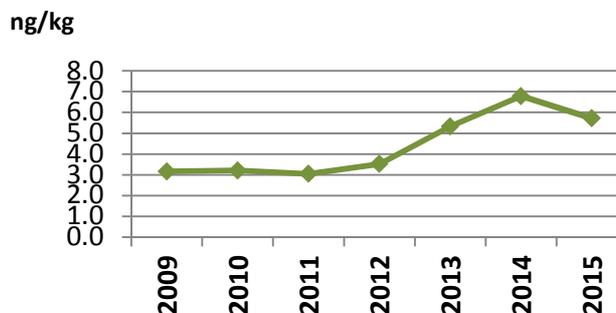
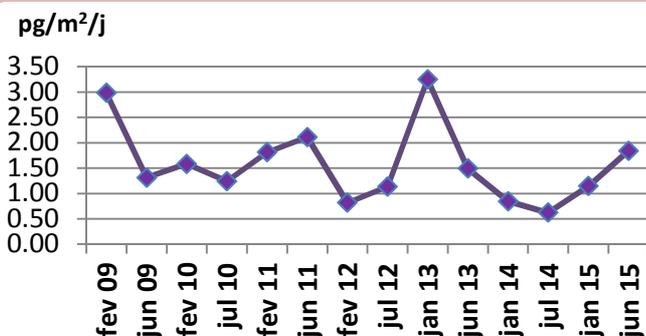
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

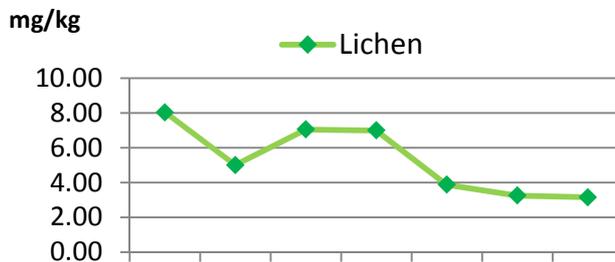
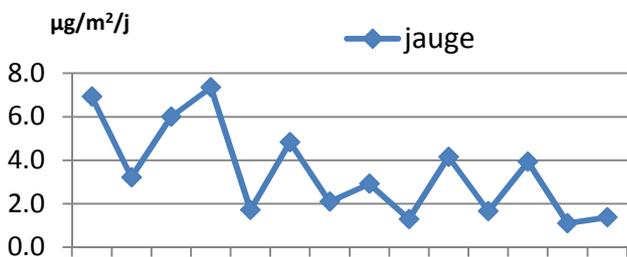


Date de début d'échantillonnage

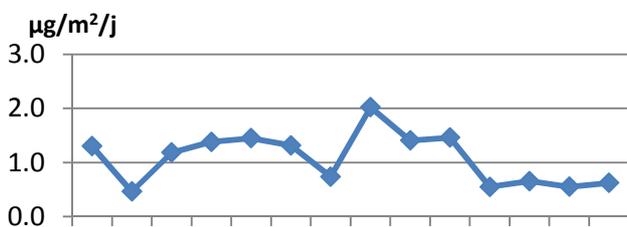
Date d'échantillonnage

Site 9 – GPMR

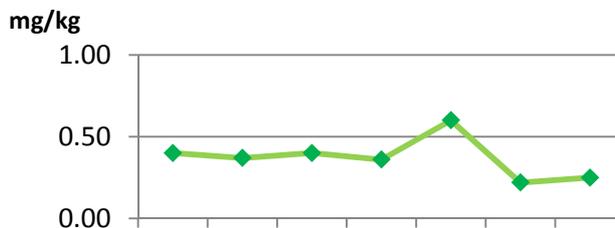
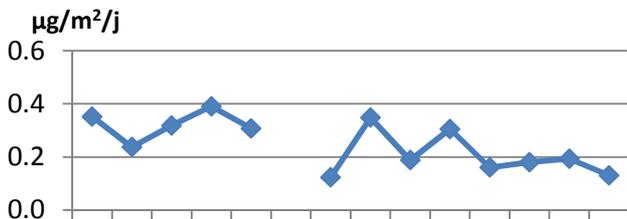
Antimoine



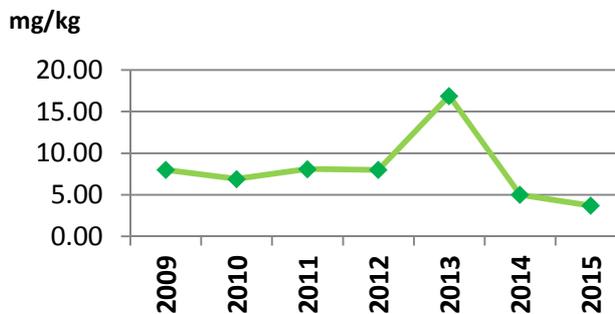
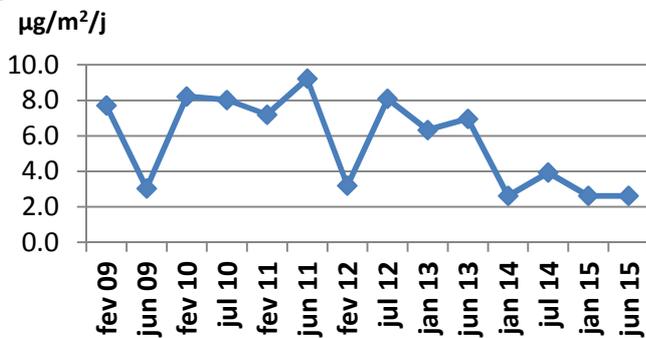
Arsenic



Cadmium



Chrome



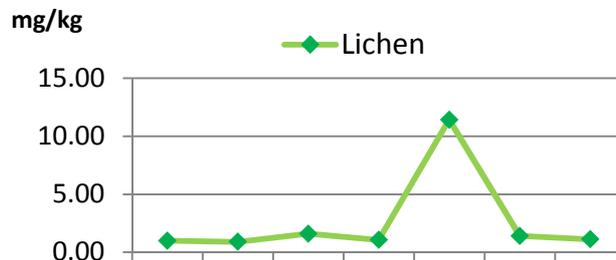
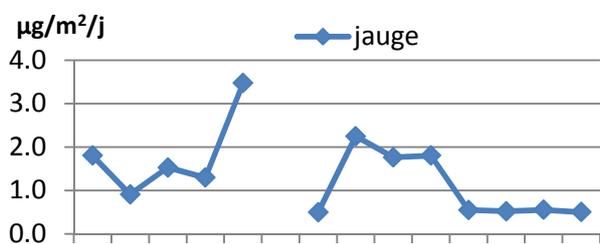
Date de début d'échantillonnage

Date d'échantillonnage

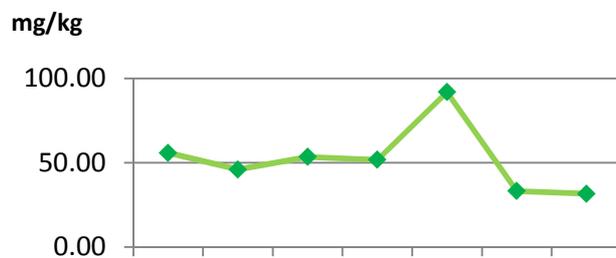
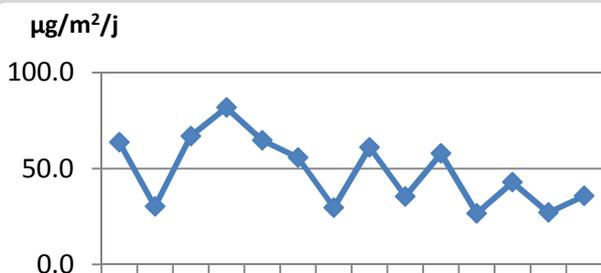
Annexe 1 suite – Historique par site (évolution entre 2009 et 2015)

Site 9 – GPMR

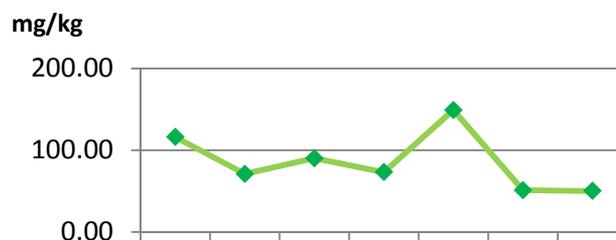
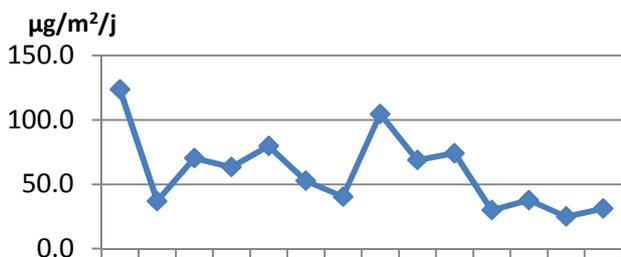
Cobalt



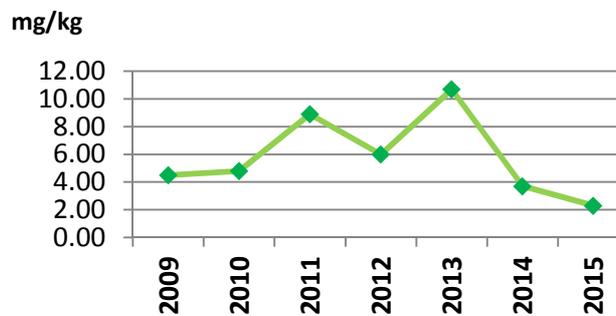
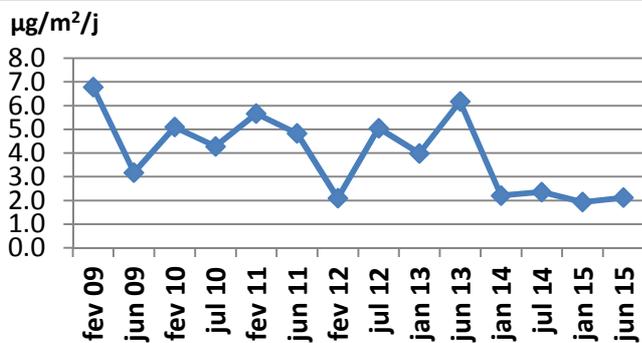
Cuivre



Manganèse



Nickel

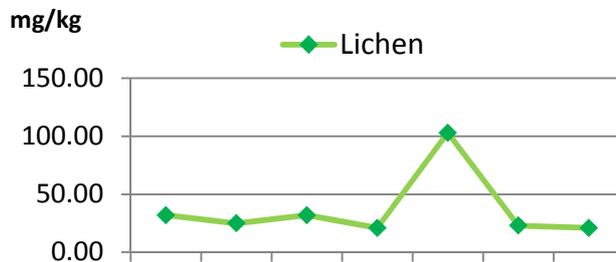
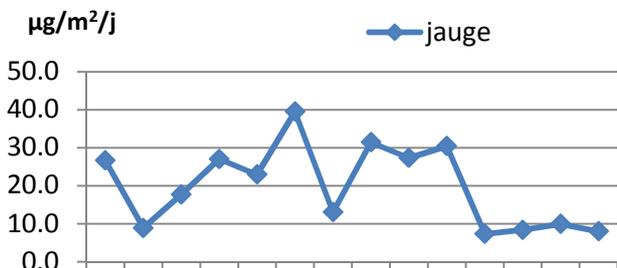


Date de début d'échantillonnage

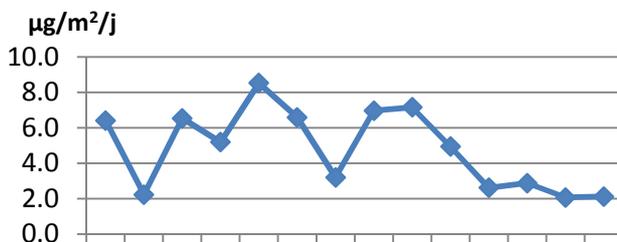
Date d'échantillonnage

Site 9 – GPMR

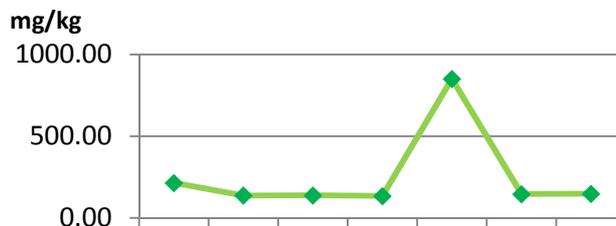
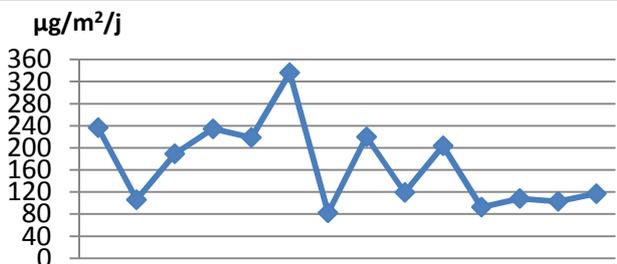
Plomb



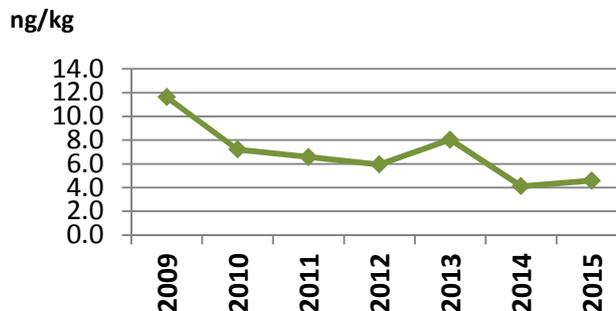
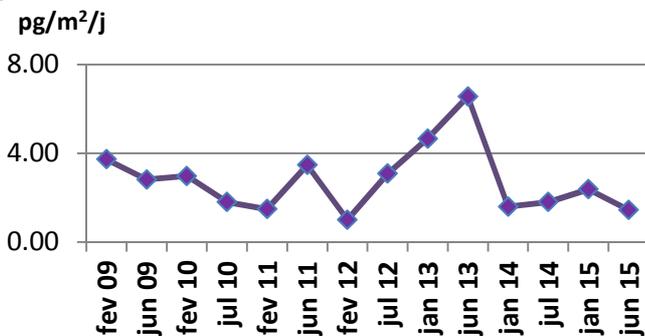
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

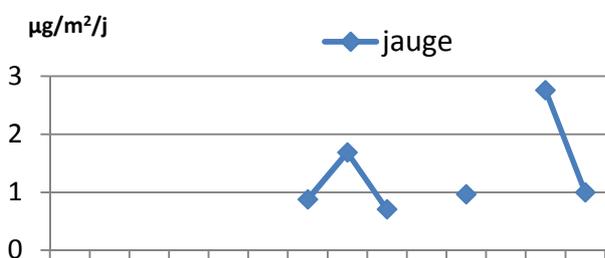


Date de début d'échantillonnage

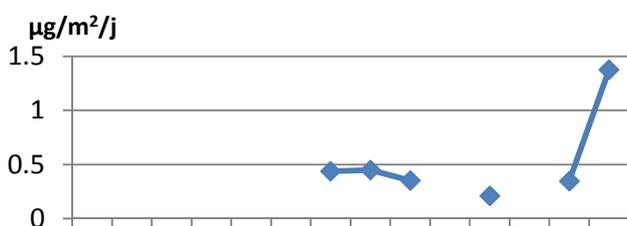
Date d'échantillonnage

Site 10 – EUROPORT

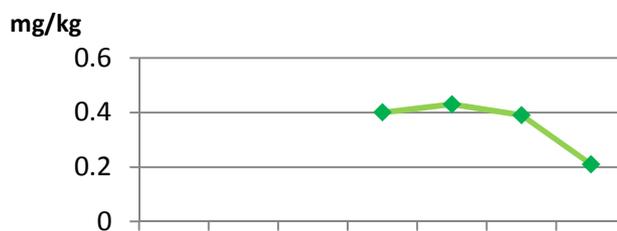
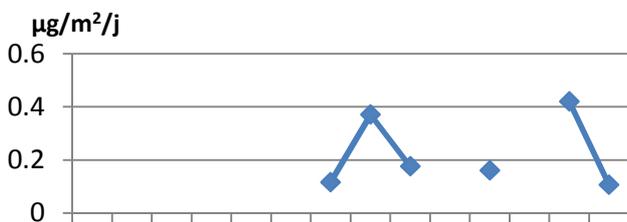
Antimoine



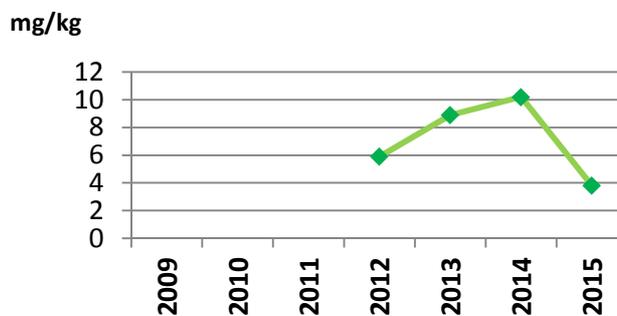
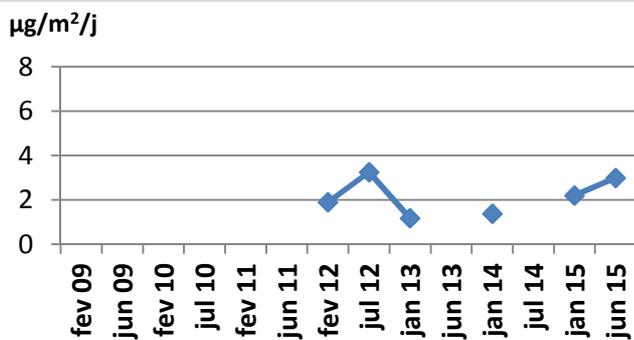
Arsenic



Cadmium



Chrome

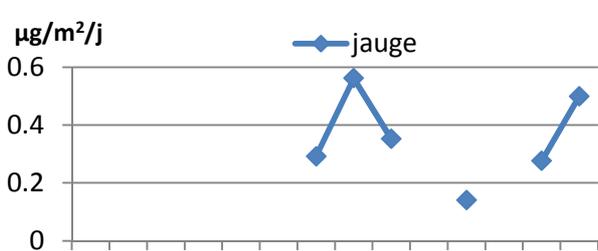


Date de début d'échantillonnage

Date d'échantillonnage

Site 10 – EUROPORT

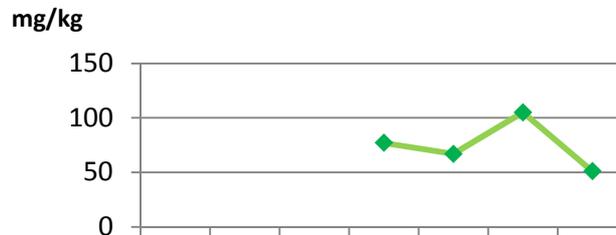
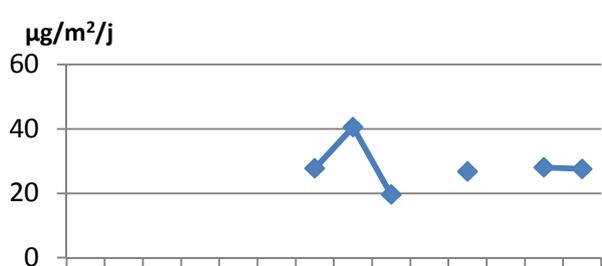
Cobalt



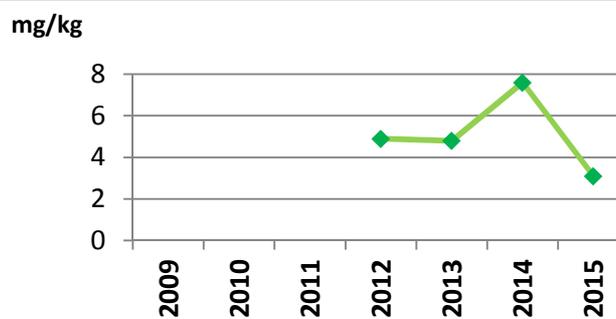
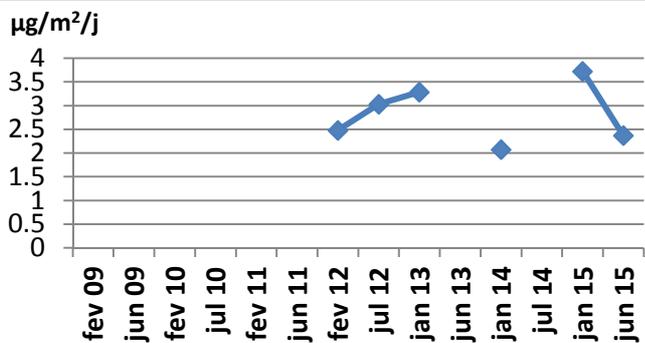
Cuivre



Manganèse



Nickel

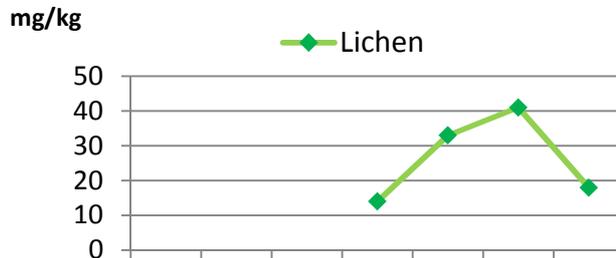
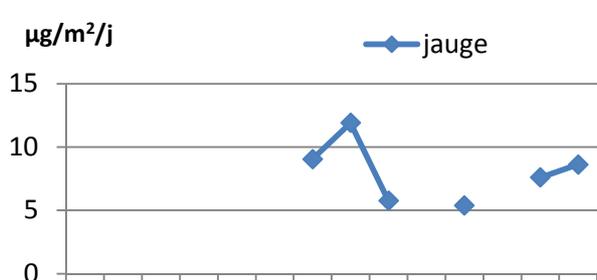


Date de début d'échantillonnage

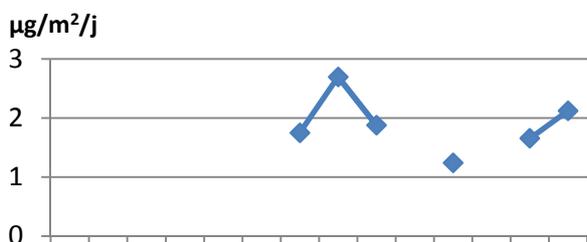
Date d'échantillonnage

Site 10 – EUROPORT

Plomb



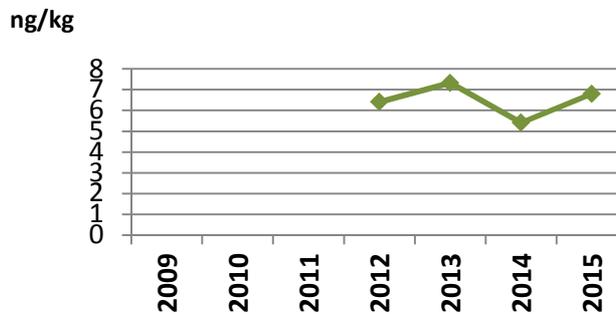
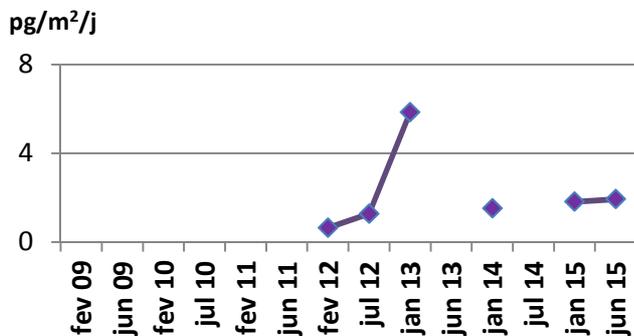
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)

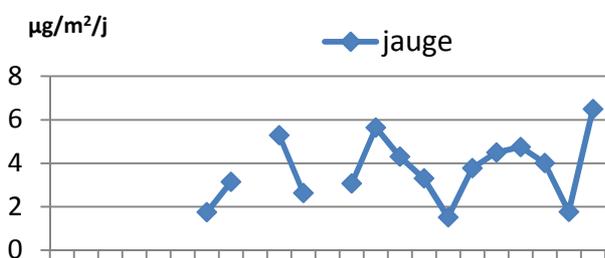


Date de début d'échantillonnage

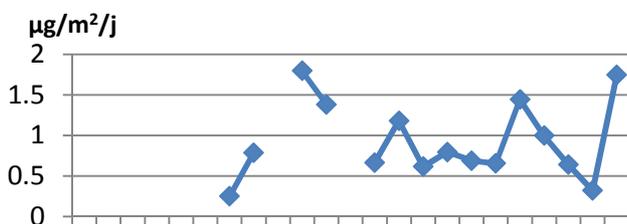
Date d'échantillonnage

Site 11 – Autoroute A13

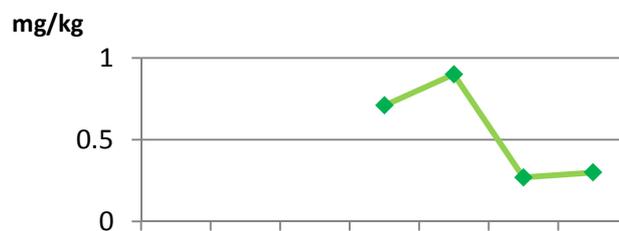
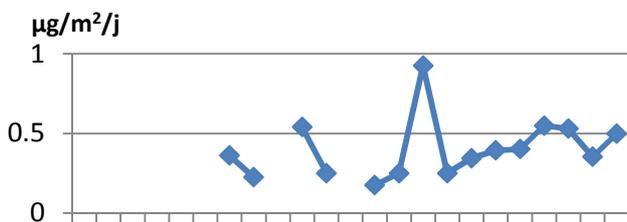
Antimoine



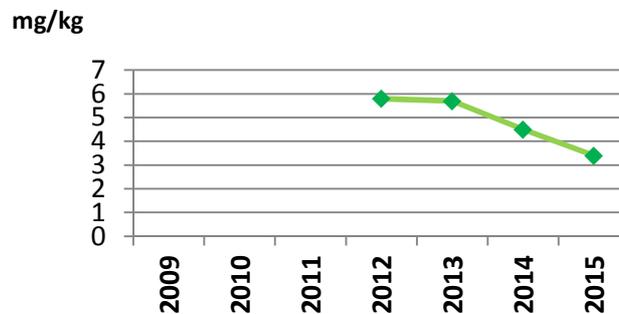
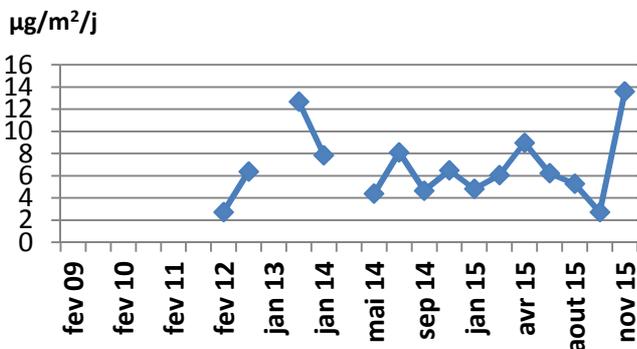
Arsenic



Cadmium



Chrome

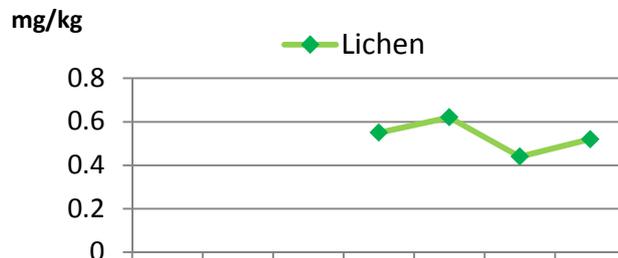
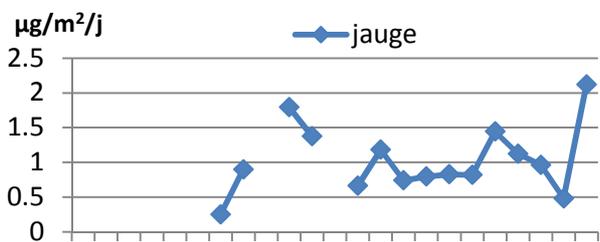


Date de début d'échantillonnage

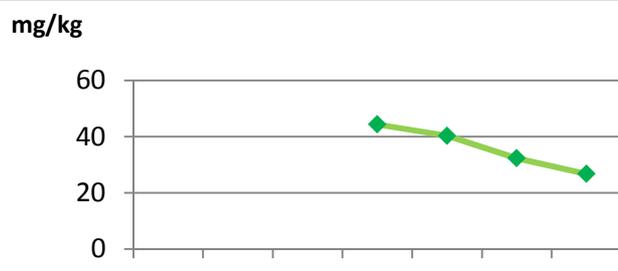
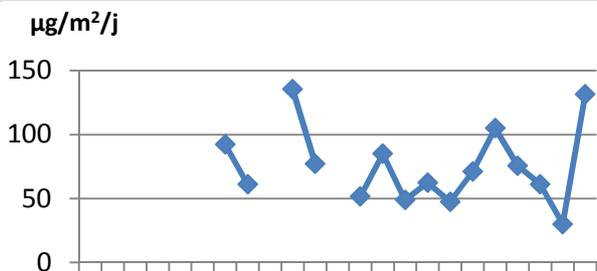
Date d'échantillonnage

Site 11 – Autoroute A13

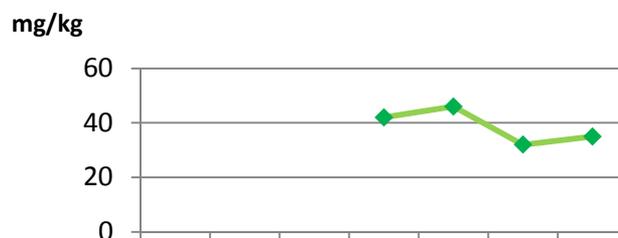
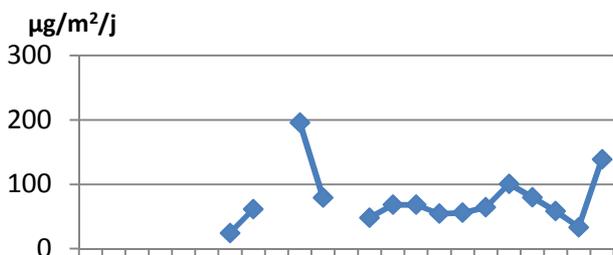
Cobalt



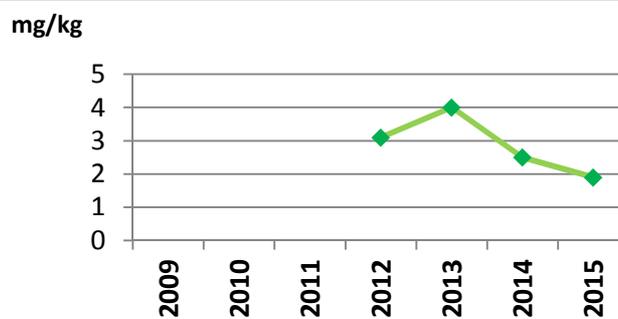
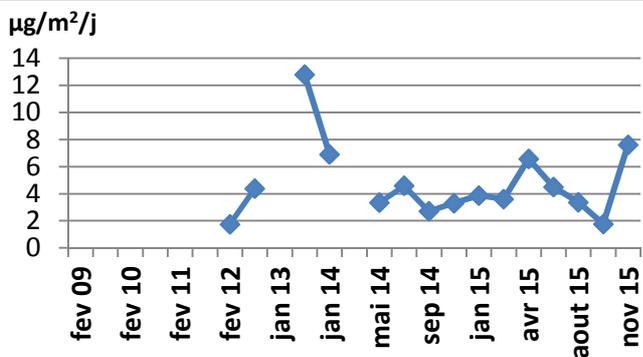
Cuivre



Manganèse



Nickel

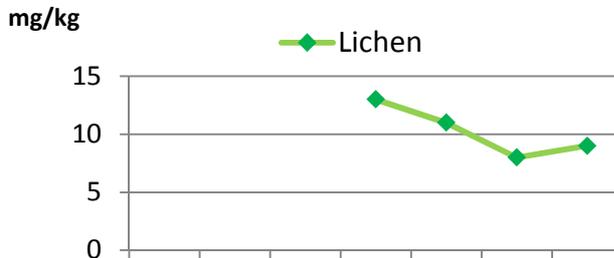
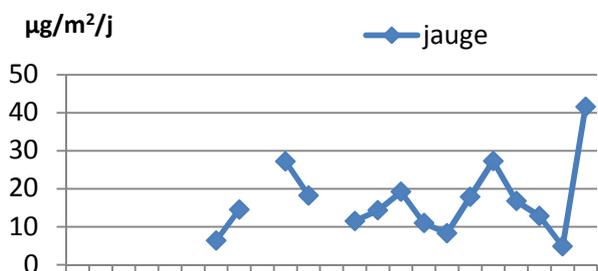


Date de début d'échantillonnage

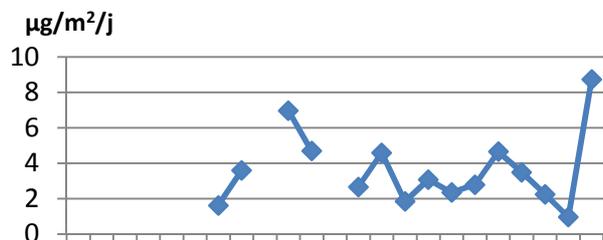
Date d'échantillonnage

Site 11 – Autoroute A13

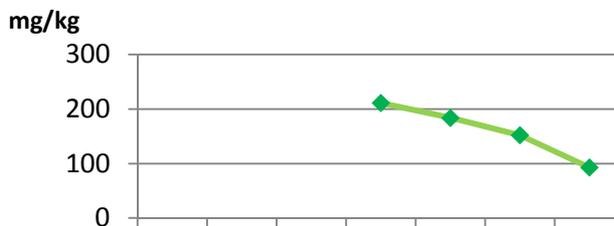
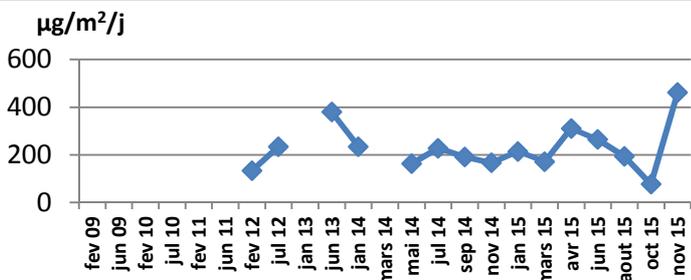
Plomb



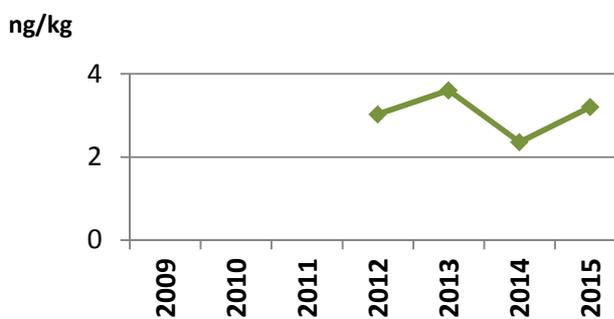
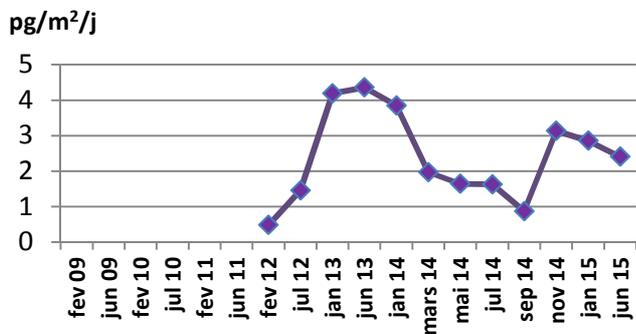
Vanadium



Zinc



Dioxines et furanes (TEQ OMS 2005)



Date de début d'échantillonnage

Date d'échantillonnage

8.1.2. Annexe 2 - Historique des mesures de mercure dans les lichens sur le secteur d'étude (données Aair Lichens)

mg/kg	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
L1 - EMERAUDE	0,12	0,17	0,24	0,16	0,20	0,23	0,20
L2 – VIAM ATD	0,15	0,12	0,51	0,13	0,13	0,13	0,14
L3 - HOPITAL	0,06	<0,03	0,08	0,07		0,08	0,08
L4 -CANTELEU	0,09	0,09	0,09	0,09	0,07	0,09	0,09
L5 - DIEPPEDALLE	0,08	0,12	0,10	0,12	0,22	0,19	0,19
L6 - PREFECTURE	<0,03	<0,03	<0,03	0,13		0,08	<0,03
L7 - JACQUARD	0,10	0,14	0,13	0,12	0,11	0,09	0,07
L8 - MERMOZ	0,11	0,15	0,19	0,12	0,28	0,28	0,21
L9 – BETHENCOURT	0,18	0,21	0,41	0,51	0,36	0,20	0,16
L10 - EUROPORT				0,11	0,18	0,07	0,13
L11 – A13				0,06	0,09	0,07	<0,03
Valeur significative selon Aair Lichens : >0,20							

Tableau 12 : Résultats du mercure dans les lichens de 2009 à 2015 (source : Aair Lichens)

8.1.3. Annexe 3 - Comparaison jauges / lichens en niveaux moyens

Les valeurs repères choisies pour réaliser ce travail sont les médianes calculées sur la base de données des jauges, d'une part, et sur la base de données des lichens, d'autre part, pour chaque polluant et sur l'ensemble de la Haute-Normandie entre 2009 et 2015. De plus, sont aussi regardés pour les lichens : les dépassements des seuils de significativité proposés par Aair Lichens (valeurs qui s'écartent de plus de 40% du bruit de fond).

Mesure	Jauges		Lichens			
	Valeur repère :	Sites en dépassement :	Valeur repère :	Sites en dépassement :	Valeur repère :	Sites en dépassement :
	<i>médiane Hte-Normandie 2009-2015</i>		<i>médiane Hte-Normandie 2009-2015:</i>		<i>seuil de significativité d'Aair Lichens</i>	
Sb	0,3 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	1,5 mg/kg MS	Sites :1,2,4,5,6,7,8,9, 10,11	0,7 mg/kg MS	Sites :1,2,3,4,5,6,7,8,9, 10,11
As	0,2 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	1,1 mg/kg MS	Sites :1,2,7,8,9,10	2 mg/kg MS	Sites : 1,2,8,9
Cd	0,1 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	0,4 mg/kg MS	Sites :1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11	0,3 mg/kg MS	Sites :1,2,4,5,6,7,8,9,10,11
Cr	1 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	5,2 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11	5,6 mg/kg MS	Sites : 1,2,5,7,8,9, 10,11
Co	0,2 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	1,1 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 7, 8, 9, 10	1,1 mg/kg MS	Sites : 1,2,7,8,9,10
Cu	6,7 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	18,8 mg/kg MS	Sites : 1,2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	12 mg/kg MS	Sites :1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11
Hg		Pas de mesure	0,1 mg/kg MS	Sites :1,2, 5, 6, 7, 8, 9, 10	0,2 mg/kg MS	Sites : 1,2,5,8,9
Mn	16,7 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	61 mg/kg MS	Site 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10	170 mg/kg MS	Sites : 1
Ni	2,3 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	6,9 mg/kg MS	Sites :1,2, 7, 8, 9, 10	4,9 mg/kg MS	Sites : 1,2,5,7,8,9,10
Pb	3,1 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	13 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10	12 mg/kg MS	Sites :1,2,4,5,7,8,9,10,11
Se	>LQ	Aucun site	Pas de mesure			
Tl	>LQ	Aucun site	>LQ	Aucun site	>LQ	Aucun site
V	1,6 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	5,9 mg/kg MS	Sites : 1, 2,3, 5, 7, 8, 9, 10	5,6 mg/kg MS	Sites : 1,2,3,5,7,8,9,10
Zn	40,6 µg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	120,5 mg/kg MS	Sites : 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11	70 mg/kg MS	Sites : 1,2,4,5,6,7,8,9,10,11
PCDD/F	1,4 pg/m ² /j	Sites :1,2,3,4,5,6,7/12,8,9,10,11	3,6 ng/kg MS TEQ OMS 2005	Sites : 1, 2,3,4,5,6,7, 8, 9, 10,11	2,9 ng/kg MS TEQ OMS 2005	Sites : 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11

Tableau 13 : Sites dépassant les niveaux médians régionaux sur la période 2009 à 2015 dans les jauges et les lichens, ainsi que les seuils de significativité proposés par Aair Lichens dans les lichens

8.2. Bibliographie

- [II] AIR NORMAND " Mesure des retombées atmosphériques des métaux et des dioxines furanes dans l'agglomération de Rouen autour des incinérateurs Vesta, Emeraude et Triadis Services " sur les années 2009 à 2015 - Rapports d'études : 08-18-10, 10-09-11, 11-02-12, 12-01-13, 1202-011, 1202-022 (téléchargeables sur www.airnormand.fr),
- [III] AIR NORMAND - Rapport d'étude n° E 08_21_09, «Mesures de retombées : études des données existantes et projet de mutualisation » téléchargeable sur www.airnormand.fr
- [III] INERIS et BRGM - Rapport d'étude n° DRC-13-136338-06193C - "Guide de surveillance de l'impact sur l'environnement des émissions atmosphériques des installations d'incinération et de co-incinération de déchets non dangereux et de déchets d'activités de soins à risques infectieux,"- 2014
- [IV] INERIS - «Méthode de surveillance des retombées des dioxines et furanes autour d'une UIOM » DURIF 2001,
- [V] INERIS-DRC-11-118202-13893A Suivi de la composition chimique journalière des PM_{2,5} et PM₁₀ sur la station Petit Quevilly (agglomération de Rouen) d'Air Normand entre octobre 2010 et octobre 2011,
 - a. O. FAVEZ (LCSQA/INERIS), S. LEMEUR (Air Normand), J.-E. PETIT (INERIS et LSCE)
- [VI] LCSQA/INERIS – Programme CARA- Caractéristiques et origines principales des épisodes de pollution aux PM₁₀ hivernaux,
 - a. Favez, Bessagnet, Meleux, Chiappini, Verlhac, Petit, AASQAs, Piot, Besombes, Jaffrezo, Sciare, Rouil, Leoz
- [VII] INERIS – Rapport d'étude DRC-13-130712-02177A - Comparaison des protocoles de traitement des jauges Bergerhoff, 28/02/2013
- [VIII] ADEME – Museum national d'histoire naturelle – Pollution atmosphérique par les métaux en France, Dix ans de biosurveillance des retombées – 2013
- [IX] Aair Lichens – Surveillance des incinérateurs EMERAUDE – TRIADIS Services – VESTA sur la période 2009 à 2015 – Rapports : A10-361, A11-456, A12-532, A13-590, A14-714, A15-790, A16-869
- [X] INERIS – Evaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois sur la qualité de l'air intérieure et extérieure - 2008