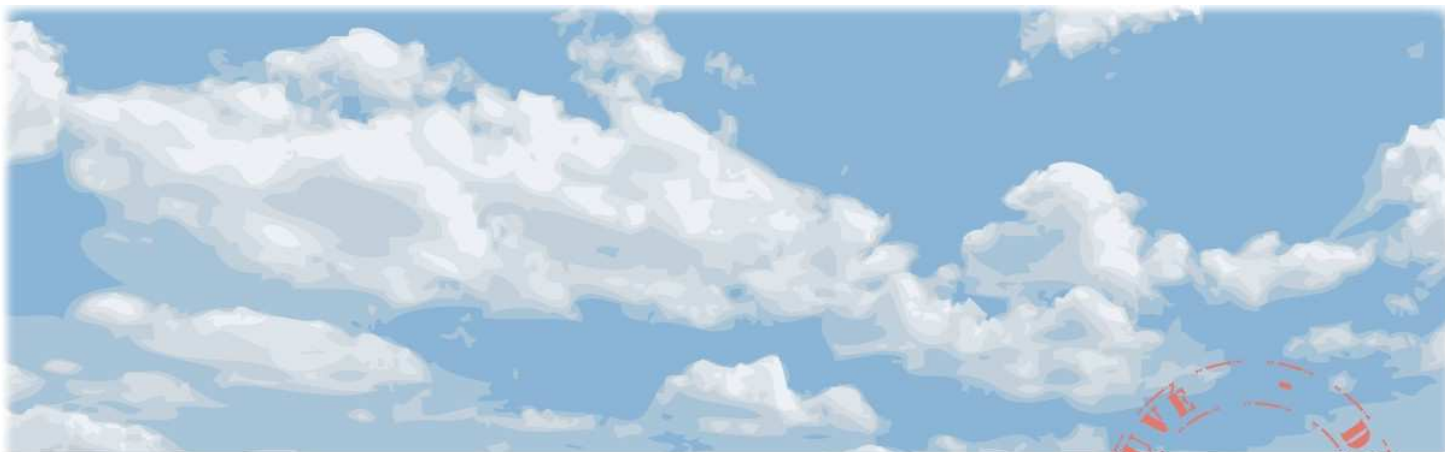
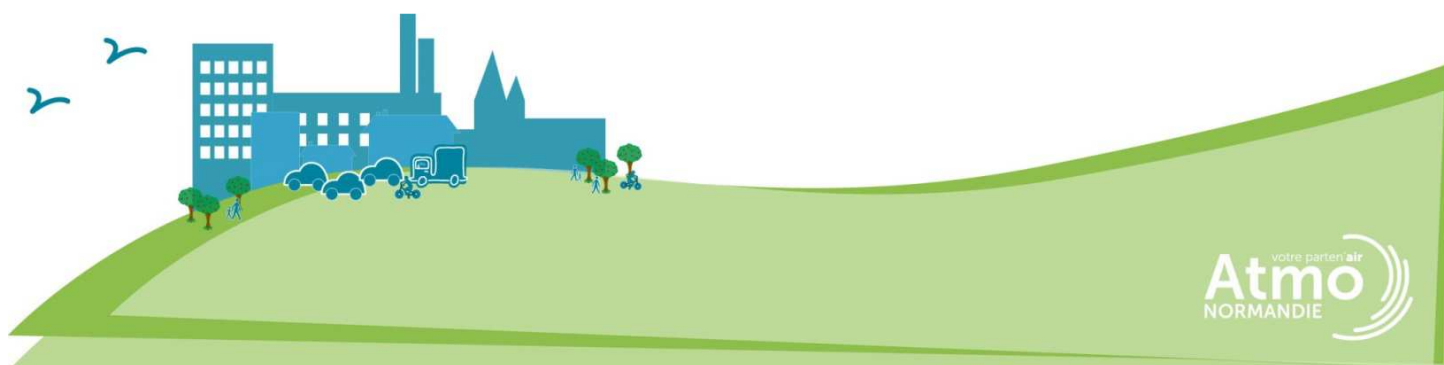




Mesures des dioxines / furanes et des métaux dans les retombées atmosphériques sur la ZI de Port Jérôme et ses alentours

Année 2016



Avertissement

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

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

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

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

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

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

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

Rapport n° 1770-001

Le 30 juin 2017,

La rédactrice,
Anne FRANCOIS DUBOC

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

Résumé

Dans le cadre de son programme régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) 2017-2021, Atmo Normandie a proposé la mise en place d'un observatoire régional des retombées atmosphériques des dioxines / furanes et des métaux autour des incinérateurs de la Région, qui sont de leur côté tenus par arrêtés ministériels à une surveillance de l'impact de leurs rejets sur l'environnement. Afin d'avoir une vision plus globale des phénomènes de retombées, la surveillance est étendue aux zones industrielles et à leurs alentours.

Les campagnes de mesures des retombées sur la ZI de Port Jérôme et ses alentours réalisées durant l'année 2016 s'inscrivent dans la continuité de la surveillance des retombées de métaux dans les jauges de dépôt initiée en 2011 sur ce secteur suite à l'étude de risques sanitaires de zone¹. En 2016, des mesures complémentaires des dioxines / furanes ont été ajoutées à cette surveillance afin de s'harmoniser avec ce qui se fait autour des autres incinérateurs de la Région. Une autre méthode de mesure des retombées par bioindicateurs, « les bryophytes terrestres », a par ailleurs été testée sur ce secteur.

Les campagnes de mesure de l'année 2016 confirment les résultats des années précédentes, à savoir des retombées de métaux faibles au regard des valeurs repères régionales sur la ZI de Port Jérôme et ses alentours. Le constat est le même pour les dioxines / furanes, mesurées pour la première fois sur ce secteur en 2016. Une exception cependant : le Quai de Radicatel qui est impacté par des retombées importantes de nickel notamment.

L'analyse fine des résultats sur le quai de Radicatel montre des dépôts de métaux localisés principalement sur le côté « est » presque tout au long de l'année (sauf pour la période allant du 18/10/2016 au 24/01/2017). Au contraire, c'est sur le côté « ouest » du Quai que des retombées de dioxines / furanes plus élevées que les autres sites du secteur, ont été mesurées à deux reprises. Une piste d'explication possible est la présence de feux sauvages de câbles ou de matériaux sur ce secteur. Ces résultats de mesures réalisées de part et d'autre du quai tout au long de l'année 2016, et prolongées en 2017 sur le côté « est » sont diffusés au GPMR afin de les confronter avec les données d'activités portuaires et tenter de trouver une explication à ces constats.

L'impact de l'incinérateur des ordures Ménagères ECOSTU'AIR de Saint Jean de Folleville Radicatel n'est quant à lui pas discernable de façon notable. Le deuxième incinérateur de la ZI de Port Jérôme, ECOLOGIC PETROLEUM RECOVERY (E.P.R.), implanté en zone industrielle de Lillebonne / Port Jérôme, a une activité de traitement d'hydrocarbures, de centrifugation et d'évapo-incinération. Il a été contacté fin 2016 pour rallier en 2017 la démarche générale de surveillance environnementale des incinérateurs de la région Normandie.

Enfin, la confrontation des deux méthodes de mesures de retombées à l'aide des jauges de dépôt et des bryophytes terrestres s'accordent sur les principales conclusions : les résultats sont peu élevés sur l'ensemble de la zone à l'exception du Quai de Radicatel (côté « est ») où un impact plus important est observé concernant les retombées de métaux. Enfin, une pointe de dioxines / furanes est vue dans les bryophytes seulement sur le site rural de Touffreville – la –Câble, témoignant probablement d'un feu de déchets verts ou de matériaux.

¹ L'étude des risques sanitaires sur Port Jérôme est décrite dans le document : "Environnement & santé sur Port-Jérôme. Evaluation des risques sanitaires liés aux activités industrielles. Résultats de l'étude réalisée de 2007 à 2010. Synthèse détaillée. ARS, DREAL, Caux Vallée de Seine, Air Normand".

SOMMAIRE

1.	Sigles, symboles et abréviations	5
2.	Introduction	6
3.	Éléments nécessaires à la compréhension du document	6
3.1.	Définitions	6
3.2.	Contexte	7
3.3.	Approche choisie	7
3.4.	Matériel	9
3.5.	Méthode	10
3.6.	Origine des données	12
3.7.	Limites	12
4.	Déroulement	13
4.1.	Période de mesure	13
4.2.	Sites de mesure	13
4.3.	Rose des vents 2016	15
5.	Résultats	15
5.1.	Résultats bruts	15
5.2.	Résultats transformés	15
5.2.1.	Résultats de l'Antimoine (Sb) en 2016:	16
5.2.2.	Résultats de l'Arsenic (As) en 2016:	17
5.2.3.	Résultats du Cadmium (Cd) en 2016:	18
5.2.4.	Résultats du Chrome (Cr) en 2016:	19
5.2.5.	Résultats du Cobalt (Co) en 2016:	20
5.2.6.	Résultats du Cuivre (Cu) en 2016:	21
5.2.7.	Résultats du Manganèse (Mn) en 2016:	22
5.2.8.	Résultats du Nickel (Ni) en 2016:	23
5.2.9.	Résultats du Plomb (Pb) en 2016:	24
5.2.10.	Résultats du Vanadium (V) en 2016:	25
5.2.11.	Résultats du Zinc (Zn) en 2016:	26
5.2.12.	Résultats du Thallium (Tl) et du Sélénium (Se) en 2016:	27
5.2.13.	Résultats du Mercure (Hg) en 2016:	27
5.2.14.	Résultats des Dioxines / Furanes en 2016:	28
5.3.	Tendances observées sur 6 ans pour les métaux (entre 2011 et 2016)	29
5.4.	Comparaison avec d'autres sites de mesure en 2016	31
6.	Interprétation des résultats et discussion	32
7.	Conclusions	37
8.	Pages complémentaires	37
8.1.	Annexe 1 : Résultats des métaux dans les jauges (en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$)	38
8.2.	Annexe 2 : Résultats des dioxines / furanes dans les jauges (en pg TEQ OMS 2005 / m^2/jour)	40
8.3.	Annexe 3 : Résultats des métaux dans les bryophytes (en mg/Kg de MS)	42
8.4.	Annexe 4 : Résultats des dioxines / furanes dans les bryophytes (en pg TEQ-OMS 2005 / g) 43	
8.5.	Bibliographie	44

1. Sigles, symboles et abréviations

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

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

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

- $\text{mg}/\text{kg MS} = 10^{-3}\text{g}/\text{kg MS}$: milligramme par kilogramme de matière sèche
- $\text{pg}/\text{g MS} = 10^{-12}\text{g}/\text{g MS}$: picogramme par gramme de matière sèche

Symboles chimiques

Sb : Antimoine

As : Arsenic

Cd : Cadmium

Cr : Chrome

Co : Cobalt

Cu : Cuivre

Hg : Mercure

Mn : Manganèse

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 congénères reconnus les plus toxiques.

Expression des résultats de dioxines et furanes en équivalent toxique :

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

TEQ : Equivalent toxique (OMS 2005)²

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 Normandie)

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

GPMP : Grand Port Maritime de Rouen

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

UIOM : Unité d'Incineration des Ordures Ménagères

SEVEDE : Syndicat d'Elimination et de Valorisation Energétique des Déchets de l'Estuaire

ZI : Zone Industrielle

² Chacun des 17 congénères de dioxines et furanes est pondéré par un facteur d'équivalence de toxicité selon son degré de toxicité. Plusieurs organismes ont proposé des facteurs d'équivalence de toxicité (OTAN, OMS). Une révision des facteurs OMS 1998 a été faite en 2005. Les TEF OMS 2005 sont utilisés dans ce rapport. La somme des 17 congénères de dioxines et furanes est exprimée en équivalent toxique : TEQ - OMS 2005.

2. Introduction

Dans le cadre de son programme régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) 2017-2021, Atmo Normandie a proposé la mise en place d'un observatoire régional des retombées atmosphériques des dioxines / furanes et des métaux autour des incinérateurs de la Région, qui sont de leur côté tenus par arrêtés ministériels à une surveillance de l'impact de leurs rejets sur l'environnement. Afin d'avoir une vision plus globale des phénomènes de retombées, la surveillance est étendue aux zones industrielles et à leurs alentours.

Les campagnes de mesures des retombées sur la ZI de Port Jérôme et ses alentours de l'année 2016 s'inscrivent dans la continuité de la surveillance des retombées des métaux dans les jauges de dépôt initiée en 2011 sur ce secteur. En 2016, à la surveillance des retombées de métaux vient s'ajouter celle des dioxines / furanes afin de s'harmoniser avec ce qui se fait autour des autres incinérateurs de la Région et le test d'une autre méthode de mesure des retombées à savoir les bryophytes terrestres (bioindicateurs).

Ce rapport présente l'approche choisie pour la réalisation des campagnes de mesures, la méthodologie, le déroulement des campagnes ainsi que les résultats obtenus pour l'année 2016. Il est destiné en premier lieu à l'Association des Entreprises de Port Jérôme et sa Région et est rendu disponible sur le site www.atmonormandie.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 (ici les bryophytes terrestres) prélevés directement dans l'environnement et présents naturellement dans l'environnement du site. Les bryophytes sont prélevées sur le sol.

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 [1]).

Bryophyte (terrestre) : mousse terrestre utilisée comme indicateur biologique d'accumulation vis-à-vis des retombées atmosphériques d'aérocontaminants. Plusieurs espèces sont fréquemment utilisées [VIII] : *Pseudoscleropodium purum*, *Hypnum cupressiforme*, *Thuidium tamariscinum*, *Hylocomium splendens*, *Pleurozium schreberi*, parmi une liste d'au moins 34 espèces possibles à prélever pour la bioindication (Source : norme NF X 43-902).

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.

3.2. Contexte

Atmo Normandie travaille depuis 2009 à harmoniser les méthodes de mesures des retombées atmosphériques des dioxines / furanes et des métaux autour des installations d'incinération de la région, tenus par arrêtés ministériels à une surveillance de l'impact de leurs rejets sur l'environnement. Afin d'avoir une vision plus globale des phénomènes de retombées, cette surveillance est étendue aux zones industrielles de la région et à leurs alentours.

Dans la continuité de ce travail, le programme régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) pour les années 2017-2021 d'Atmo Normandie prévoit la mise en place d'un observatoire régional des retombées atmosphériques de dioxines / furanes et de métaux. 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".

Sur le secteur de Port Jérôme, plusieurs campagnes de mesures exploratoires des métaux dans les retombées atmosphériques (jauges et lichens) ont déjà été réalisées depuis 2011 sur l'ensemble de la ZI de Port Jérôme et de Radicatel et ses alentours, dans le cadre de l'évaluation des risques sanitaires (ERS) de la zone industrielle de Port Jérôme, et de ses suites.

Les résultats ont montré des retombées de métaux qui ne sortent pas des valeurs habituelles, à l'exception d'un site fortement impacté par des retombées de nickel notamment, à proximité directe d'une activité portuaire. Atmo Normandie s'est, à cette occasion, rapproché du GPMR afin de l'en informer et d'en mieux comprendre l'origine.

Les orientations proposées pour l'année 2016 sont :

- de continuer la mesure des retombées atmosphériques des métaux sur l'ensemble de la zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours, afin d'enrichir la base de données régionale, tout en permettant à l'incinérateur ECOSTU'AIR de répondre à ses obligations réglementaires,
- de densifier les points d'échantillonnage sur le site du quai de Radicatel impacté par des retombées de nickel (parmi d'autres métaux) afin d'en mieux comprendre l'origine,
- de compléter la surveillance par la mesure des dioxines / furanes, qui n'était pas réalisée jusqu'alors sur le secteur de Port Jérôme,
- et de tester une autre méthode de bioindication par bryophytes terrestres.

3.3. Approche choisie

Choix des polluants :

Le choix des polluants s'appuie sur les préconisations de l'INERIS dans son guide de la surveillance environnementale des incinérateurs [1] et découle des obligations réglementaires des installations d'incinérations. Ainsi, les principaux polluants d'intérêt à suivre dans l'environnement sont les dioxines / furanes et les métaux.

Mesures dans les retombées atmosphériques:

La surveillance préconisée par l'INERIS autour des incinérateurs concerne 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.

Le suivi des polluants dans les retombées atmosphériques est effectué ici :

- 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 bryophytes terrestres sont ainsi utilisées ici pour la bioaccumulation des contaminants atmosphériques métalliques et organiques. Il s'agit d'une approche passive puisque les organismes sont prélevés in situ.

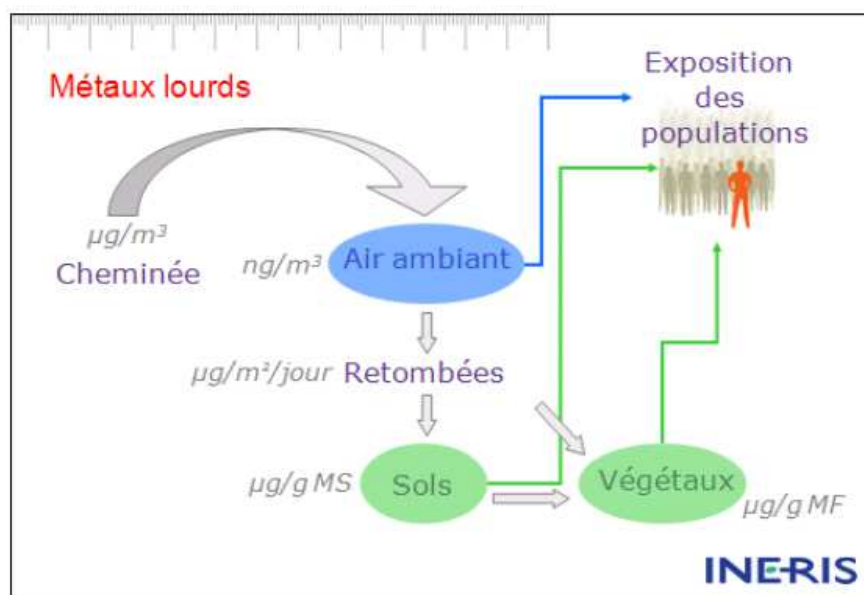
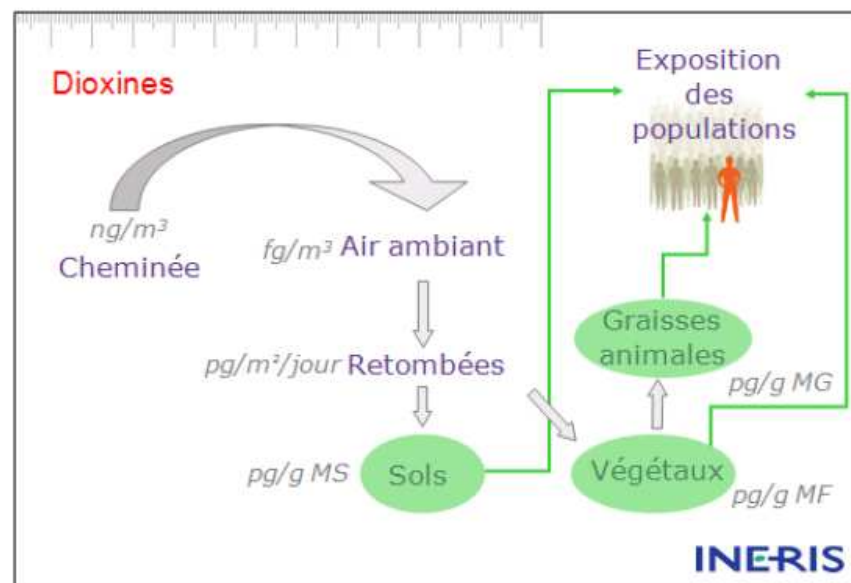


Figure 1 : Mécanismes de transfert dans l'environnement – source : INERIS

Choix des sites d'échantillonnage :

L'implantation des sites de mesures s'appuie sur les préconisations de l'INERIS dans son guide de la surveillance environnementale des incinérateurs [1]. Ainsi, le principe est de chercher à disposer de sites visant des objectifs de surveillance bien définis :

- points d'impact maximal sous les vents de l'incinérateur Ecostu'air de Saint Jean de Folleville, et de l'incinérateur E.P.R. de la ZI de Lillebonne,
- points d'impact de la zone industrielle de Port Jérôme,
- points sous les vents de l'émetteur portuaire identifié sur le secteur de Radicatel,
- points urbains d'intérêt du point de vue de l'exposition des personnes et des personnes sensibles (secteurs habités, jardins familiaux),
- témoins du niveau de fond rural (Touffreville-la-Câble, Maison du Parc de Brotonne),
- témoin de la proximité au trafic routier et poids lourds (A13 à Tourville la Rivière).

Choix des périodes 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 prendre en compte la variabilité saisonnière des retombées afin d'obtenir une représentativité assez fidèle des retombées sur l'année entière.

L'exception est le site à proximité directe de l'activité portuaire qui, lui, est échantillonné tout au long de l'année, afin de mieux comprendre quel type d'activité est à l'origine des retombées importantes de nickel notamment sur ce point.

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

3.4. Matériel

Pour les jauges :

Les mesures des retombées atmosphériques sont réalisées à l'aide de jauges de dépôt :

- des jauges OWEN en verre pour la mesure des dioxines / furanes, d'une contenance de 20 litres surmontées d'un entonnoir et emballées d'aluminium afin de les protéger de la lumière. Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire.
- des collecteurs BERGERHOFF en matière plastique, pour la mesure des métaux, d'une contenance de 2 litres, doublés sur chaque site. Les échantillons sont ensuite analysés en laboratoire.



Figure 2 : Exemple de photographie des jauges de dépôt

Pour les bryophytes terrestres :

Les photos ci-dessous montrent l'étape du prélèvement par Biomonitor (7 Lieu-dit Les Baraques 54890 Chambley-Bussières) ainsi que les deux espèces essentiellement prélevées (source Biomonitor)



Brachythecium rutabulum



Scleropodium purum

Figure 3 - Prélèvement de bryophytes terrestres- Photos Biomonitor

3.5. Méthode

3.5.1. Méthode de mesure

La mesure des retombées atmosphériques dans les jauges de dépôt s'appuie sur les normes suivantes (complémentaires) :

- o Retombées atmosphériques totales : Norme NF X 43014 de novembre 2003 ;
- o Dépôts de métaux (Arsenic, Cadmium, Nickel, Plomb) : Norme NF-EN15841 de janvier 2010, étendue aux autres métaux.

Les analyses sont confiées au laboratoire de Rouen (groupe ALPA Chimies), 49 rue Mustel, BP 4063 76022 Rouen Cedex 3. Les méthodes d'analyses utilisées par le laboratoire de Rouen sont les suivantes :

- o Pour les dioxines / furanes : analyse par chromatographie en phase gazeuse couplée à spectrométrie de masse haute résolution, combinée à méthode de dilution isotopique (Norme NF EN 1948-2,1948-3),
- o Pour les métaux : spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif (ICP-MS) selon la norme NF EN ISO 17294-2.

Pour les bryophytes terrestres : La méthode de mesure des retombées atmosphériques dans les bryophytes suit la norme de l'AFNOR NF EN 16414 (2014). L'étude est confiée à la société BIOMONITOR (7 Lieu-dit Les Baraques 54890 Chambley-Bussières).

Le prélèvement et l'analyse sont décrits dans le rapport 16-RA-07-LO-04 de Biomonitor (voir des extraits ci-dessous) :

"L'échantillonnage des mousses terrestres est effectué sur des surfaces représentant plusieurs dizaines de m². Sur chaque station, les sous-échantillons sont répartis de façon homogène sur l'ensemble de la surface sélectionnée afin d'être représentatifs de la zone. Ils forment ainsi un échantillon composite relatif à une station de mesures.

Les mousses sont collectées à l'aide de gants non talqués et conditionnées dans des sachets alimentaires codés.

Après la collecte, les échantillons de mousses sont préparés au laboratoire (Micropolluants Technologie à Saint Julien-lès-Metz) :

- les mousses sont d'abord nettoyées (les débris de litière, feuilles, brindilles, et particules de sol sont enlevés) mais non lavées afin d'éviter le relargage éventuel des éléments qu'elles contiennent ;
- triées en sélectionnant pour chaque brin la pousse de l'année (partie apicale d'environ 2 cm représentatif de 6 mois à 1 an d'exposition). " (source Biomonitor).

"Les analyses de dioxines/furanes sont réalisées au laboratoire (Micropolluants Technologie à Saint Julien-lès-Metz) par chromatographie gazeuse haute résolution avec spectromètre de masse haute résolution (HRGC/HRMS) selon la norme US EPA 1613.

Les analyses de métaux (à l'exception du mercure) sont réalisées après extraction acide par plasma à couplage inductif avec détecteur de spectrométrie de masse (ICP-MS), procédé effectué selon la méthode interne MOp C4/18 V9 au laboratoire d'analyses. Pour le cas spécifique du mercure, l'analyse est réalisée par spectrométrie de fluorescence atomique (AFS) selon la méthode interne MOp C-4/47 V4 et NF EN ISO 17852." (source Biomonitor).

3.5.2. Méthode d'interprétation des résultats des retombées atmosphériques :

Il n'existe pas de valeur réglementaire française sur ce type de données dans les jauges. Afin de situer les teneurs obtenues, celles-ci sont comparées :

- aux valeurs repères régionales (médiane et percentile 95) calculées sur la base de données d'Atmo Normandie. Cette base de données comprend 500 échantillonnages pour les métaux et 326 pour les dioxines / furanes, sur la région entre 2009 et 2015),
- aux seuils du BRGM (2011) pour les dioxines / furanes :

Typologie	Dépôts atmosphériques totaux en PCDD/F pg TEQ/m ² /jour
Bruit de fond urbain et industriel	0-5
Environnement impacté par des activités anthropiques	5-16
Proximité d'une source	>16

- Pour les métaux, les niveaux obtenus sont situés en les comparant à l'historique des mesures réalisées depuis 2011 à Port Jérôme.

Pour les bryophytes terrestres, les résultats sont comparés aux valeurs repères proposées par Biomonitor (en particulier, pour chaque polluant, le percentile 98 de sa base de données).

3.5.3. Blancs terrains

Un blanc terrain est un échantillon transporté vers le site d'échantillonnage, conservé à côté des mesures durant la période d'échantillonnage mais ne subissant aucun prélèvement. Il est retourné au laboratoire d'analyse et traité de la même façon que les échantillons ayant servi aux prélèvements. Ainsi, dans le cas des jauges de dépôt, un blanc terrain est réalisé à chaque période d'échantillonnage, pour chaque type de mesure dans les retombées atmosphériques. Il permet de contrôler si une éventuelle pollution a eu lieu lors des étapes de préparation, transport, manipulation, analyse.

3.6. Origine des données

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

Les données de pollution dans les bryophytes terrestres proviennent du rapport 16-RA-07-LO-04 de BIOMONITOR (7 Lieu-dit Les Baraques 54890 Chambley-Bussières).

3.7. Limites

Il n'existe pas à l'heure actuelle de valeur cible ni limite réglementaire française sur laquelle s'appuyer pour interpréter les résultats de retombées dans les jauges ni dans les bryophytes terrestres.

4. Déroulement

4.1. Période de mesure

La campagne de mesure s'est déroulée au cours de l'année 2016, selon le calendrier suivant :

- Pour les jauges de dépôt sur l'ensemble du secteur de Port Jérôme:

Période d'hiver		Période d'été	
Début	Fin	Début	Fin
mardi 26/01/16	mardi 22/03/16	mardi 28/06/16	mardi 30/08/16

- Pour les jauges de dépôt sur les deux sites A et B sur le Quai de Radicatel, et sur le témoin rural:

Dates de pose et retrait des jauges en continu tout au long de l'année						
mardi 26/01/16	mardi 22/03/16	mardi 10/05/16	mardi 28/06/16	mardi 30/08/16	mardi 18/10/16	mardi 06/12/16

La période d'hiver généralisée à tous les sites est colorée en vert, et la période d'été en orange.

- Pour les bryophytes terrestres :

Les prélèvements sont effectués par BIOMONITOR le 30 mars 2016.

4.2. Sites de mesure

En 2016, 15 sites de mesures (dans les jauges et les bryophytes) sont répartis sur la zone industrielle de Port Jérôme, sur le secteur de Radicatel et leurs alentours dont le site témoin rural (hors zone d'étude) de la Maison du Parc de Brotonne.

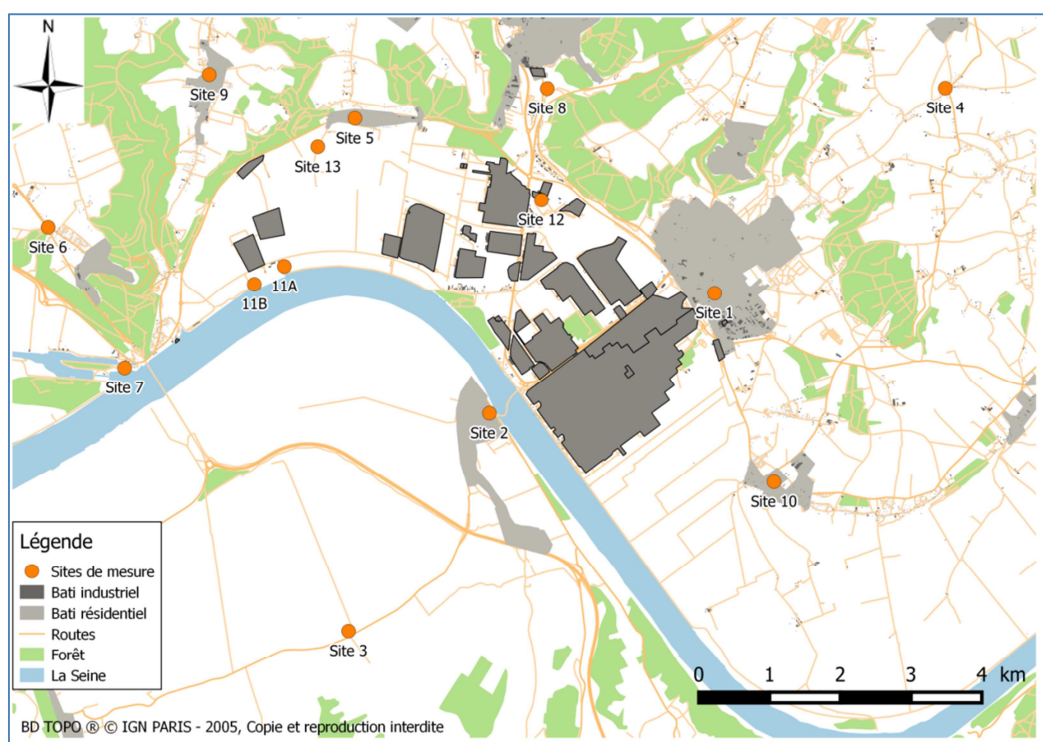


Figure 4 : Sites de mesure sur la ZI de Port Jérôme, de Radicatel et leurs alentours



Figure 5 : Site de mesure (numéro 19) témoin rural en dehors de la zone d'étude

Numéro de site	Commune	Emplacement
Site 1	Notre-Dame de Gravenchon	Police municipale
Site 2	Quillebeuf sur Seine	Rue de la Grande Vallée
Site 3	Saint Aubin sur Quillebeuf	Ferme des herbages
Site 4	Touffreville-la-câble	Bassin d'orage
Site 5	Radicatel village (Saint Jean de Folleville)	Grande Route
Site 6	Tancarville haut	Bassin d'orage
Site 7	Tancarville bas	Nouvelle Ecluse
Site 8	Lillebonne	LMI (Maison de l'Intercommunalité)
Site 9	Saint Nicolas de la Taille	Presbytère
Site 10	Petiville	Services techniques
Site 11A	Quai de Radicatel	Côté est - Roll Manutention
Site 11B	Quai de Radicatel	Côté ouest
Site 12	ZI de Lillebonne	ZAC Les compas
Site 13	Radicatel (Saint Jean de Folleville)	Chemin au sud de Radicatel
Site 19 - Témoin rural	Notre Dame de Bliquetuit	Maison du Parc

4.3. Rose des vents 2016

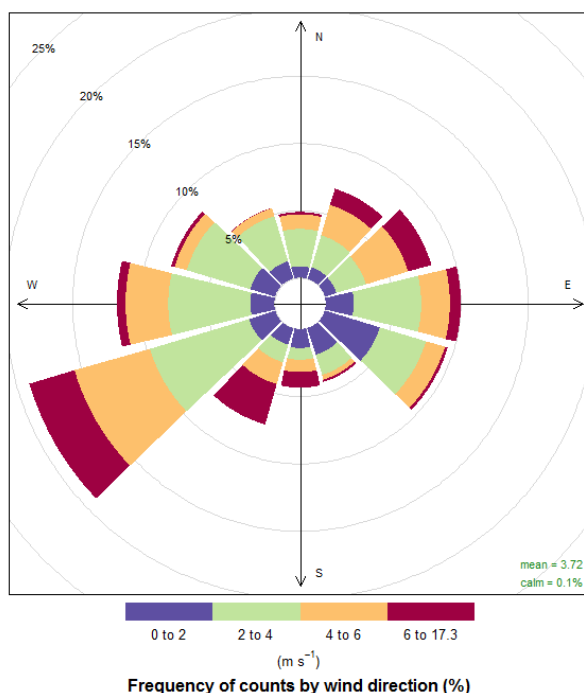


Figure 6 : Rose des vents annuelle 2016
(Station météo d'Atmo Normandie TDF à Notre-Dame de Gravenchon)

Commentaire : Les vents dominants viennent du sud-ouest.

5. Résultats

5.1. Résultats bruts

Pour les jauges : Les résultats d'analyses fournis par le laboratoire sont exprimés en pg I-TEQ/échantillon (pour les dioxines / furanes) et en μg /échantillon (pour les métaux). Ils sont disponibles sur simple demande auprès d'Atmo Normandie : contact@atmonormandie.fr. Ces résultats sont ensuite exprimés par Atmo Normandie en "unités des dépôts de dioxines / furanes et de métaux" en divisant par la surface d'échantillonnage et par la durée d'exposition pour obtenir des pg I-TEQ/m²/jour (dioxines / furanes) et des μg /m²/jour (métaux).

Pour les bryophytes terrestres : Les résultats d'analyses fournis par BIOMONITOR sont exprimés :

- en pg OMS-TEQ/g de MS pour les dioxines / furanes (OMS 1998, puis convertis en OMS 2005 par Atmo Normandie),
- et en mg/kg de matière sèche (pour les métaux).

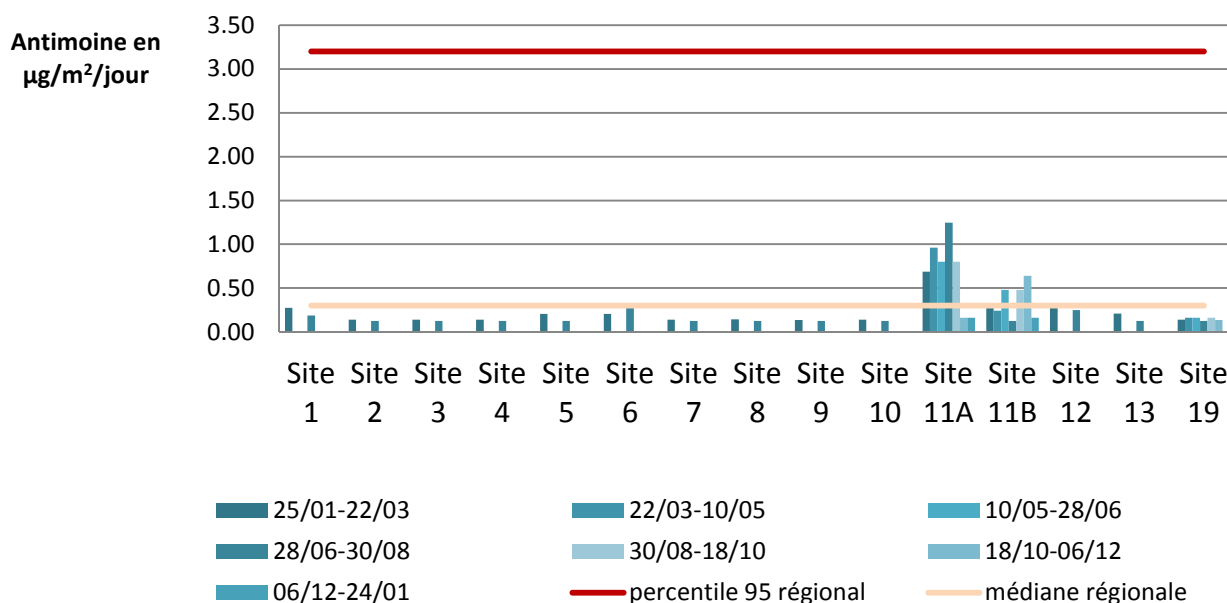
5.2. Résultats transformés

Les résultats de l'année 2016 sont présentés sur l'ensemble des sites, dans les graphiques ci-dessous, polluant par polluant, et avec les deux méthodes de mesure.³

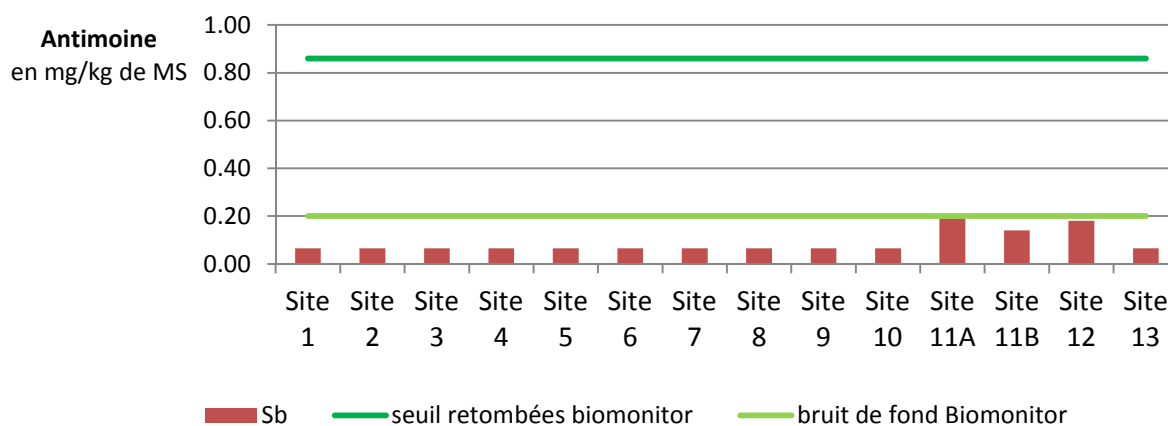
³ La localisation des sites de mesure est présentée sur les figures 4 et 5. Les seuils repères régionaux pour les jauges sont récapitulés dans le tableau 2.

5.2.1. Résultats de l'Antimoine (Sb) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



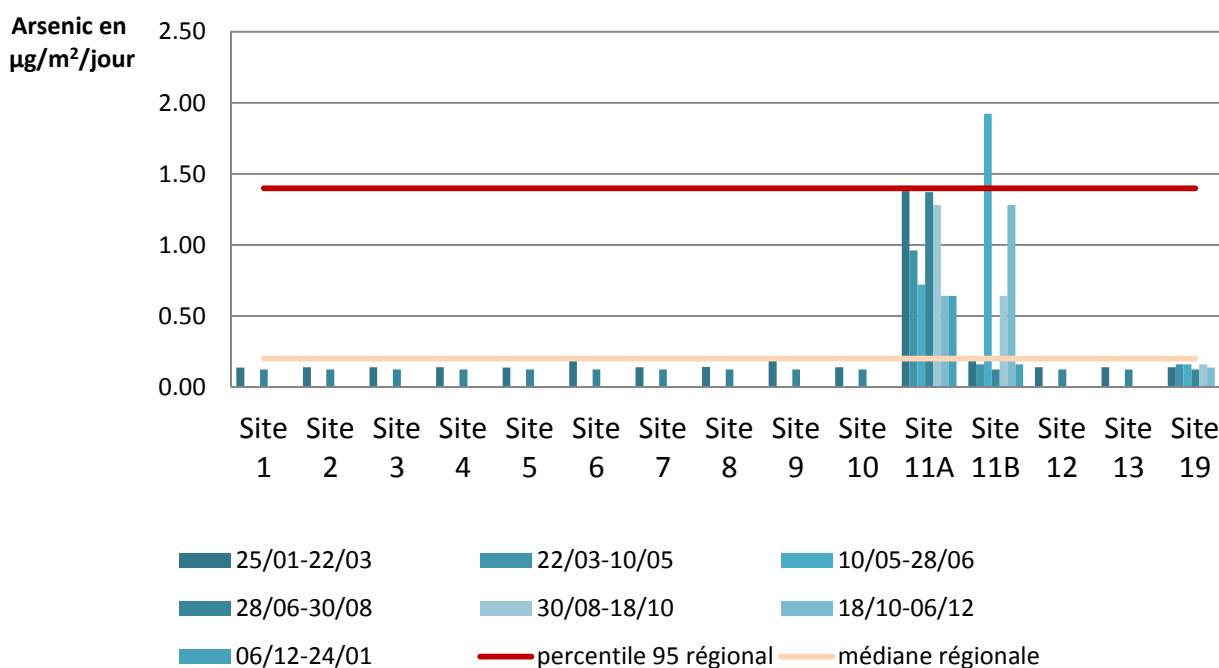
source : Biomonitor

. Commentaire :

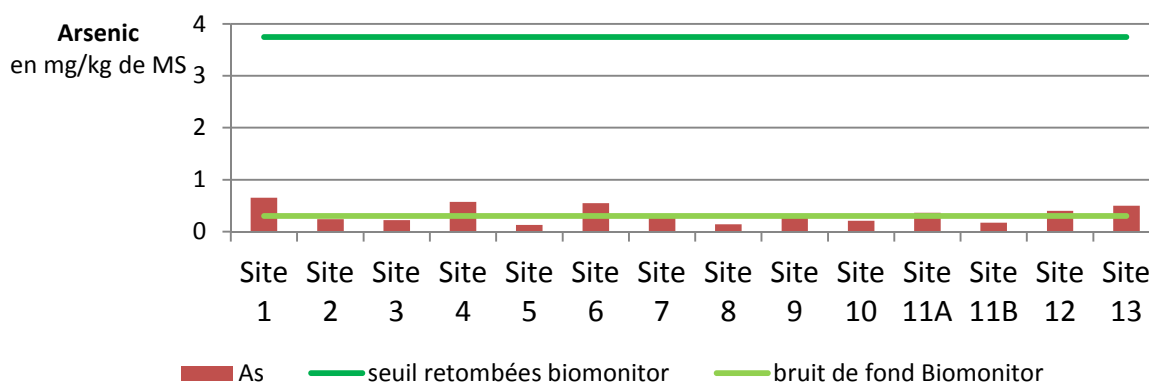
Les résultats montrent des retombées d'antimoine inférieures aux seuils repères, que ce soit dans les jauges (inférieures au percentile 95 de la base de données régionale 2009-2015) ou dans les bryophytes terrestres (inférieures au seuil de retombées de Biomonitor). Cependant, des teneurs d'antimoine un peu plus fortes que le niveau médian régional sont mesurées dans les jauges sur le site portuaire du quai de Radicatel (11A surtout et 11B). Dans les bryophytes, les teneurs sont quantifiées sur ces sites (11A et 11B) ainsi qu'en ZI de Lillebonne (site 12).

5.2.2. Résultats de l'Arsenic (As) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



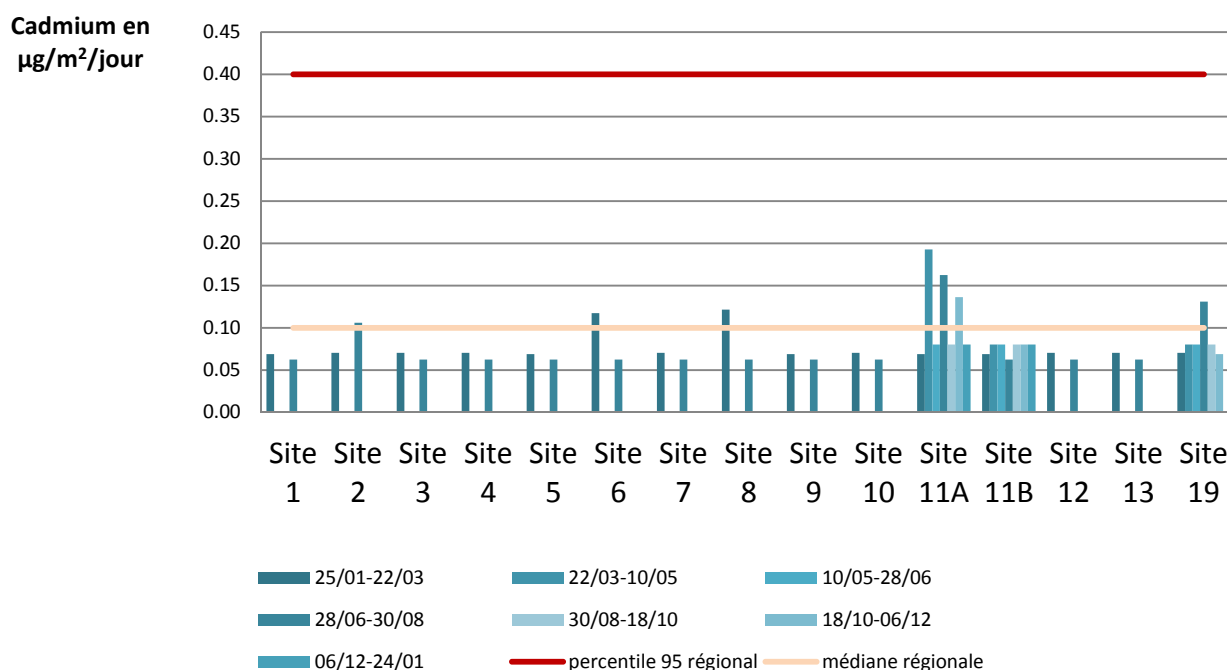
source : Biomonitor

. Commentaire :

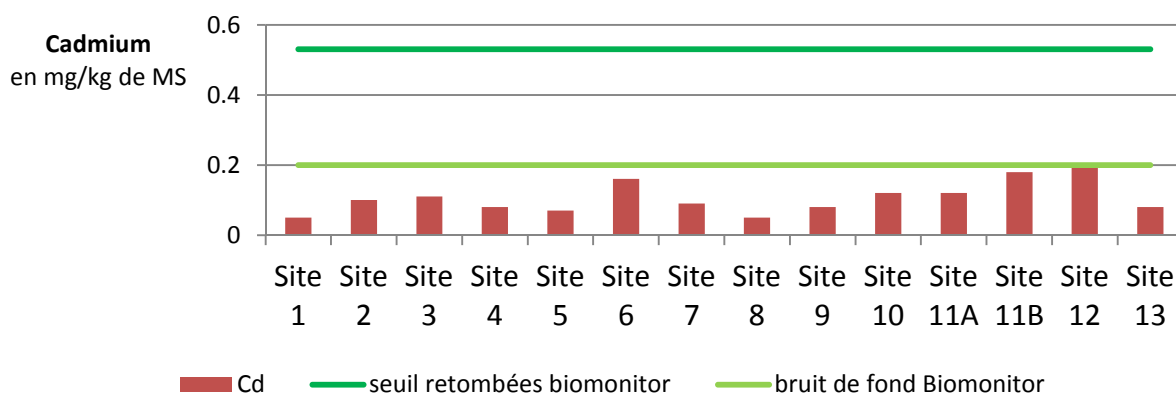
Les résultats d'arsenic dans les jauges indiquent clairement des teneurs élevées, lors de plusieurs prélèvements, sur le quai de Radicatel (11A et 11B), égales ou supérieures au seuil repère du percentile 95 régional, alors que les valeurs d'arsenic sont faibles partout ailleurs. Ces retombées d'arsenic ne se retrouvent pas dans les bryophytes, dans lesquelles le seuil de retombées proposé par Biomonitor n'est pas dépassé.

5.2.3. Résultats du Cadmium (Cd) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



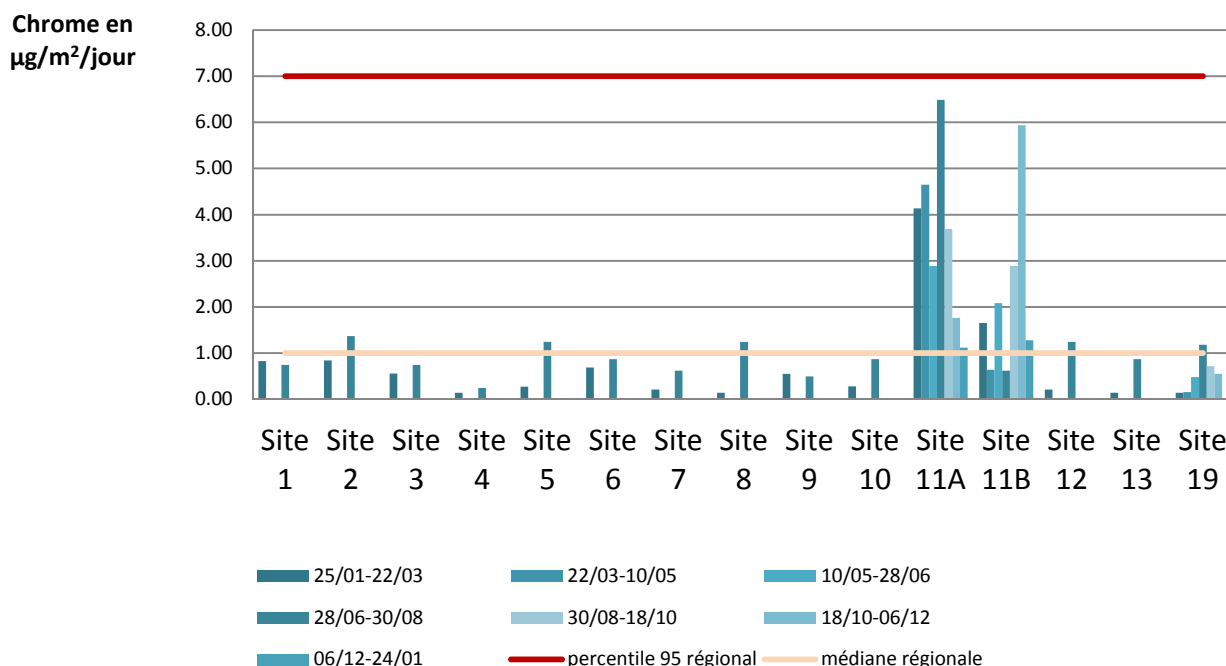
source : Biomonitor

. Commentaire :

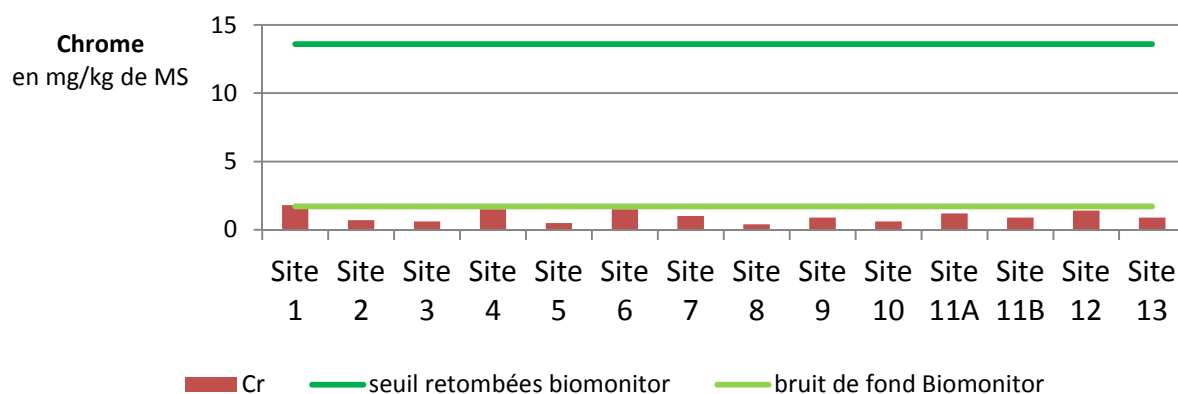
Les retombées de cadmium sont inférieures aux seuils repères sur tous les sites, que ce soit dans les jauges (inférieures au percentile 95 de la base de données régionale 2009-2015) ou dans les bryophytes terrestres (inférieures au seuil de retombées de Biomonitor). Quelques valeurs dans les jauges sont supérieures au seuil médian régional, notamment sur le Quai de Radicatel 11A.

5.2.4. Résultats du Chrome (Cr) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



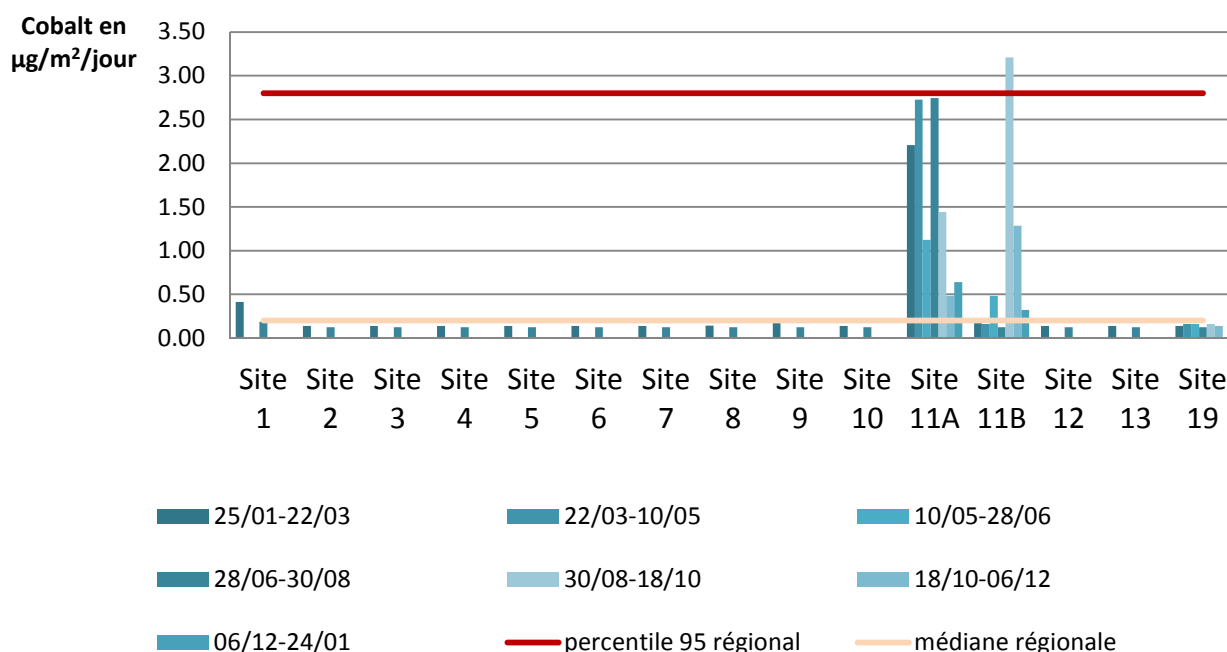
source : Biomonitor

. Commentaire :

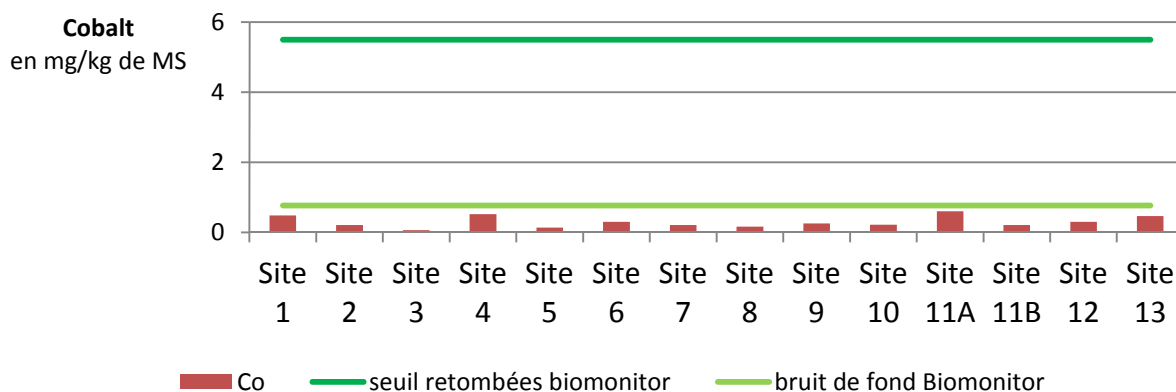
Les retombées de chrome sont inférieures aux seuils repères sur tous les sites, que ce soit dans les jauges (inférieures au percentile 95 de la base de données régionale 2009-2015) ou dans les bryophytes terrestres (inférieures au seuil de retombées de Biomonitor). Cependant, les valeurs dans les jauges sont nettement supérieures au seuil médian régional, sur le Quai de Radicatel (sites 11A et 11B).

5.2.5. Résultats du Cobalt (Co) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



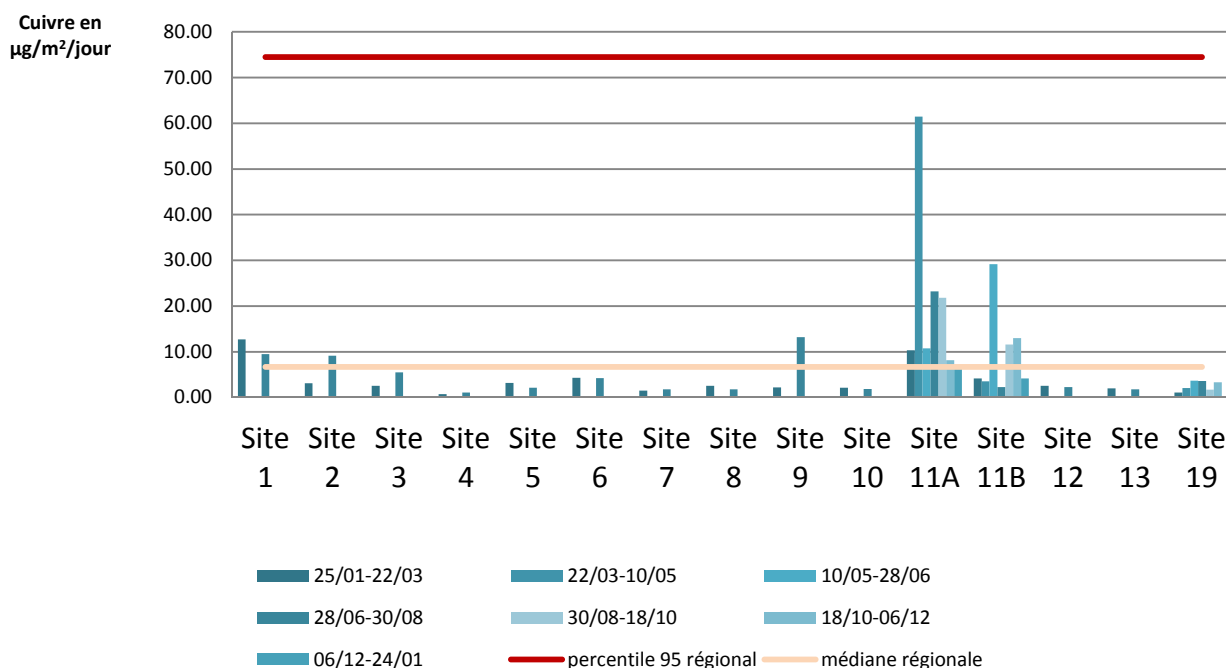
source : Biomonitor

. Commentaire :

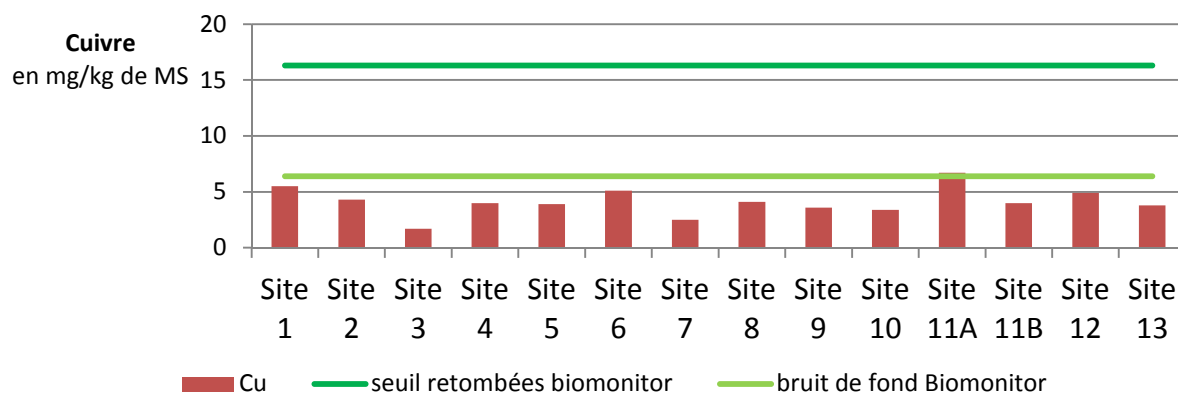
Comme pour plusieurs autres métaux, le quai de Radicatel est le seul site qui enregistre des retombées significatives de cobalt dans les jauges, à des teneurs proches voire supérieure au seuil repère (percentile 95 régional). Par contre, aucune retombée de cobalt n'est significative dans les bryophytes.

5.2.6. Résultats du Cuivre (Cu) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



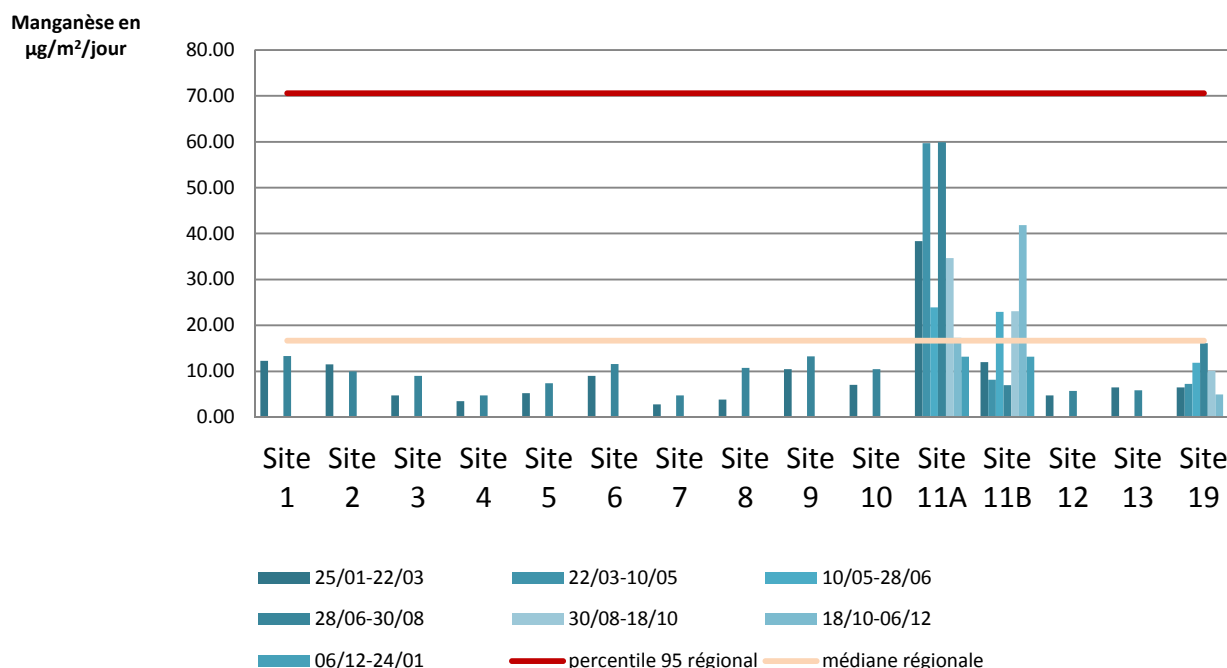
source : Biomonitor

. Commentaire :

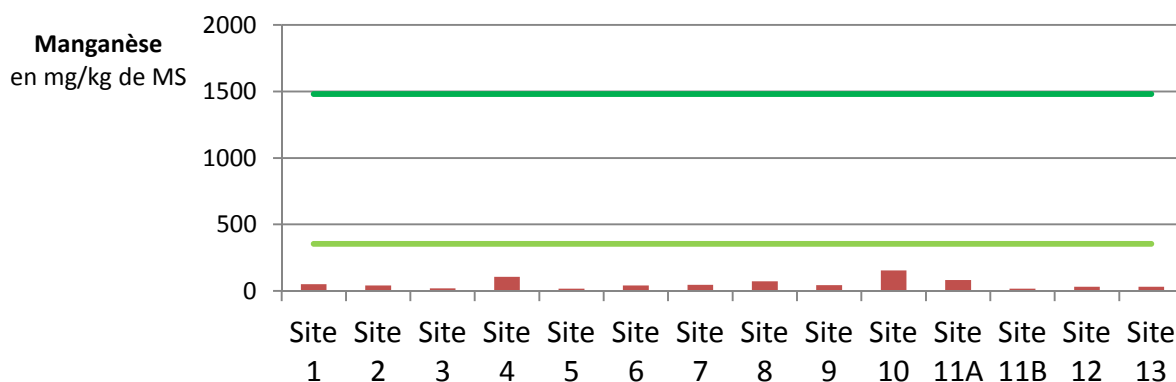
Aucun dépassement n'est enregistré pour le cuivre, ni du percentile 95 régional dans les jauges, ni du seuil de retombées de Biomonitor dans les bryophytes. Un surcroît de cuivre est cependant observé sur le quai de Radicatel dans les jauges par rapport à la médiane régionale.

5.2.7. Résultats du Manganèse (Mn) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



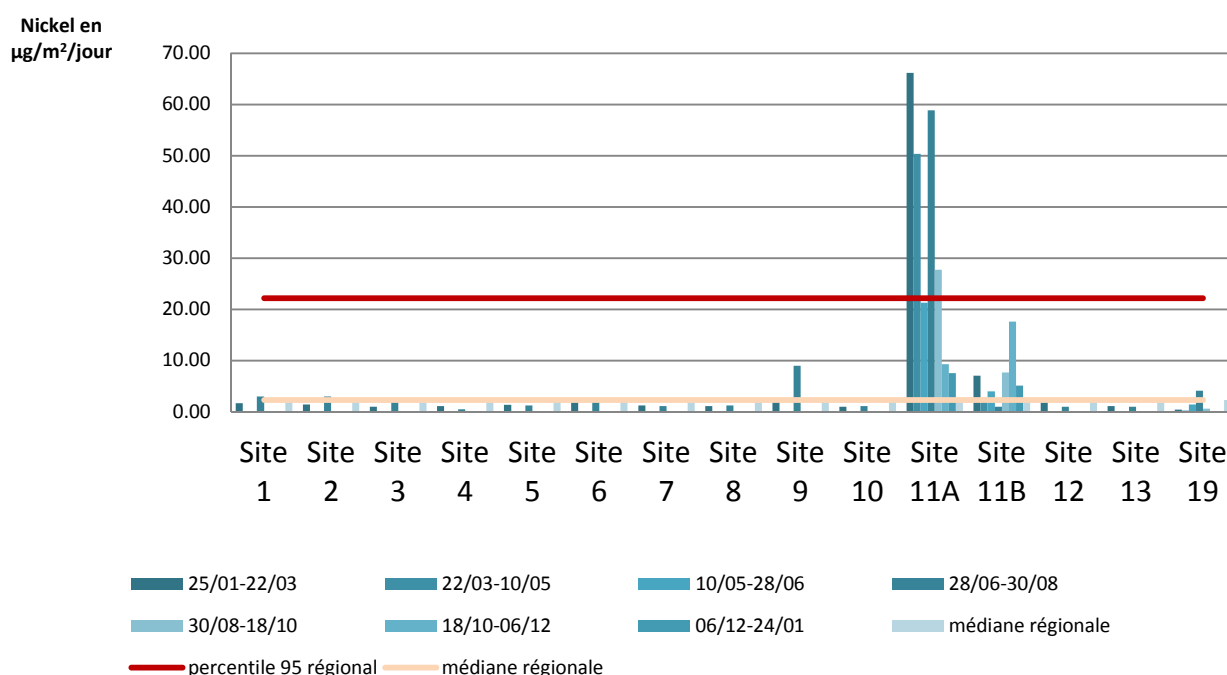
source : Biomonitor

. Commentaire :

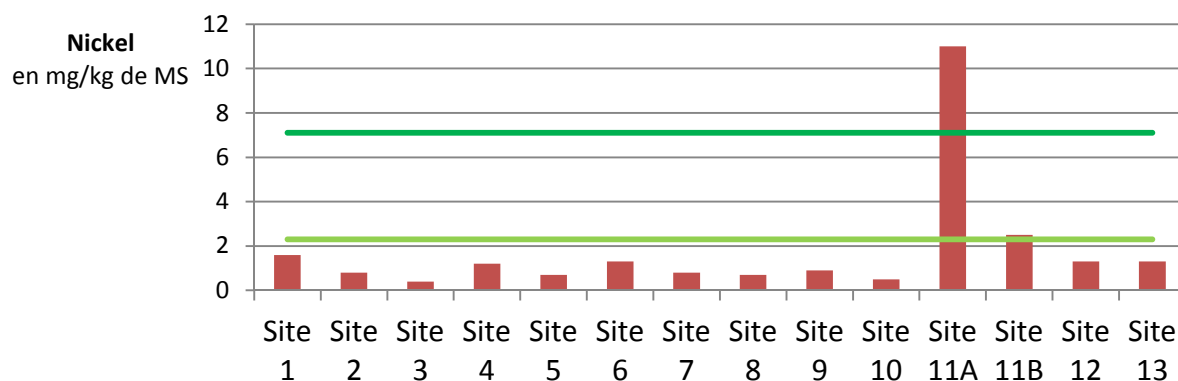
Aucun dépassement n'est enregistré pour le manganèse, ni du percentile 95 régional dans les jauges, ni du seuil de retombées de Biomonitor dans les bryophytes. Comme pour le cuivre, un surcroît de manganèse est cependant observé sur le quai de Radicatel dans les jauges par rapport à la médiane régionale.

5.2.8. Résultats du Nickel (Ni) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



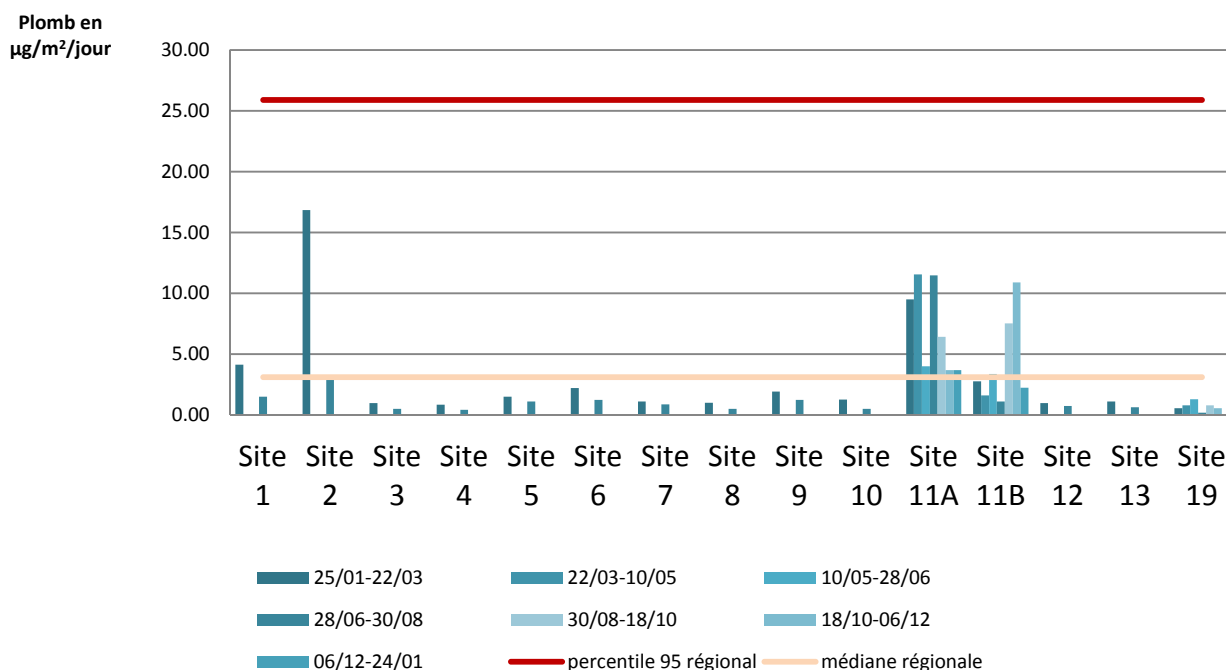
source : Biomonitor

. Commentaire :

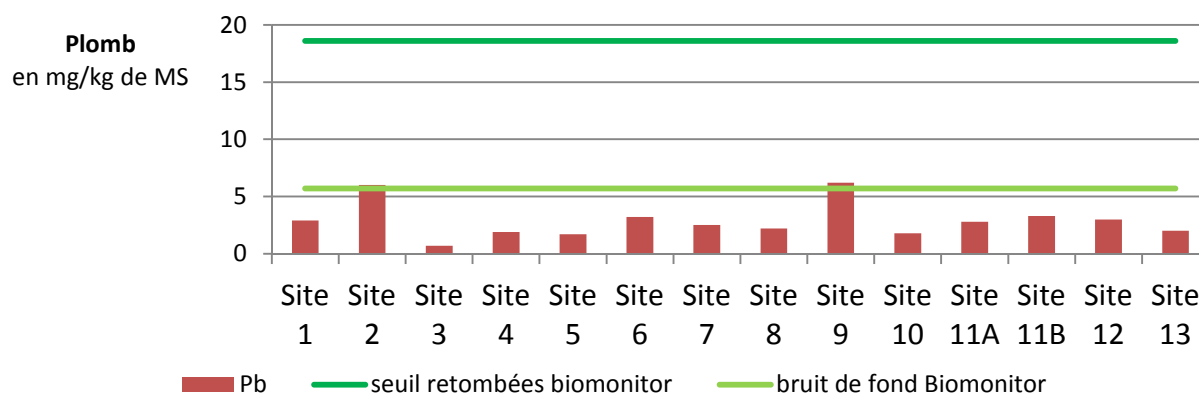
Les retombées de nickel sur le quai de Radicatel (site 11A) dépassent à la fois le seuil repère du percentile 95 régional dans les jauges, et le seuil de retombées de Biomonitor dans les bryophytes. Ces dépassements témoignent d'une forte pollution au nickel dans les dépôts. Un surcroît de nickel est aussi observé sur le quai de Radicatel (site 11B), mais dans une moindre mesure et sans dépassement de ces seuils repères.

5.2.9. Résultats du Plomb (Pb) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



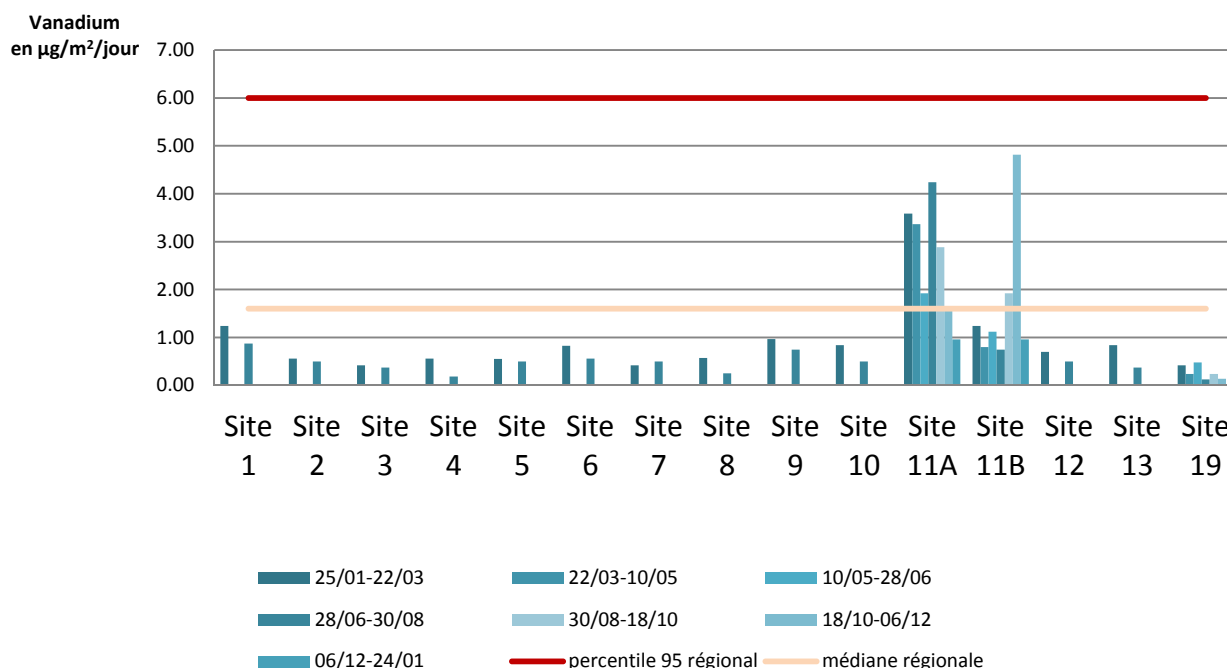
source : Biomonitor

. Commentaire :

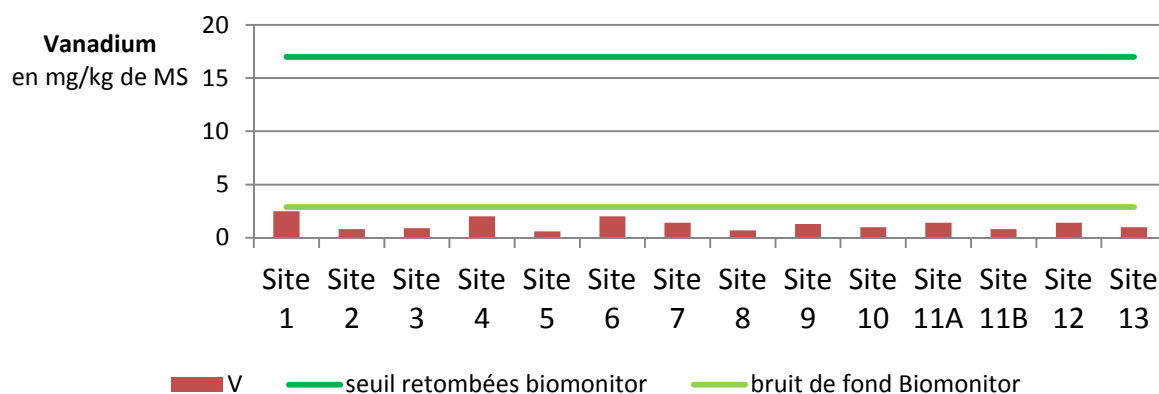
Les résultats du plomb dans les retombées ne dépassent pas les seuils repères : ni le percentile 95 régional dans les jauges, ni le seuil de retombées de Biomonitor dans les bryophytes. Les retombées de plomb sont un peu plus élevées sur le quai de Radicatel que la médiane régionale. C'est le cas aussi occasionnellement pour l'une des mesures à Quillebeuf-sur-Seine (site 2).

5.2.10. Résultats du Vanadium (V) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



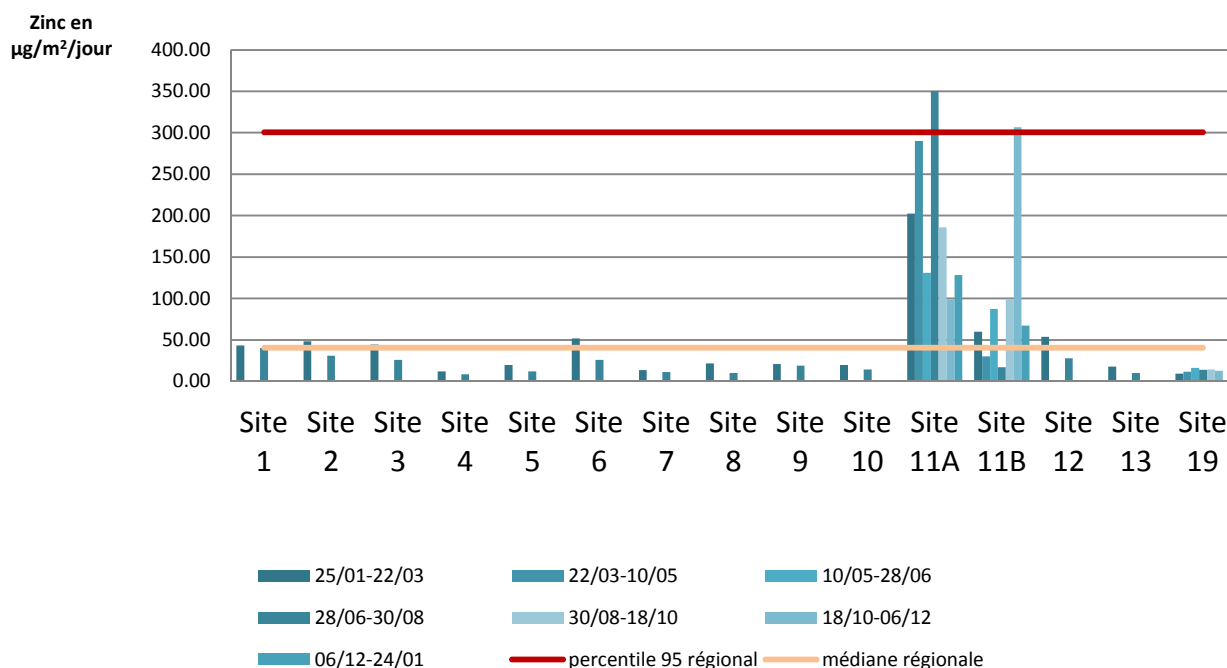
source : Biomonitor

. Commentaire :

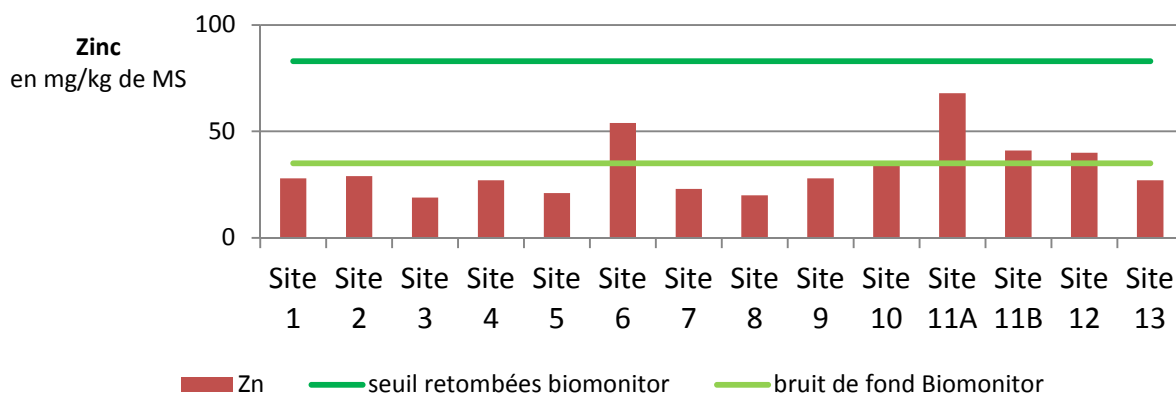
A l'exception du quai de Radicatel, sites 11 A et B (sur lequel les dépôts de vanadium sont plus élevés que la médiane régionale, sans toutefois dépasser le percentile 95 régional), les résultats du vanadium indiquent des faibles teneurs sur tous les sites.

5.2.11. Résultats du Zinc (Zn) en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



source : Biomonitor

. Commentaire :

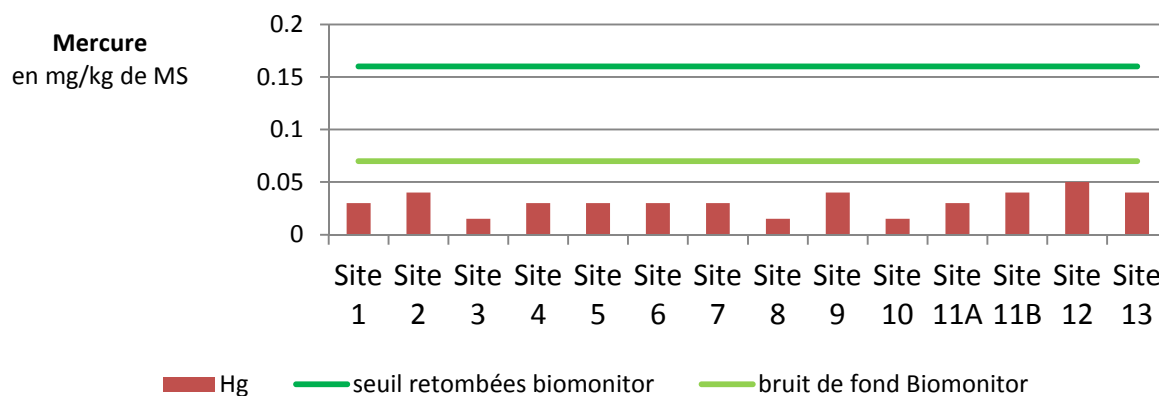
Les retombées de zinc sont significativement plus élevées sur le quai de Radicatel. En effet, elles y sont supérieures à la médiane régionale, et à deux reprises plus élevées que le percentile 95 régional. Dans les bryophytes, les résultats du zinc sont supérieurs au bruit de fond en situation portuaire (quai de Radicatel), en ZI de Lillebonne (site 12) et à Tancarville (site 6).

5.2.12. Résultats du Thallium (Tl) et du Sélénium (Se) en 2016:

En 2016, le thallium et le sélénium sont systématiquement en dessous de la limite de quantification, comme les années précédentes.

5.2.13. Résultats du Mercure (Hg) en 2016:

. Dans les bryophytes terrestres :



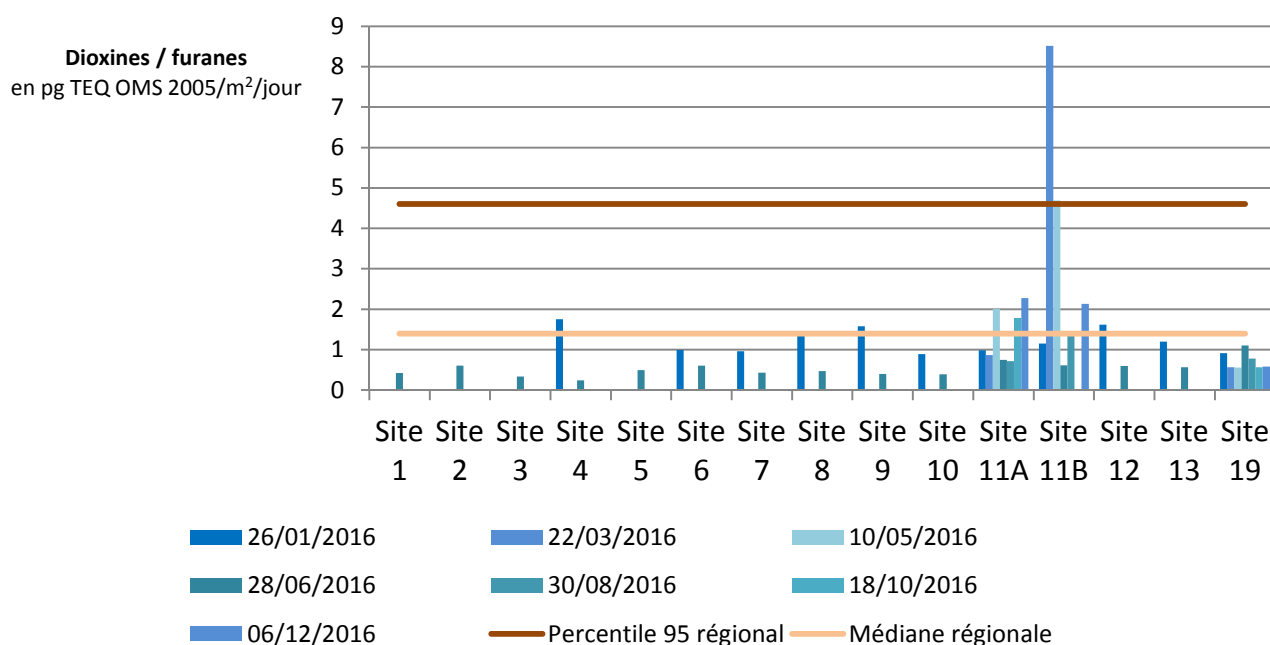
source : Biomonitor

. Commentaire :

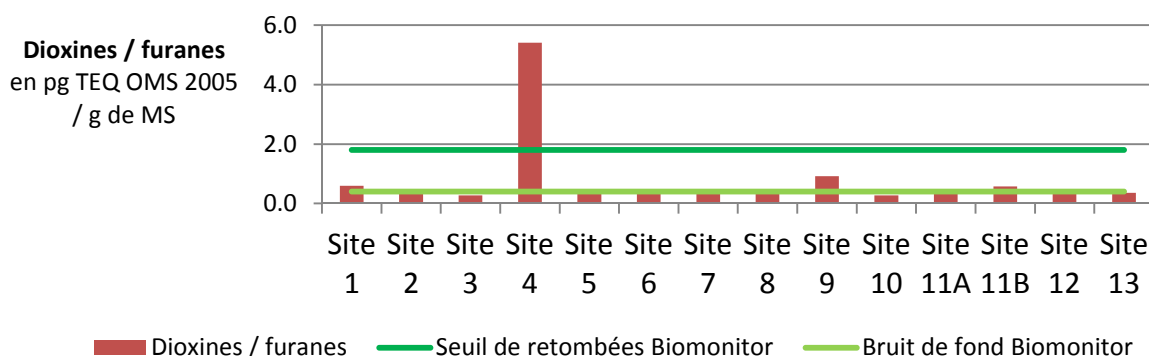
Les retombées de mercure sont mesurées seulement dans les bryophytes. Elles sont faibles, par rapport au niveau de fond proposé par Biomonitor et à fortiori par rapport au seuil de retombées.

5.2.14. Résultats des Dioxines / Furanes en 2016:

. Dans les jauges de dépôt:



. Dans les bryophytes terrestres :



source : Biomonitor

. Commentaire :

Les retombées dans les jauges montrent l'existence d'une activité émettrice de dioxines / furanes du côté du site 11B du Quai de Radicatel. En effet, à certaines périodes (du 23 mars au 10 mai 2016), le percentile 95 de la base de données régionale est dépassé. Ce constat dans les jauges n'est pas confirmé par l'analyse des bryophytes prélevées par Biomonitor le 30 mars 2016. Une explication possible est que les événements qui ont engendré les retombées de dioxines / furanes, par exemple des feux sauvages de matériaux, ont eu lieu après cette date. Ainsi, une seule mesure est significativement élevée dans les bryophytes⁴ sur le site rural de Touffreville-la-Câble (site 4). A nouveau, l'hypothèse d'un feu de végétaux ou de matériaux peut être avancée pour expliquer ce résultat.

⁴ Exprimés en TEQ OMS 1998, le seuil de retombées proposé par Biomonitor est 2 pg/g et le bruit de fond est 0,60 pg/g.

5.3. Tendances observées sur 6 ans pour les métaux (entre 2011 et 2016)

Dépôts dans les jauges - En $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$

Notre-Dame de Gravenchon (site 1)
(24 prélèvements sur un pas de temps non régulier entre 2011 et 2016)

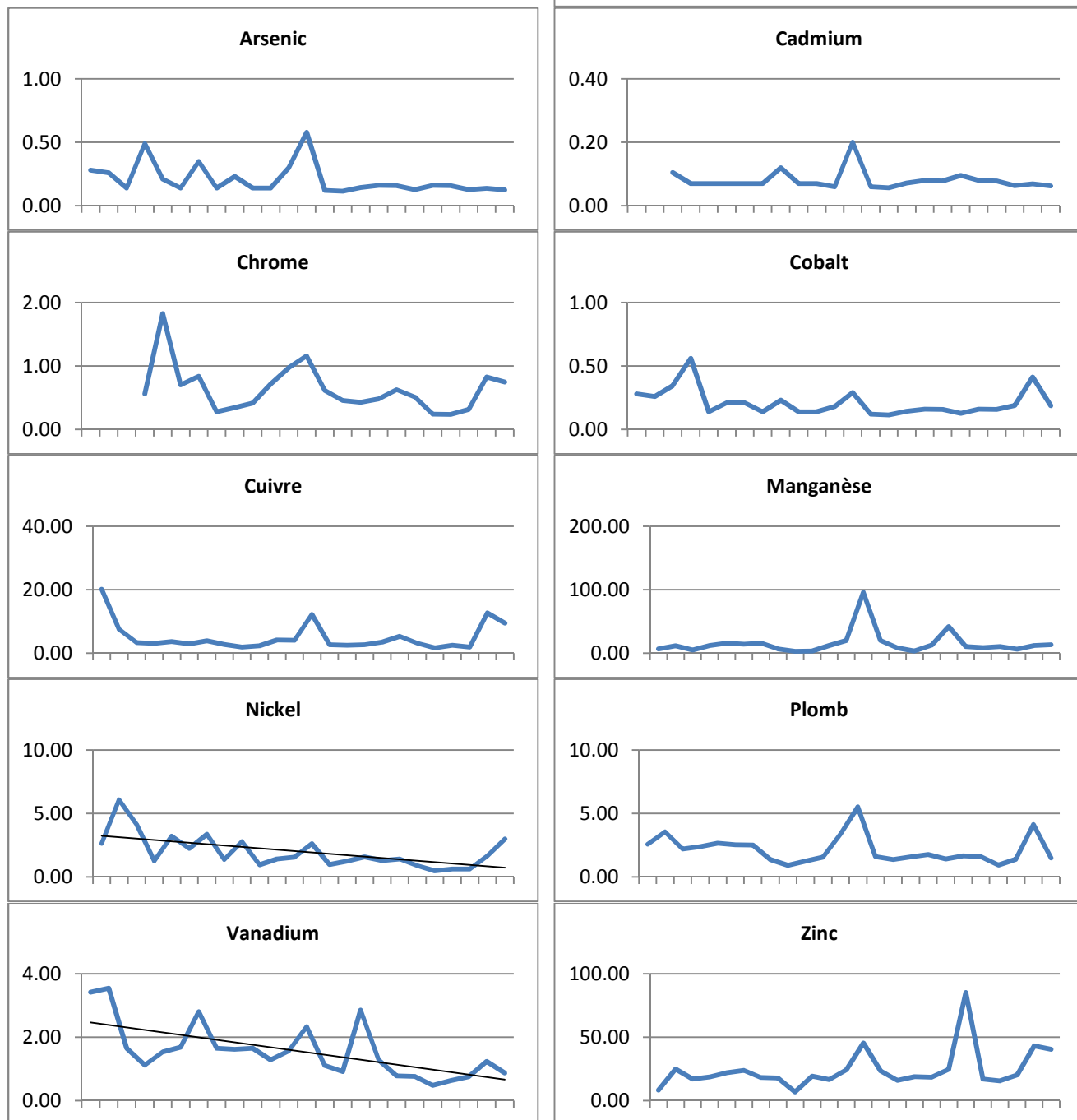


Figure 7 - Evolution des retombées de métaux à Notre-Dame de Gravenchon durant 24 prélèvements entre 2011 et 2016

Commentaire : L'évolution des retombées de métaux est illustrée à titre d'exemple sur la figure 7 sur le site de Notre-Dame de Gravenchon (site habité sous les vents de la ZI de Port Jérôme) et seulement pour les métaux (puisque les dioxines sont mesurées en 2016 pour la première fois). Les tendances entre 2011 et 2015 avaient déjà été présentées dans le rapport d'Atmo Normandie 1202-023 "Bilan de la surveillance des retombées atmosphériques sur la zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours - Période : 2011 à 2015", disponible sur www.atmonormandie.fr. Une légère tendance à la baisse du nickel et du vanadium avait été constatée (et montrée par un test de Mann-Kendall).

L'objectif est ici de regarder une éventuelle évolution en 2016 par rapport à cet historique. De fait, la baisse légère et régulière du nickel jusqu'en 2015 est suivie d'une légère augmentation en 2016.⁵ Cette petite remontée des teneurs en nickel en 2016 est vue aussi sur les autres sites entourant la ZI de Port Jérôme et de Lillebonne, sans toutefois que les teneurs soient fortes au regard des valeurs repères.

L'évolution et l'ordre de grandeur des retombées sur les sites de Radicatel et du quai de Radicatel sont par contre très différents, et témoignent d'une influence autre (probablement d'une activité portuaire spécifique.)

Retombées du nickel en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$

date début	date fin	Site 1 – ND de Gravenchon	Site 12 – ZI Lillebonne	Site 3 – Saint Aubin	Site 2 - Quillebeuf	Site 5 - Radicatel	Site 11 – quai de Radicatel
08/02/11	08/03/11	2.64	1.63	5.00	3.37	8.08	22.12
24/06/11	25/07/11	6.08	7.10	2.03	6.59	4.06	473.09
07/01/13	05/03/13	4.14	4.27	3.31	8.27	3.45	27.99
05/03/13	30/04/13	1.26	1.82	3.37		1.82	194.66
30/04/13	25/06/13	3.23	2.11	2.39		2.25	210.94
25/06/13	20/08/13	2.25	2.25	2.39	2.11	2.11	179.22
20/08/13	15/10/13	3.37	2.39	2.53		2.25	71.30
15/10/13	11/12/13	1.38	1.52	1.80		2.21	63.43
11/12/13	14/01/14	2.78	0.92	0.46		15.03	108.19
14/01/14	12/03/14	0.97	1.79	0.69	0.69	2.07	83.29
12/03/14	06/05/14	1.43	1.71	2.00		3.58	124.33
06/05/14	10/07/14	1.57	1.33	1.81		2.06	171.70
10/07/14	02/09/14	2.62	1.61	1.46	1.16	2.19	56.47
02/09/14	05/11/14	0.98	1.11	1.23		0.98	100.33
05/11/14	13/01/15	1.25	1.03	0.91		1.03	16.29
14/01/15	10/03/15	1.57	0.86	0.57	1.14	5.29	23.29
10/03/15	28/04/15	1.28	1.12	1.12		2.09	105.38
28/04/15	17/06/15	1.41	1.10	2.04		2.04	162.22
17/06/15	18/08/15	0.90	1.16	1.03	1.80	2.96	88.90
18/08/15	06/10/15	0.48	0.63	0.94		1.26	17.76
06/10/15	25/11/15	0.63	0.79	0.94		0.79	27.67
25/11/15	26/01/16	0.63	0.50	0.62		5.54	22.93
25/01/16	22/03/16	1.65	1.96	0.98	1.40	1.38	66.19
28/06/16	30/08/16	2.99	1.00	2.00	2.99	1.25	58.88

Tableau 1 - Evolution du nickel sur plusieurs sites de mesure durant 24 prélèvements entre 2011 et 2016

⁵ Les fluctuations des deux derniers prélèvements pour plusieurs métaux peuvent être dues en partie au déménagement du site de mesure d'environ 700 mètres dans Notre-Dame de Gravenchon.

5.4. Comparaison avec d'autres sites de mesure

JAUGES 2016		Guichainville			Parc de Brotonne - Témoin rural		ZI Port Jérôme et alentours		Valeurs repères régionales 2009-2015
Métaux (en µg/m²/jour)	nombre d'échantillons	4	6	38				nombre d'échantillons	501
Antimoine (Sb)	Médiane zone	0.2	0.2	0.2				Médiane	0.3
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	3.2
Arsenic (As)	Médiane zone	0.2	0.2	0.1				Médiane	0.2
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	1				Percentile 95 régional	1.4
Cadmium (Cd)	Médiane zone	0.1	0.1	0.1				Médiane	0.1
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	0.4
Chrome (Cr)	Médiane zone	0.2	0.5	0.9				Médiane	1.0
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	7.0
Cobalt (Co)	Médiane zone	0.2	0.2	0.1				Médiane	0.2
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	1				Percentile 95 régional	2.8
Cuivre (Cu)	Médiane zone	2.6	2.7	3.8				Médiane	6.7
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	74.5
Manganèse (Mn)	Médiane zone	8.7	8.7	10.5				Médiane	16.7
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	70.6
Nickel (Ni)	Médiane zone	0.2	0.5	2.0				Médiane	2.3
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	4				Percentile 95 régional	22.2
Plomb (Pb)	Médiane zone	1.0	0.7	1.5				Médiane	3.1
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	25.9
Vanadium (V)	Médiane zone	0.2	0.2	0.8				Médiane	1.6
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	0				Percentile 95 régional	6.0
Zinc (Zn)	Médiane zone	20.9	13.4	30.5				Médiane	40.6
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	2				Percentile 95 régional	300.5
Dioxines / furanes (en pg/m²/jour TEQ OMS 2005)	nombre d'échantillons	4	7	33				nombre d'échantillons	326
PCDD/F	Médiane zone	0.8	0.6	0.9				Médiane	1.4
	Nb de valeurs > percentile 95 régional	0	0	2				Percentile 95 régional	4.6

Tableau 2 : Comparaison des secteurs de mesure des retombées en 2016 (hors Rouen et Le Havre investigués une année sur deux) et comparaison aux valeurs typiques régionales (médiane et percentile 95 en 2009-2015)

Commentaire : La comparaison est faite en 2016 uniquement avec des sites « ruraux » : témoin rural ou ruraux proches d'un incinérateur (Guichainville). En effet, les ZI de Rouen et du Havre et leurs alentours n'ont pas été investigués en 2016 au moyen de jauges de dépôt du fait de l'alternance des méthodes de prélèvement sur ces secteurs (jauges de dépôt ou lichens une année sur deux). Il est donc logique que les teneurs soient plus élevées en zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours, qu'en milieu rural.

Cependant, une comparaison est faite aussi avec les valeurs repères calculées sur la base de données régionale (y compris les ZI de Rouen et du Havre et leurs alentours) sur une période de 7 années (2009-2015). Cette comparaison montre que les résultats (en médiane zone) de Port Jérôme sont plutôt plus faibles qu'ailleurs. Sur Port Jérôme, des valeurs de pointe sont enregistrées (dépassements des percentiles 95) mais uniquement sur le site du Quai de Radicatel.

6. Interprétation des résultats et discussion

Résultats sur l'ensemble de la zone de Port Jérôme :

L'ensemble des résultats sur le secteur de Port Jérôme indique des retombées de métaux et de dioxines / furanes peu élevées, au regard des valeurs repères existantes. L'exception est le cas particulier du Quai de Radicatel, sur lequel des retombées fortes et localisées (de nickel notamment) sont enregistrées.

Confrontation des deux méthodes (jauges de dépôt et bioindicateurs « bryophytes terrestres ») :

Les résultats dans les jauges et les bryophytes s'accordent sur les principales conclusions (retombées de métaux et de dioxines / furanes faibles sur le secteur de Port Jérôme, à l'exception de fortes retombées de nickel notamment localisées sur le Quai de Radicatel). Dans les bryophytes seulement est enregistrée une retombée de dioxines / furanes sur le site rural numéro 4 de Touffreville-la-Câble, témoignant probablement d'un feu de déchets verts ou de matériaux.

Analyse de l'impact des incinérateurs :

- Un site (numéro 13) est ajouté spécifiquement en 2016 sous les vents dominants de sud-ouest de **l'incinérateur ECOSTU'AIR de Saint Jean de Folleville** (figure 8). Ainsi, l'impact éventuel de l'incinérateur est examiné sur deux points sous les vents de l'incinérateur à des distances différentes. Les résultats indiquent que les retombées ne sont pas plus fortes à proximité de l'incinérateur (site 13 à environ 1 km) qu'à Radicatel (site 5 à environ 2 km). Elles ne sont pas non plus significativement plus élevées que sur les témoins ruraux. L'impact d'ECOSTU'AIR n'est donc pas discernable de façon notoire.

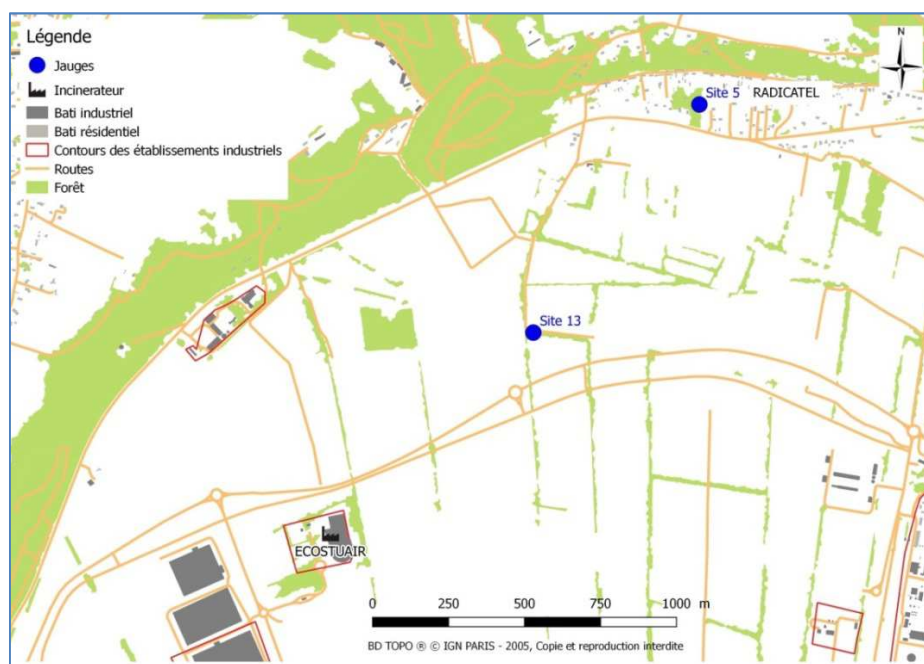


Figure 8 - Sites de mesures sous les vents d'ECOSTU'AIR

Jauges - Moyenne (sur 2 séries en 2016) en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	SITE 13 – sud de Radicatel	SITE 5 - RADICATEL	SITE 4 – témoin rural - TOUFFREVILLE LA CABLE	SITE 19 –témoin rural - Maison du Parc
Antimoine	0.2	0.2	0.1	0.1
Arsenic	0.1	0.1	0.1	0.1
Cadmium	0.1	0.1	0.1	0.1
Chrome	0.5	0.8	0.2	0.7
Cobalt	0.1	0.1	0.1	0.1
Cuivre	1.9	2.6	0.9	2.3
Manganèse	6.2	6.3	4.1	11.3
Nickel	1.1	1.3	0.8	2.3
Plomb	0.9	1.3	0.6	0.4
Sélénium	1.3	1.3	1.3	1.3
Thallium	0.1	0.1	0.1	0.1
Vanadium	0.6	0.5	0.4	0.3
Zinc	14.1	16.0	10.3	11.8
en $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour}$ TEQ OMS 2005				
Dioxines / furanes	0.9	0.5 ⁶	1.0	1.0

Tableau 3 – Résultats des retombées (en moyenne des deux séries d'hiver et d'été) en 2016

- Afin d'harmoniser les méthodes de surveillance environnementale des incinérateurs de la région, des mesures par jauges de dépôt ont été proposées à **l'incinérateur EPR en ZI de Lillebonne** autour de son site et commenceront en 2017.

Cas du quai de Radicatel :

Les mesures de retombées de métaux dans les jauges, de part et d'autre du Quai de Radicatel (voir les photos, plans de situation et résultats sur les figures 9 à 12) indiquent clairement des fortes retombées de nickel (accompagné dans une moindre mesure de plusieurs autres métaux tels que l'arsenic, le cobalt et le zinc) sur le côté Est du Quai (site 11A).

Ces retombées de nickel décroissent fortement à partir des périodes d'exposition des jauges du 18/10/2016 au 24/01/2017, pour remonter en début d'année 2017 (du 24/01 au 14/03/2017).

Selon une information du Grand port Maritime de Rouen, le ponton RoRo⁷ situé à l'amont du quai de Radicatel, donc côté « Est » (figure 9) est resté sans exploitation pendant sa période de maintenance du 23 janvier au 13 mars 2017. Il est donc possible de conclure que ce n'est pas l'activité du ponton RoRo qui génère des dépôts de nickel et d'arsenic, puisque les teneurs augmentent alors qu'il est en arrêt.

Contrairement au cas du nickel, les résultats des retombées de dioxines / furanes dans les jauges sont nettement plus élevées de l'autre côté du quai de Radicatel, côté Ouest, (site 11B) et cela durant les

⁶ A Radicatel, seule la période d'été est valide pour les dioxines. La jauge OWEN a été cassée durant le prélèvement hivernal.

⁷ Le ponton RoRo (ponton Résidus/céréales sur la figure 10) est composé de 7 unités de pontons modulaires, d'une rampe d'accès de 35 mètres de portée et 7,5 mètres de largeur utile (source : www.jansonbridging.fr).

périodes d'exposition des jauges du 22 mars 2016 au 28 juin 2016. L'hypothèse de feux de matériaux sauvages peut être avancée.

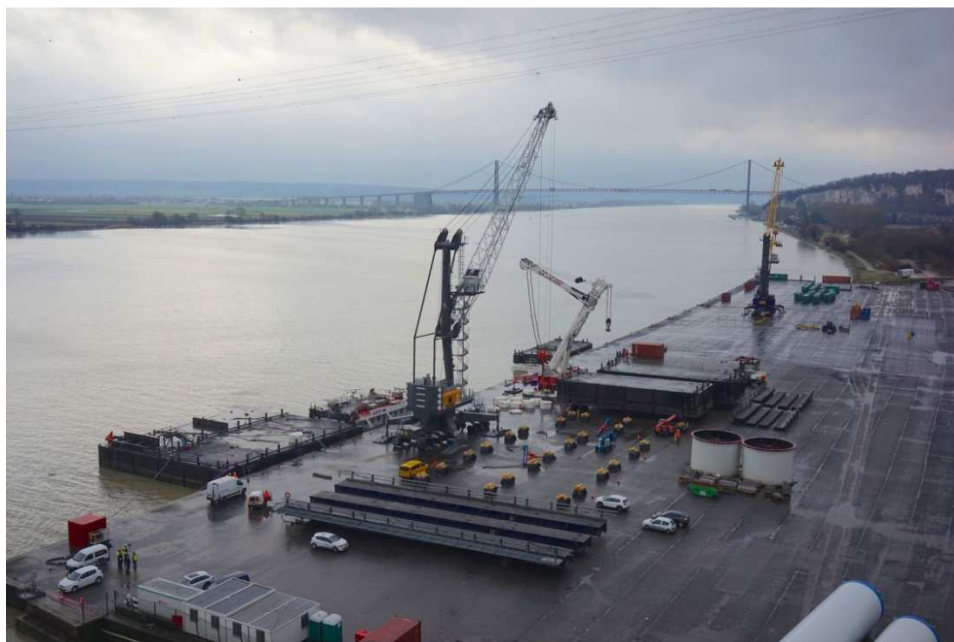


Figure 9 : Ponton RoRo sur le Quai de Radicatel (source : www.jansonbridging.fr)

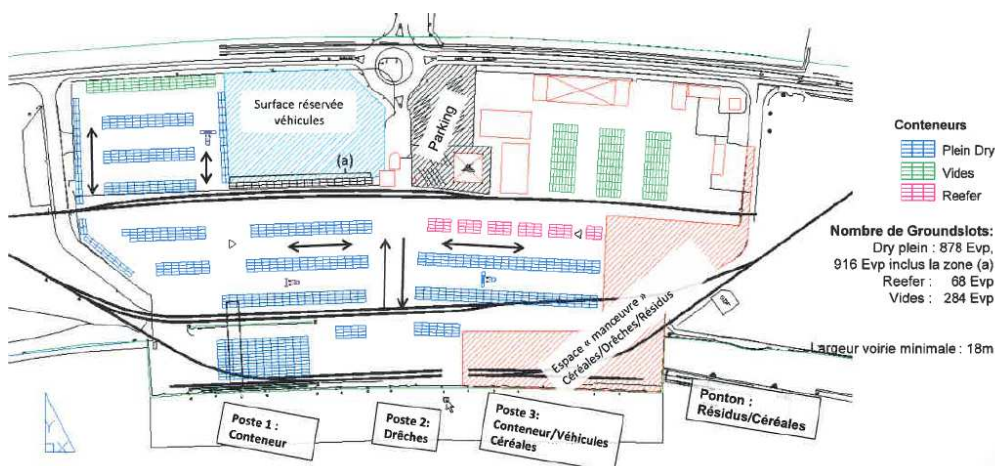
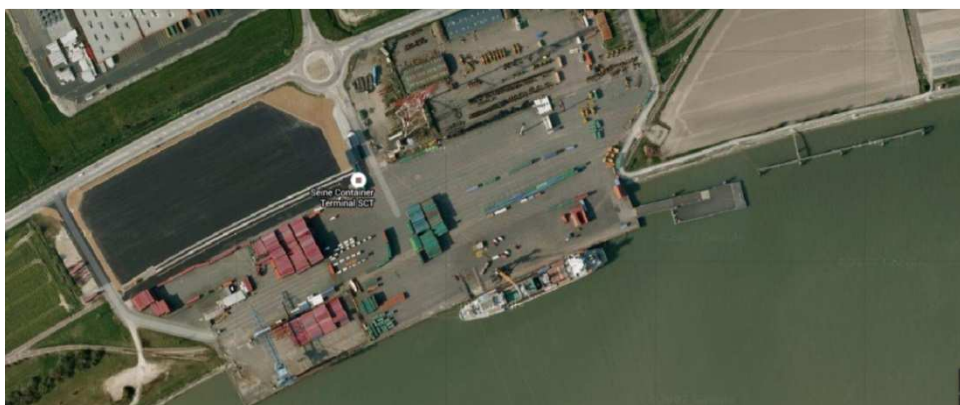


Figure 10 : Photographie et plan de situation du terminal de Radicatel (source : GPMR)

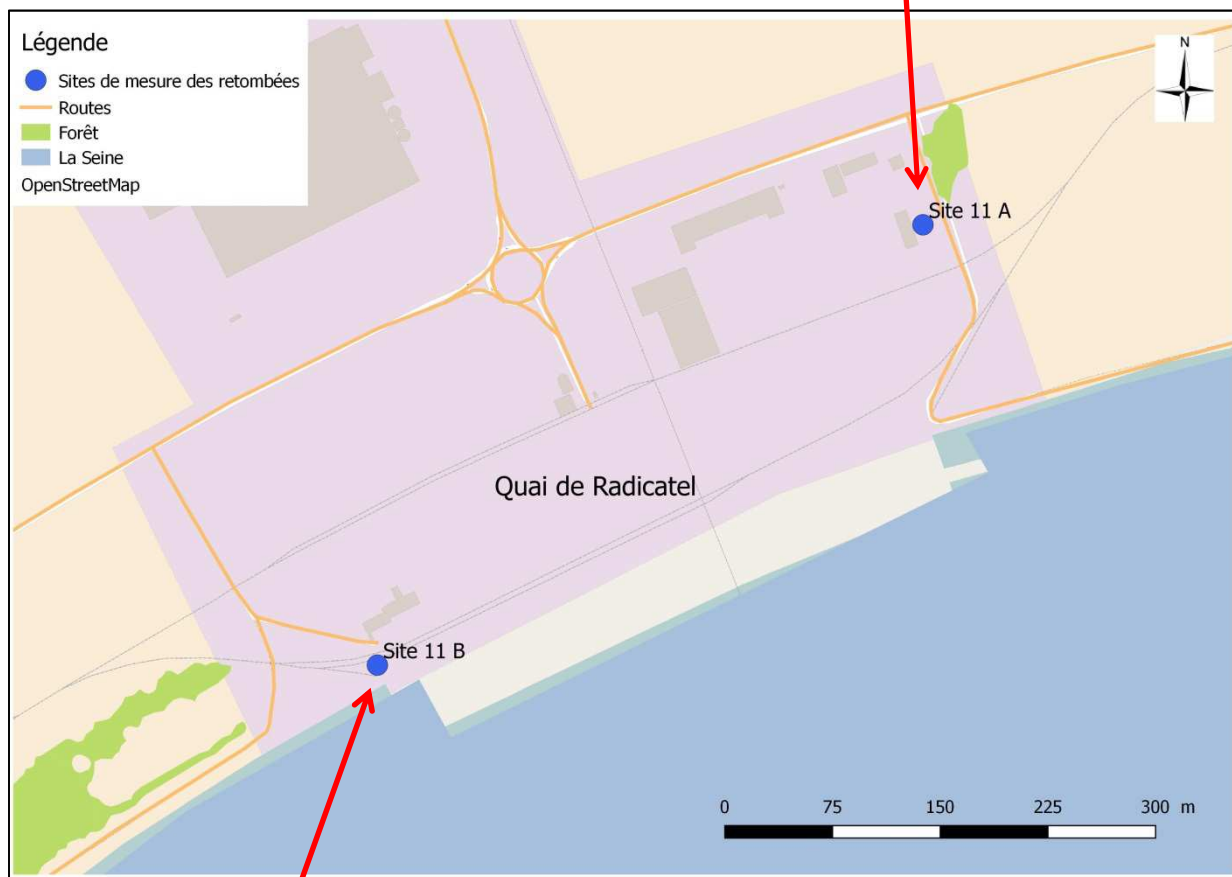


Figure 11 : Localisation des mesures de retombées (jauges et bryophytes) sur le Quai de Radicatel en 2016

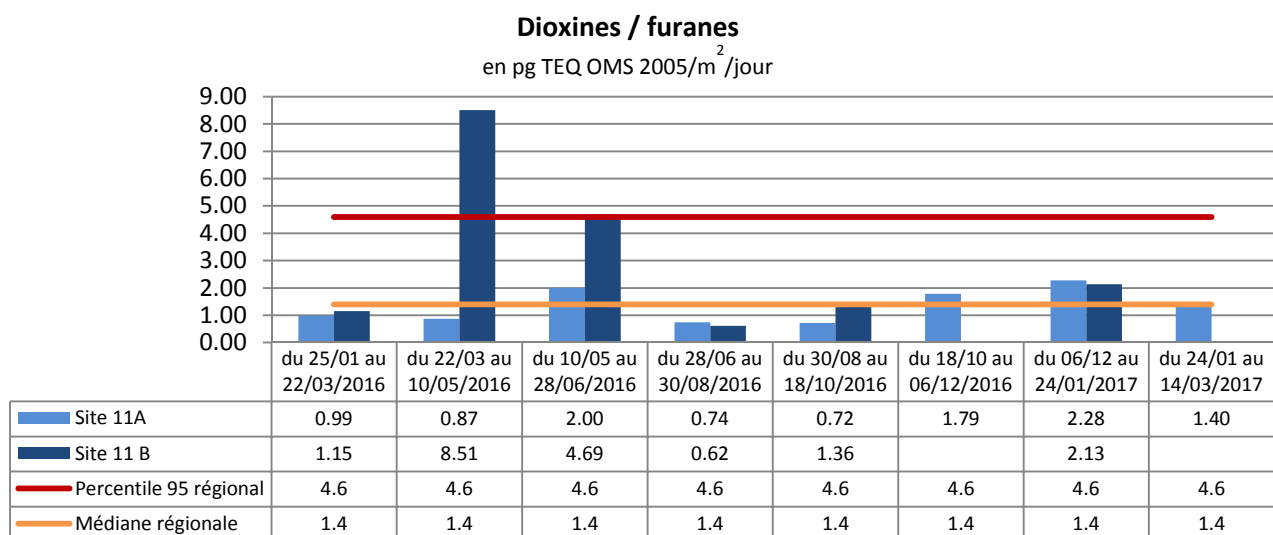
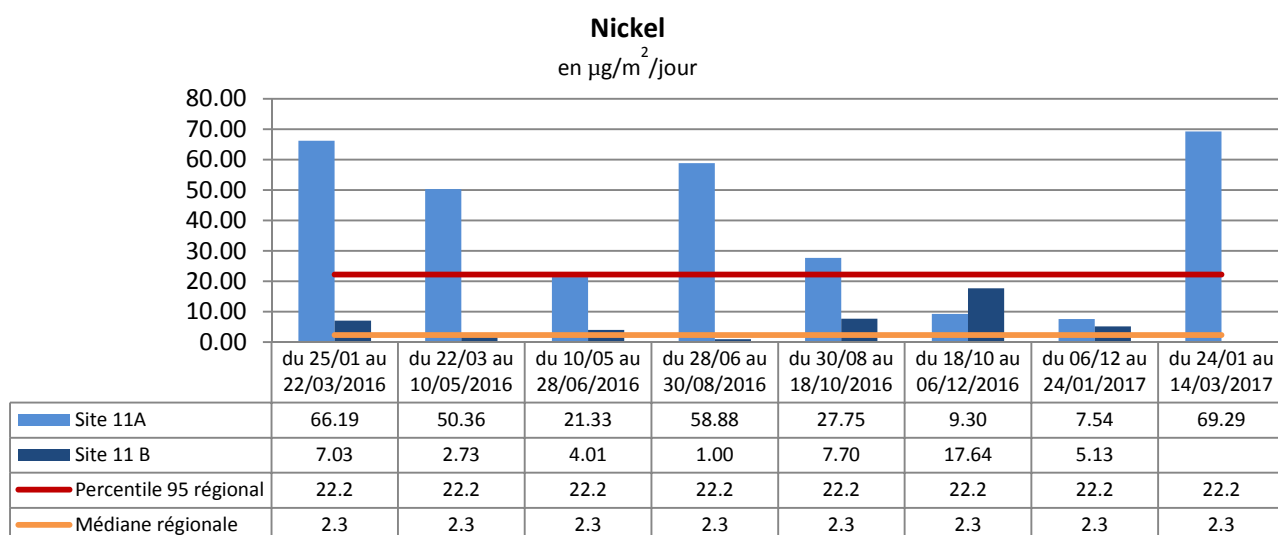
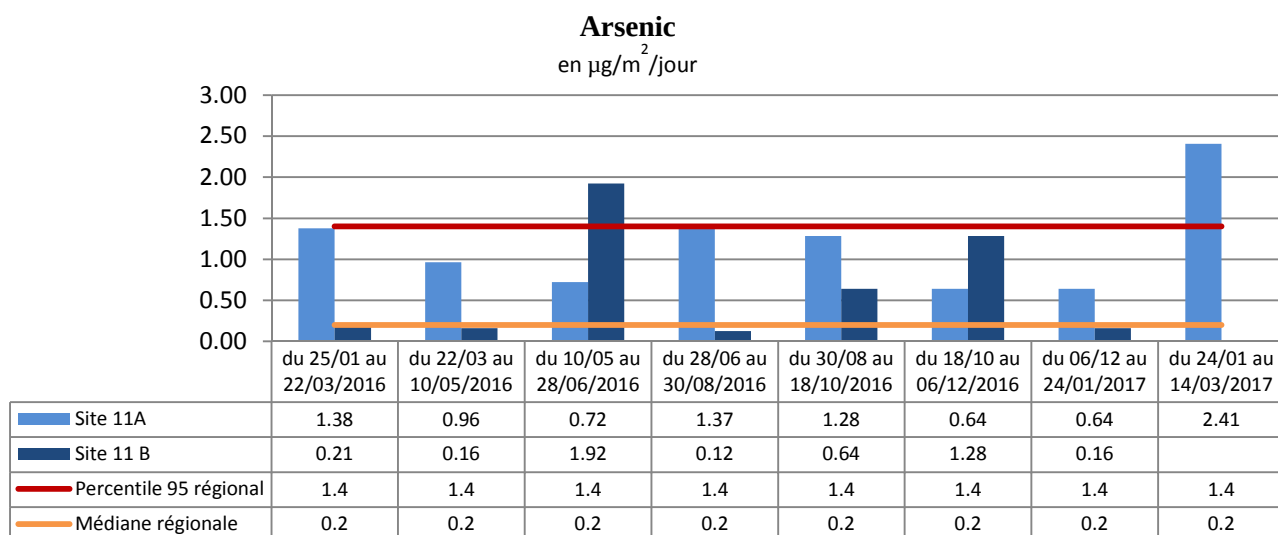


Figure 12 : Résultats des retombées de 2 métaux (arsenic et nickel) et des dioxines de part et d'autre du Quai de Radicatel en 2016 et jusqu'à début 2017

7. Conclusions

Les campagnes de mesure de l'année 2016 confirment les résultats des années précédentes, à savoir des retombées de métaux faibles au regard des valeurs repères régionales sur la ZI de Port Jérôme et leurs alentours. Le constat est le même pour les dioxines / furanes, mesurées pour la première fois sur ce secteur en 2016. Une exception cependant : le Quai de Radicatel qui est impacté par des retombées importantes de nickel notamment.

L'analyse fine des résultats sur le quai de Radicatel montre des dépôts de métaux (de nickel notamment) localisés principalement sur le côté « est » presque tout au long de l'année (sauf pour la période allant du 18/10/2016 au 24/01/2017).

Au contraire, c'est sur le côté « ouest » du Quai que des retombées de dioxines / furanes plus élevées que les autres sites du secteur, ont été mesurées à deux reprises. Pour ces dernières, une piste d'explication possible est la présence de feux sauvages de câbles ou de matériaux.

Les résultats de mesures réalisées de part et d'autre du quai tout au long de l'année 2016, et prolongées en 2017 sur le côté « est » sont diffusés au GPMR afin de les confronter avec les données d'activités portuaires et tenter de trouver une explication à ces constats.

L'impact de l'incinérateur des ordures Ménagères ECOSTU'AIR de Saint Jean de Folleville Radicatel n'est quant à lui pas discernable de façon notoire. Le deuxième incinérateur de la ZI de Port Jérôme, ECOLOGIC PETROLEUM RECOVERY (E.P.R.), implanté en zone industrielle de Lillebonne / Port Jérôme, a une activité de traitement d'hydrocarbures, de centrifugation et d'évapo-incinération. Il a été contacté fin 2016 pour rallier en 2017 la démarche générale de surveillance environnementale des incinérateurs de la région Normandie.

Enfin, la confrontation des deux méthodes de mesures de retombées à l'aide des jauges de dépôt et des bryophytes terrestres s'accordent sur les principales conclusions : les résultats sont peu élevés sur l'ensemble de la zone à l'exception du Quai de Radicatel (côté « est ») où un impact plus important est observé concernant les retombées de métaux. Enfin, une pointe de dioxines / furanes est vue dans les bryophytes seulement sur le site rural de Touffreville – la –Câble, témoignant probablement d'un feu de déchets verts ou de matériaux.

8. Pages complémentaires

8.1. Annexe 1 : Résultats des métaux dans les jauges (en µg/m²/jour)

Site	date début	date fin	Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Manganèse	Nickel	Plomb	Sélénium	Thallium	Vanadium	Zinc
SITE 1 - ND DE GRAVENCHON	25/01/16	22/03/16	0.28	0.14	0.07	0.83	0.41	12.69	12.27	1.65	4.14	1.38	0.14	1.24	43.30
SITE 2 - QUILLEBEUF	27/01/16	23/03/16	0.14	0.14	0.07	0.84	0.14	3.09	11.51	1.40	16.84	1.40	0.14	0.56	48.56
SITE 3 - SAINT AUBIN	27/01/16	23/03/16	0.14	0.14	0.07	0.56	0.14	2.53	4.77	0.98	0.98	1.40	0.14	0.42	44.49
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	26/01/16	22/03/16	0.14	0.14	0.07	0.14	0.14	0.70	3.51	1.12	0.84	1.40	0.14	0.56	12.07
SITE 5 - RADICATEL	25/01/16	22/03/16	0.21	0.14	0.07	0.28	0.14	3.17	5.24	1.38	1.52	1.38	0.14	0.55	19.72
SITE 6 - TANCARVILLE	26/01/16	23/03/16	0.21	0.21	0.12	0.69	0.14	4.27	8.96	2.48	2.21	1.38	0.14	0.83	51.98
SITE 7 - ECLUSE	27/01/16	23/03/16	0.14	0.14	0.07	0.21	0.14	1.47	2.81	1.26	1.12	1.40	0.14	0.42	13.75
SITE 8 - LMI	27/01/16	22/03/16	0.14	0.14	0.12	0.14	0.14	2.57	3.86	1.14	1.00	1.43	0.14	0.57	21.86
SITE 9 - SAINT NICOLAS	26/01/16	23/03/16	0.14	0.21	0.07	0.55	0.21	2.21	10.48	1.93	1.93	1.38	0.14	0.97	21.10
SITE 10 - PETIVILLE	26/01/16	22/03/16	0.14	0.14	0.07	0.28	0.14	2.11	7.02	0.98	1.26	1.40	0.14	0.84	19.65
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	25/01/16	22/03/16	0.69	1.38	0.07	4.14	2.21	10.34	38.33	66.19	9.51	1.38	0.14	3.59	202.42
SITE 11B – QUAI RADICATEL OUEST	25/01/16	22/03/16	0.28	0.21	0.07	1.65	0.21	4.14	12.00	7.03	2.76	1.38	0.14	1.24	60.12
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	27/01/16	23/03/16	0.28	0.14	0.07	0.21	0.14	2.53	4.77	1.96	0.98	1.40	0.14	0.70	53.75
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	26/01/16	22/03/16	0.21	0.14	0.07	0.14	0.14	1.96	6.46	1.12	1.12	1.40	0.14	0.84	17.96
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	22/03/16	10/05/16	0.96	0.96	0.19	4.65	2.73	61.43	59.67	50.36	11.55	1.60	0.16	3.37	290.32
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	22/03/16	10/05/16	0.24	0.16	0.08	0.64	0.16	3.53	8.18	2.73	1.60	1.60	0.16	0.80	30.15
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	10/05/16	28/06/16	0.80	0.72	0.08	2.89	1.12	10.75	23.90	21.33	4.01	1.60	0.16	1.92	130.88
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	10/05/16	28/06/16	0.48	1.92	0.08	2.09	0.48	29.19	22.94	4.01	3.37	1.60	0.16	1.12	87.58
SITE 1 – ND DE GRAVENCHON	28/06/16	30/08/16	0.19	0.12	0.06	0.75	0.19	9.48	13.35	2.99	1.50	1.25	0.12	0.87	40.42
SITE 2 - QUILLEBEUF	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.11	1.37	0.12	9.11	9.98	2.99	2.99	1.25	0.12	0.50	30.94
SITE 3 - SAINT AUBIN	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.75	0.12	5.49	8.98	2.00	0.50	1.25	0.12	0.37	25.82

(Suite des résultats)	date début	date fin	Antimoine	Arsenic	Cadmium	Chrome	Cobalt	Cuivre	Manganèse	Nickel	Plomb	Sélénium	Thallium	Vanadium	Zinc
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.25	0.12	1.06	4.74	0.50	0.44	1.25	0.12	0.19	8.61
SITE 5 - RADICATEL	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	1.25	0.12	2.12	7.36	1.25	1.12	1.25	0.12	0.50	12.23
SITE 6 - TANCARVILLE	28/06/16	30/08/16	0.31	0.12	0.06	0.87	0.12	4.24	11.60	2.00	1.25	1.25	0.12	0.56	26.07
SITE 7 - ECLUSE	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.62	0.12	1.81	4.74	1.12	0.87	1.25	0.12	0.50	11.48
SITE 8 - LMI	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	1.25	0.12	1.75	10.73	1.25	0.50	1.25	0.12	0.25	9.98
SITE 9 - SAINT NICOLAS	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.50	0.12	13.22	13.22	8.98	1.25	1.25	0.12	0.75	19.21
SITE 10 - PETIVILLE	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.87	0.12	1.87	10.48	1.12	0.50	1.25	0.12	0.50	14.60
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	28/06/16	30/08/16	1.25	1.37	0.16	6.49	2.74	23.20	59.88	58.88	11.48	1.25	0.12	4.24	350.56
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.62	0.12	2.25	6.99	1.00	1.12	1.25	0.12	0.75	17.22
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	28/06/16	30/08/16	0.25	0.12	0.06	1.25	0.12	2.25	5.74	1.00	0.75	1.25	0.12	0.50	27.94
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	28/06/16	30/08/16	0.12	0.12	0.06	0.87	0.12	1.75	5.86	1.00	0.62	1.25	0.12	0.37	10.23
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	30/08/16	18/10/16	0.80	1.28	0.08	3.69	1.44	21.81	34.65	27.75	6.42	1.60	0.16	2.89	186.06
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	30/08/16	18/10/16	0.48	0.64	0.08	2.89	3.21	11.55	23.10	7.70	7.54	1.60	0.16	1.92	98.97
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	18/10/16	06/12/16	0.16	0.64	0.14	1.76	0.48	8.18	17.32	9.30	3.69	1.60	0.16	1.60	98.97
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	18/10/16	06/12/16	0.64	1.28	0.08	5.93	1.28	12.99	41.86	17.64	10.91	1.60	0.16	4.81	306.68
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	06/12/16	24/01/17	0.16	0.64	0.08	1.12	0.64	6.90	13.15	7.54	3.69	1.60	0.16	0.96	128.48
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	06/12/16	24/01/17	0.16	0.16	0.08	1.28	0.32	4.17	13.15	5.13	2.25	1.60	0.16	0.96	67.37

8.2. Annexe 2 : Résultats des dioxines / furanes dans les jauges (en pg TEQ OMS 2005 /m²/jour)

Site	date début	date fin	Somme des dioxines / furanes (pg TEQ OMS 2005 /m ² /jour)
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	26/01/2016	22/03/2016	1.76
SITE 6 - TANCARVILLE	25/01/2016	22/03/2016	0.99
SITE 7 - ECLUSE	27/01/2016	23/03/2016	0.96
SITE 8 - LMI	03/02/2016	22/03/2016	1.38
SITE 9 - ST NICOLAS	26/01/2016	23/03/2016	1.58
SITE 10 - PETIVILLE	26/01/2016	22/03/2016	0.89
SITE 11A - ROLL MANUTENTION	25/01/2016	22/03/2016	0.99
SITE 11B - ROLL MANUTENTION	25/01/2016	22/03/2016	1.15
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	27/01/2016	23/03/2016	1.62
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	26/01/2016	22/03/2016	1.20
SITE 19 - MAISON DU PARC	26/01/2016	22/03/2016	0.91
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	22/03/2016	10/05/2016	0.87
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	22/03/2016	10/05/2016	8.51
SITE 19 - MAISON DU PARC	22/03/2016	10/05/2016	0.56
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	10/05/2016	28/06/2016	2.00
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	10/05/2016	28/06/2016	4.69
SITE 19 - MAISON DU PARC	10/05/2016	28/06/2016	0.56
SITE 1 – ND DE GRAVENCHON	28/06/2016	30/08/2016	0.42
SITE 2 - QUILLEBEUF	28/06/2016	30/08/2016	0.61
SITE 3 - SAINT AUBIN	28/06/2016	30/08/2016	0.34
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	28/06/2016	30/08/2016	0.24

(Suite des résultats)	date début	date fin	Somme des dioxines / furanes (pg TEQ OMS 2005 /m ² /jour)
SITE 5 - RADICATEL	28/06/16	30/08/16	0.49
SITE 6 - TANCARVILLE	28/06/16	30/08/16	0.61
SITE 7 - ECLUSE	28/06/16	30/08/16	0.43
SITE 8 - LMI	28/06/16	30/08/16	0.47
SITE 9 - SAINT NICOLAS	28/06/16	30/08/16	0.40
SITE 10 - PETIVILLE	28/06/16	30/08/16	0.39
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	28/06/16	30/08/16	0.74
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	28/06/16	30/08/16	0.62
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	28/06/16	30/08/16	0.59
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	28/06/16	30/08/16	0.56
SITE 19 - MAISON DU PARC	28/06/2016	30/08/2016	1.11
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	30/08/16	18/10/16	0.72
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	30/08/16	18/10/16	1.36
SITE 19 - MAISON DU PARC	30/08/2016	18/10/2016	0.78
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	18/10/16	06/12/16	1.79
SITE 19 - MAISON DU PARC	18/10/16	06/12/16	0.57
SITE 11A - QUAI RADICATEL EST	06/12/16	24/01/17	2.28
SITE 11B - QUAI RADICATEL OUEST	06/12/16	24/01/17	2.13
SITE 19 - MAISON DU PARC	06/12/16	24/01/17	0.58

8.3. Annexe 3 : Résultats des métaux dans les bryophytes (en mg/Kg de MS)

Source : Biomonitor

Prélèvement 2016

Nom station	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
SITE 1 – ND DE GRAVENCHON	0.65	0.05	0.48	1.8	5.5	0.03	52	1.6	2.9	0.065	0.065	2.5	28
SITE 2 - QUILLEBEUF	0.24	0.1	0.21	0.7	4.3	0.04	41	0.8	6	0.065	0.065	0.8	29
SITE 3 - SAINT AUBIN	0.22	0.11	0.065	0.6	1.7	0.015	20	0.4	0.7	0.065	0.065	0.9	19
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	0.57	0.08	0.52	1.5	4	0.03	107	1.2	1.9	0.065	0.065	2	27
SITE 5 - RADICATEL	0.13	0.07	0.13	0.5	3.9	0.03	17	0.7	1.7	0.065	0.065	0.6	21
SITE 6 - TANCARVILLE	0.55	0.16	0.3	1.5	5.1	0.03	42	1.3	3.2	0.065	0.065	2	54
SITE 7 - ECLUSE	0.34	0.09	0.21	1	2.5	0.03	46	0.8	2.5	0.065	0.065	1.4	23
SITE 8 - LMI	0.14	0.05	0.16	0.4	4.1	0.015	74	0.7	2.2	0.065	0.065	0.7	20
SITE 9 - SAINT NICOLAS	0.33	0.08	0.25	0.9	3.6	0.04	45	0.9	6.2	0.065	0.065	1.3	28
SITE 10 - PETIVILLE	0.21	0.12	0.22	0.6	3.4	0.015	156	0.5	1.8	0.065	0.065	1	35
SITE 11A – QUAI RADICATEL EST	0.36	0.12	0.6	1.2	6.7	0.03	82	11	2.8	0.19	0.065	1.4	68
SITE 11B – QUAI RADICATEL OUEST	0.17	0.18	0.21	0.9	4	0.04	18	2.5	3.3	0.14	0.065	0.8	41
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	0.4	0.2	0.3	1.4	4.9	0.05	31	1.3	3	0.18	0.065	1.4	40
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	0.5	0.08	0.46	0.9	3.8	0.04	32	1.3	2	0.065	0.065	1	27

8.4. Annexe 4 : Résultats des dioxines / furanes dans les bryophytes (en pg TEQ-OMS 2005 / g de MS)

Source : Biomonitor

Prélèvement 2016

Nom station	Somme Dioxines / furanes pg TEQ-OMS 2005 /g
SITE 1 - NDG	0.59
SITE 2 - QUILLEBEUF	0.36
SITE 3 - SAINT AUBIN	0.28
SITE 4 - TOUFFREVILLE LA CABLE	5.41
SITE 5 - RADICATEL	0.38
SITE 6 - TANCARVILLE	0.38
SITE 7 - ECLUSE	0.40
SITE 8 - LMI	0.36
SITE 9 - SAINT NICOLAS	0.92
SITE 10 - PETIVILLE	0.27
SITE 11A – QUAI RADICATEL EST	0.36
SITE 11B – QUAI RADICATEL OUEST	0.57
SITE 12 - LILLEBONNE ZI	0.36
SITE 13 – CHEMIN SUD RADICATEL	0.36

8.5. Bibliographie

- [1] 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
- [2] ATMO NORMANDIE - "Bilan de la surveillance des retombées atmosphériques sur la zone industrielle de Port Jérôme et ses alentours - Période : 2011 à 2015 - Propositions d'évolution" – Rapport n°1202-023 (téléchargeable sur www.atmonormandie.fr).
- [3] BIOMONITOR –Mesure de l'impact sur l'environnement des retombées atmosphériques de dioxines/furanes et de métaux autour d'installations présentes sur la zone industrielle de Port-Jérôme – 2016- Rapport 16-RA-07-LO-04