SURVEILLANCE DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DES RETOMBEES DE POLLUANTS

EveRé - Fos-sur-Mer (13)

Campagne de biosurveillance – automne 2019
Historique 2009-2019
Rapport d'étude

Code APE : 7112B
RCS Nancy : 488 124 603
n° intracom. : FR 32 488 124 603

Tél : 03.83.80.25.90
Fax : 03.83.80.25.91
contact@biomonitor.fr

BioMonitor
25 rue Anatole France
54530 Pagny-sur-Moselle
SARL au capital de 30 000 €

Surveillance de l'impact sur l'environnement des retombées de polluants

EveRé - Fos-sur-Mer (13)

Campagne de biosurveillance – automne 2019
Historique 2009-2019

Client : **EveRé SAS**
ZI de Fos-sur-Mer
Route quai Minéralier
Lieu-dit Caban Sud
13778 Fos-sur-Mer Cedex

N° de dossier : 19-RA-12-MBA-19
N° de version : Version 1.1
Date de révision : Mars 2020

Destinataires : Mme CHRISTO a.christo@evere.fr ; M. SALTEL PONGY b.saltel@evere.fr

Affaire suivie par : Matthieu BAGARD
matthieu.bagard@biomonitor.fr

Ce rapport comporte **68 pages** y compris les annexes. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

	Rédaction	Vérification	Approbation
Noms	**M. BAGARD**	**N. CLAVERI**	**J. MERSCH**
Fonctions	Responsable d'études	Responsable d'études	Gérant
Signatures			

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES 4

LISTE DES TABLEAUX 5

1. CADRE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION 6

1.1. Cadre 6

1.2. Objectifs 6

1.3. Organisation des études 7

2. LES METHODES D'EVALUATION 7

2.1. La surveillance de l'impact sur l'environnement des ICPE 7

2.2. La méthode retenue 7

2.2.1. Description des dispositifs installés 8

2.2.2. Conditions de culture des graminées 9

2.2.3. Phase d'exposition des graminées 9

2.2.4. Échantillonnage et conditionnement des graminées 9

2.3. Laboratoire d'analyses 10

2.4. Procédures analytiques et expression des résultats 10

2.5. Modalités d'interprétation des résultats 11

2.5.1. Comparaison des résultats entre stations 11

2.5.2. Comparaison aux seuils de retombées/seuils sanitaires 11

2.5.3. Comparaison avec d'autres ambiances environnementales 11

3. CHOIX ET LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES 12

3.1. Aire d'étude 12

3.2. Définition des stations de mesures 12

4. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES 17

5. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES 19

5.1. Les PCDD/F dans les végétaux 19

5.2. Notion de concentration attendue et de seuil 19

5.3. Résultats de la campagne automnale 2019 pour les PCDD/F 19

5.4. Evolution des résultats de 2009 à 2019 21

6. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES DE METAUX 23

6.1. Les métaux dans les végétaux 23

6.2. Notion de concentration attendue et de seuil 23

6.3. Résultats de la campagne automnale 2019 pour les métaux 24

6.4. Evolution des résultats de 2009 à 2019 25

6.4.1. Principe 25

6.4.2. Analyse élément par élément 25

7. CONCLUSION 39

ANNEXES 40

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Présentation du dispositif de mesure (source : BioMonitor)..... 9

Figure 2. Plan de localisation des stations de mesures de biosurveillance par les ray-grass. En médaillon, rose des vents inversée pendant la période d'exposition 16

Figure 3. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 30 octobre au 27 novembre 2019 (source : Météo-France) 17

Figure 4. Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées prélevées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer 22

Figure 5. Histogrammes présentant les concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives. 26

Figure 6. Histogrammes présentant les concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives..... 27

Figure 7. Histogrammes présentant les concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 28

Figure 8. Histogrammes présentant les concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 29

Figure 9. Histogrammes présentant les concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 30

Figure 10. Histogrammes présentant les concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouge continue indique à la fois la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives 31

Figure 11. Histogrammes présentant les concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 32

Figure 12. Histogrammes présentant les concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 33

Figure 13. Histogrammes présentant les concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives. 34

Figure 14. Histogrammes présentant les concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 35

Figure 15. Histogrammes présentant les concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) 36

Figure 16. Histogrammes présentant les concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 37

Figure 17. Histogrammes présentant les concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives 38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Différentes méthodes de mesures de l'impact mises en œuvre dans le cadre d'un Plan de Surveillance de l'Environnement..... 8

Tableau 2. Présentation des limites de quantification 10

Tableau 3. Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019 18

Tableau 4. Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 30 octobre au 27 novembre 2019 autour du site EveRé 20

Tableau 5. Gammes de concentrations en PCDD/F (pg OMS-TEQ/g de MS) observées par BioMonitor dans les cultures standardisées de graminées exposées sur des stations témoins situées dans différents contextes environnementaux. Résultats observés entre 2006 et 2010..... 21

Tableau 6. Concentrations en métaux (mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 30 octobre au 27 novembre 2019 dans l'environnement du site EveRé 24

1. CADRE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION

1.1. Cadre

L'étude réalisée concerne la surveillance de l'impact sur la biosphère des retombées atmosphériques de dioxines/furannes (PCDD/PCDF) et de métaux au voisinage du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé, situé sur la commune de Fos-sur-Mer. Cette surveillance s'inscrit dans une démarche qui se généralise en France visant à mettre en place une surveillance des effets des activités industrielles sur l'environnement, comme stipulée dans l'arrêté du 2 février 1998, puis, dans le cas spécifique des activités d'incinérations, dans l'arrêté du 20 septembre 2002 relatifs aux déchets dangereux et non dangereux. C'est sur cette base que les modalités de surveillance environnementale du site ont été prescrites, avec en particulier le suivi des traceurs spécifiques, les dioxines/furannes et les métaux. Ces modalités sont détaillées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploitation n°1370-2011 A du 28 juin 2012 et son arrêté complémentaire n°2014-354 PC du 15 octobre 2014.

Cette surveillance intervient en complément des mesures réalisées en sortie de cheminées des Unités de Valorisation Énergétique et Organique d'EveRé. Le programme a démarré en 2009 par l'établissement d'un état initial qui s'est déroulé dans un contexte particulier de sous-capacité industrielle (dans la ZI de Fos, certaines installations industrielles étaient à ce moment-là en sous-capacité, voire à l'arrêt). Il a ensuite été renouvelé chaque année depuis 2010.

Le programme de surveillance réalisé en **2019** suit la procédure déjà appliquée les années précédentes, avec deux campagnes annuelles de biosurveillance active à l'aide de cultures standardisées de ray-grass.

Le présent rapport s'applique à présenter les résultats de la seconde des deux campagnes annuelles, réalisée en automne 2019, ainsi que l'historique des données obtenues depuis 2009 dans le cadre de la surveillance environnementale du site.

1.2. Objectifs

Dans le cadre du programme de surveillance environnemental engagé par EveRé, la société BioMonitor a été chargée des mesures sur les cibles végétales. L'étude consiste en :

- la réalisation de mesures fondées sur une méthode de biosurveillance[1] active normalisée NF X 43-901 ;
- la rédaction d'un document de présentation et d'interprétation des résultats.

Dans le cadre de cette surveillance, les traceurs de l'activité à rechercher sont :

- les dioxines/furannes (PCDD/F) ;

[1] **Biosurveillance de l'environnement :** recouvre l'ensemble des méthodes faisant appel aux propriétés particulières d'un organisme biologique, d'un groupe d'organismes ou encore d'une fonction spécifique d'un organisme pour prévoir et/ou révéler une altération de la qualité de l'environnement et d'en suivre l'évolution dans le temps et l'espace.

- l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le chrome (Cr), le cobalt (Co), le cuivre (Cu), le mercure (Hg), le manganèse (Mn), le nickel (Ni), le plomb (Pb), l'antimoine (Sb), l'étain (Sn), le thallium (Tl), le vanadium (V) et le Zinc (Zn), soit un total de 14 métaux.

1.3. Organisation des études

Le programme annuel de surveillance se décompose en deux séries de mesures réalisées :

- en été (phase 1) ;
- en automne (phase 2).

Les résultats relatifs à la phase 1 ont été présentés et interprétés dans le rapport 19-RA-08-MBA-03.

2. LES METHODES D'EVALUATION

2.1. La surveillance de l'impact sur l'environnement des ICPE

La surveillance de l'impact sur l'environnement de l'activité des installations classées est un thème déjà inscrit dans la loi de 1976 sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE). Elle trouve cependant sa réelle dimension après la promulgation de l'arrêté intégré du 2 février 1998 dans lequel est clairement mentionnée la nécessité de suivre, en plus des rejets et des émissions atmosphériques, l'impact que peut avoir l'activité sur les eaux, les sols, l'air et la biosphère d'une manière générale.

Pour les ICPE soumises à l'arrêté du 20/09/2002 relatif à l'incinération et la co-incinération des déchets, cette surveillance se traduit de manière réglementaire par la mise en place d'un plan de surveillance visant des traceurs potentiels de l'activité, les métaux et les dioxines/furannes. Ceux-ci sont à rechercher dans différentes matrices selon plusieurs méthodes présentées dans le **tableau 1** ci-après. Pour la biosurveillance, des détails sont donnés en **annexe 1**.

2.2. La méthode retenue

La méthode retenue pour cette étude est une méthode normalisée faisant appel à des cultures standardisées de graminées. Cette méthode est déjà employée sur plusieurs industriels de la région. De plus, l'existence d'une large base de données et d'une réglementation laissent la possibilité d'effectuer une interprétation approfondie des résultats.

Tableau 1. *Différentes méthodes de mesures de l'impact mises en œuvre dans le cadre d'un Plan de Surveillance de l'Environnement*

Outil de surveillance	Justification
Lait	Indicateur pour aborder la problématique sanitaire (alimentation humaine) - Existence de valeurs réglementaires
Sol	Indication sur le cumul historique - Existence de valeurs repères
Lichens	**Norme NF X 43-904** - Indicateur passif semi-historique renseignant sur les évolutions de fond – Existence de valeurs repères
Mousses terrestres	**Norme NF EN 16414** - Indicateur passif annuel ou semi-annuel - Existence de valeurs repères et d'une procédure nationale standardisée (ADEME)
Graminées standardisées ou choux standardisés	**Norme AFNOR NF X 93-901 et VDI 3957-3** - Indicateur actif périodique (l'exposition est maîtrisée) - Existence de valeurs repères et règlementaires
Légumes du potager – Plantes aromatiques	Indicateur passif pour aborder la problématique sanitaire (alimentation humaine) - Existence de valeurs repères et règlementaires
Collecteurs de précipitation	**Norme AFNOR NF X 43-014** - Indicateur renseignant sur le phénomène physique - Existence de valeurs repères

2.2.1. Description des dispositifs installés

Les dispositifs installés par BioMonitor (**figure 1**) sont constitués pour chaque station de mesures par un support constitué de deux parties :

- un support de maintien au sol et protégeant une réserve d'eau (20 litres) ;
- un support horizontal réceptionnant les plantes utilisées pour la biosurveillance.

Le dispositif mesure environ 1,2 m. Le dispositif biologique utilisé nécessite un apport continu en eau pendant la phase de culture et la période d'exposition. L'alimentation en eau est assurée par des mèches en fibre de verre reliant le substrat au bac d'eau située sous le réceptacle des graminées.

Figure 1. *Présentation du dispositif de mesure*
(source : BioMonitor)

2.2.2. Conditions de culture des graminées

Sur chaque point de mesure, 4 plants sont mis en place. Ils sont préalablement cultivés sous serre dans un terreau normalisé selon les préconisations de la norme précédemment citée. La durée de culture varie de 5 à 6 semaines.

2.2.3. Phase d'exposition des graminées

Au temps T_0, les cultures standardisées ont été installées sur site. Lors de cette installation, tous les plants ont été coupés afin d'exposer uniquement la biomasse produite pendant la période d'exposition.

Pour le programme de surveillance 2019, la première campagne de mesures a été réalisée du **16 mai au 14 juin 2019** et la deuxième du **30 octobre au 27 novembre 2019**. Elles ont duré respectivement **27** et **28 jours**, conformément aux prescriptions relatives au temps de mesures défini dans la norme NF X 43-901 sur l'emploi de la technique des ray-grass (28 +/- 2 jours).

2.2.4. Échantillonnage et conditionnement des graminées

Au terme de l'exposition des graminées, les échantillons ont été collectés à l'aide de gants non talqués et d'une paire de ciseaux à lame céramique puis conditionnés dans des barquettes en aluminium et codés selon les références internes à BioMonitor. Entre chaque prélèvement, le matériel de prélèvement a été nettoyé.

Les échantillons ont été amenés au laboratoire et maintenus dans une glacière réfrigérée. La biomasse fraîche a été pesée puis, après lyophilisation, les échantillons ont été une nouvelle fois pesés pour obtenir leur taux d'humidité.

L'échantillon a été ensuite divisé en deux lots (sous réserve de disponibilité de biomasse). L'un fut conservé pour une éventuelle vérification ultérieure, le second a suivi les procédures techniques et analytiques visant à la détermination des teneurs en polluants.

2.3. Laboratoire d'analyses

Les analyses sont réalisées par le laboratoire Micropolluants Technologie, spécialiste de l'analyse de polluants traces. Le laboratoire est accrédité COFRAC sous le n° 1-1151 et dispose de l'agrément n°8 du Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable pour l'analyse des dioxines/furannes et de certains métaux.

2.4. Procédures analytiques et expression des résultats

Les analyses de dioxines/furannes sont réalisées par chromatographie gazeuse haute résolution avec spectromètre de masse haute résolution (HRGC/HRMS) selon la norme US EPA 1613. L'incertitude sur la mesure est de 17 %. La limite de quantification est fixée à 0,1 pg/g de matière sèche.

Les concentrations en dioxines/furannes sont exprimées en picogramme (pg) d'équivalent de toxicité OMS de 2005 (Organisation Mondiale de la Santé) par gramme de matière sèche (pg OMS-TEQ/g de matière sèche). Cette expression conventionnelle prend en compte un ensemble de 17 substances (dioxines et furannes confondus) pondérées en fonction de leur toxicité spécifique.
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), analyse effectuée selon la méthode MOp C4/18 interne 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 et NF EN ISO 17852. L'incertitude moyenne sur la mesure (pour l'ensemble des métaux) est de 25 % sur la base du contrôle d'étalonnage journalier des appareils. Les limites de quantification relatives aux métaux sont présentées dans le **tableau 2** ci-après.

Tableau 2. *Présentation des limites de quantification*

Éléments	Limite de Quantification (mg/kg de MS)
As, Cd, Pb et Hg	0,03
Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Sb, Sn, Tl, V	0,13
Zn	0,30

Les concentrations en métaux dans les supports d'analyse sont exprimées en milligramme par kilogramme de matière sèche (mg/kg de MS).

2.5. Modalités d'interprétation des résultats

2.5.1. Comparaison des résultats entre stations

Le programme de mesures prévoit généralement l'implantation de plusieurs stations d'exposition dans une zone d'impact principal ou secondaire et *a minima* une station définie dans une zone supposée être à l'abri des vents dominants en provenance du site. Les résultats d'analyses effectuées sur les graminées exposées sur ces stations sont généralement représentatifs des teneurs naturelles habituellement mesurées dans l'environnement. Ce niveau d'interprétation consiste donc à comparer l'ensemble des résultats en utilisant ceux relevés sur la station témoin et en mettant en exergue les résultats marquants en considérant notamment les conditions météorologiques et les influences exogènes de la zone d'étude.

2.5.2. Comparaison aux seuils de retombées/seuils sanitaires

Cette méthode de surveillance biologique est utilisée depuis plusieurs années, ce qui a permis de caractériser le niveau de concentration attendu dans des environnements non impactés. Sur cette base a été défini, pour chaque paramètre, un **seuil de retombées**[2]. C'est une valeur interprétative au-delà de laquelle la concentration observée ne peut plus être considérée comme le résultat d'une fluctuation naturelle dans les plantes mais comme une situation révélant un phénomène significatif de retombées. Dans le cas de certains composés, il existe des **seuils sanitaires** définis pour les aliments pour animaux dont les fourrages. En acceptant l'hypothèse que le modèle d'exposition employé, à savoir les cultures de ray-grass, soit représentatif des fourrages, les résultats obtenus peuvent alors être comparés à ces valeurs de gestion.

2.5.3. Comparaison avec d'autres ambiances environnementales

Pour les éléments métalliques, les valeurs observées seront comparées à des gammes de concentrations observées par BioMonitor dans des cultures standardisées de graminées exposées sur des stations témoins et sur des stations représentatives de différents contextes environnementaux (en milieu rural, urbanisé et industriel)[3]. Ces gammes ont été également proposées à la Commission Européenne de Normalisation dans le cadre de la transposition de la norme française.

[2] Le seuil de retombées n'est pas forcément défini pour tous les éléments analysés dans l'étude, faute d'une base de données suffisamment conséquente ou de difficultés analytiques. A noter qu'un groupe de travail AFNOR piloté par l'INERIS, dont BioMonitor fait partie, officie actuellement à la mise en place de valeurs repères dans les différentes matrices de biosurveillance. Ce travail devrait voir le jour courant 2019.

[3] Résultats observés entre 2011 et 2014.

3. CHOIX ET LOCALISATION DES STATIONS DE MESURES

3.1. Aire d'étude

L'aire d'étude est centrée sur la partie sud de la plaine de la Crau qui couvre une partie de l'estuaire du Rhône. La zone est essentiellement agricole avec une partie irriguée lorsque l'on s'approche de la côte. C'est dans cette dernière partie de la plaine de la Crau qu'est implantée une large zone industrielle qui va de Port-Saint-Louis à l'ouest, à la ville de Fos-sur-Mer à l'est. Le Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé est implanté dans la partie ouest du port de Fos-sur-Mer, entre les darses 1 et 2 du Grand Port Maritime de Marseille.
L'environnement industriel de la zone est plutôt dense en matière d'activités industrielles. A proximité de l'installation sont ainsi recensés :

- au nord-est, les sociétés LafargeHolcim et Solamat ;
- au nord/nord-est, l'aciérie Ascometal ;
- au nord-ouest, une zone de friche puis le site Lyondell ;
- au sud, une zone de friche suivie en bordure de mer par CombiGolfe, une centrale thermique au gaz ;
- à l'est, les installations sidérurgiques d'ArcelorMittal et les terminaux méthanier et pétrolier.

3.2. Définition des stations de mesures

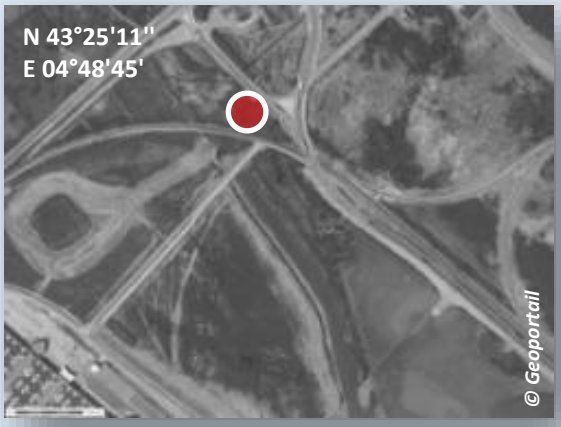
La zone d'étude est définie par l'environnement avoisinant le site EveRé. Les stations implantées sont définies sur la base de :

- l'étude des conditions météorologiques sur la zone ;
- la présence d'autres émetteurs potentiels sur le secteur d'étude ;
- la demande faite par un membre du Comité de Suivi de Site (CSS) lors de la réunion du 20 avril 2011 (ajout d'une 7ème station).

L'implantation des stations de mesures a ainsi été définie par l'exploitant et a fait l'objet d'une procédure de validation par la DREAL. Les aires de prélèvements sont présentées ci-après.

Graminées 1 : Château d'eau

La station est localisée à l'ouest du site à 3,0 km.



Graminées 2 : Darse 2 - Limite de propriété sud du site

L'aire d'étude est localisée à 0,5 km au sud du site en limite de propriété.

Graminées 3 : Darse 2 - Quai minéralier

L'aire choisie pour l'exposition des graminées se situe à 0,5 km au sud/sud-est du site EveRé.

Graminées 4 : Lyondell

Les graminées sont installées à environ 1,5 km au nord/nord-ouest du site.

Graminées 5 : KemOne - RN 268

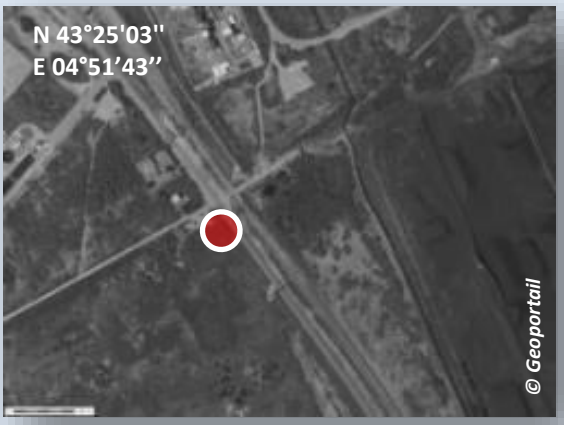
La station est localisée à 2,5 km au nord-ouest de l'installation en bordure de la N268.

Graminées 6 : Darse 2 – Eolienne

L'aire se situe à 1,6 km au sud/sud-est du site au niveau de l'embouchure de la darse 2.

Graminées 7 : Bordure quai minéralier

L'aire est localisée à 0,6 km à l'est/sud-est du site.



Les stations sont également représentées sur la **figure 2** ci-après

.

Centre de traitement multifilière de déchets ménagers de Fos-sur-Mer

- *Graminées 1 : Château d'eau*
- *Graminées 2 : Darse 2*
- *Graminées 3 : Darse 2*
- *Graminées 4 : Lyondell*
- *Graminées 5 : KemOne – RN 268*
- *Graminées 6 : Darse 2, éoliennes, centrale thermique*
- *Graminées 7 : Route du quai minéralier*

Figure 2. *Plan de localisation des stations de mesures de biosurveillance par les ray-grass. En médaillon, rose des vents inversée pendant la période d'exposition*

4. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES

L'analyse météorologique est réalisée à partir des données horaires collectées auprès de la station Météo-France d'Istres (43°31'18"N ; 04°55'18"E) localisée à 12 km au NNE du site. La **figure 3** ci-après présente les roses des vents correspondant à la période d'exposition des graminées du 25 octobre au 22 novembre 2018. La rose des vents est décrite de façon détaillée en **annexe 2**. Pour les trois classes de force des vents (1,5 à 4,5 m/s ; 4,5 à 8,0 m/s et > 8,0 m/s), on retrouve par direction la fréquence des vents exprimée en pourcentage.

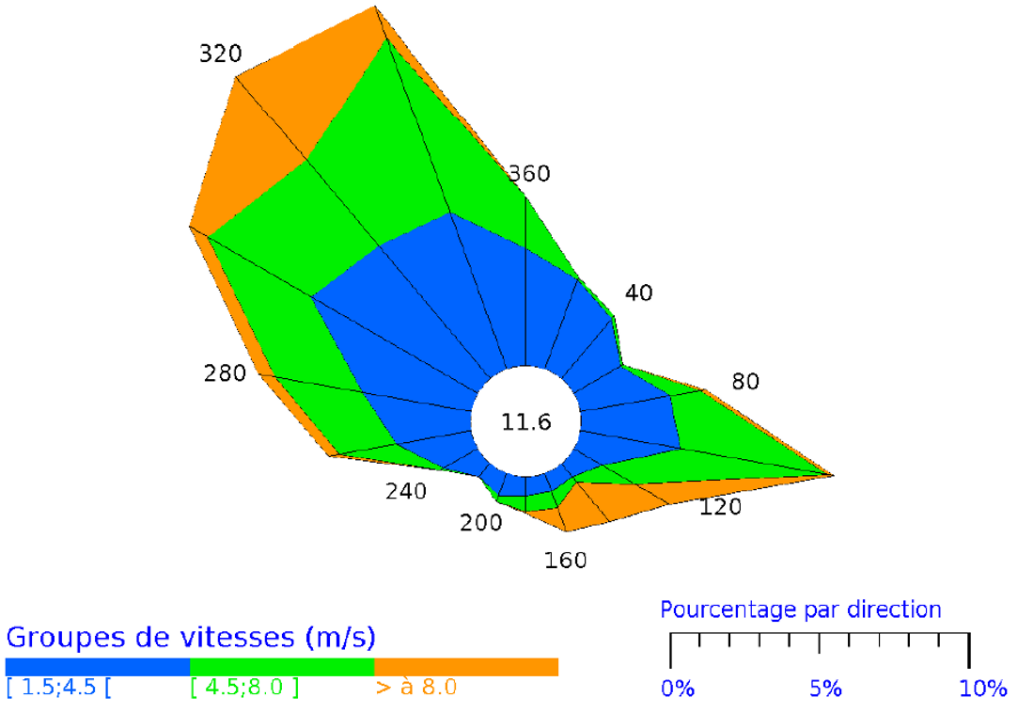


Figure 3. *Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 30 octobre au 27 novembre 2019 (source : Météo-France)*

Les vents observés sur la période d'exposition des graminées proviennent de deux directions préférentielles : une dominante en provenance du nord-ouest (260° - 360°) regroupant 54,9 % des observations et un axe minoritaire en provenance de l'est (80° - 100°) pour 12,9 % des occurrences. Ces deux axes cumulent les deux tiers des observations. Les vents en provenance des secteurs sud et nord-est ont été très peu représentés. Les vents mesurés sont majoritairement faibles (47,6 %) à modérés (29,8 %), les vents forts contribuant à seulement 11 % des observations, principalement selon la dominante nord-ouest et, dans une moindre mesure, en provenance du sud-est. Dans 11,6 % des cas observés, les vents sont considérés comme calmes (< 1,5 m/s).

La connaissance de la position géographique des stations et du régime des vents pendant la période de culture des graminées permet d'avoir une estimation de la fréquence d'exposition potentielle de chacune des stations vis-à-vis du site EveRé. Ainsi, le **tableau 3** ci-après rappelle l'emplacement des dispositifs en fonction de leur distance par rapport au site EveRé et des occurrences venteuses. Ces paramètres (vent et distance) sont deux des facteurs caractérisant la dispersion des éléments traces

recherchés. Le taux d'exposition est déterminé en considérant l'orientation de chaque station par rapport à l'émetteur et en calculant la somme des occurrences venteuses en provenance de celui-ci, en tenant compte d'un angle de +/- 30°, conformément aux préconisations de l'INERIS[4].

Tableau 3. *Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019*

Stations	Distance /source (km)	Orientation /source		Occurrence moyenne de vent relative à l'orientation des dispositifs
Station 1	3,4	O	90°	**15 - 20 %**
Station 2	0,4	S	360°	**20 - 25 %**
Station 3	0,4	S/SE	340°	**30 - 35 %**
Station 4	1,5	N/NO	160°	**5 - 10 %**
Station 5	2,8	NO	140°	**5 - 10 %**
Station 6	1,7	S/SE	320°	**35 - 40 %**
Station 7	0,6	E/SE	280°	**20 - 25 %**

D'après l'analyse des données météorologiques, il apparaît que les stations situées au sud-est d'EveRé (stations 2, 3, 6 et 7) sous les vents dominants de nord-ouest, ont été les plus exposées aux retombées potentielles en provenance du site pendant la période de mesure. Les stations 4 et 5, localisées au NE des installations, ont été peu exposées. La station 1 affiche un taux d'exposition intermédiaire, mais son éloignement du site lui permet de conserver une typologie de station témoin représentative du niveau de fond local.

En considérant la rose des vents d'Istres comme représentative du régime des vents observable sur le secteur d'étude et si l'on considère le site comme émetteur unique, une zone privilégiée de dépôts potentiels est identifiée au sud-est de l'installation. Au regard de leur proximité vis-à-vis de l'usine, les stations 2, 3 et 7 peuvent être considérées comme stations d'impact principal tandis que la station 6, située dans le même axe de dispersion mais à distance plus importante de l'émetteur, peut être caractérisée comme station d'impact secondaire. Restée à l'abri des vents de l'usine pendant la période de mesure, les stations 4 et 5 ne devraient pas être affectées par les éventuelles retombées en provenance d'EveRé. De même, la station 1 voit sa typologie de témoin de l'étude confirmée par un taux d'exposition modéré et par son éloignement de l'émetteur.

[4] Guide INERIS DRC-16-158882-12366A relatif à la surveillance dans l'air autour des installations classées, Novembre 2016, 144 pages.

5. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES

5.1. Les PCDD/F dans les végétaux

Les dioxines/furannes ne sont naturellement pas présents dans les végétaux. Lorsque les PCDD/F sont décelées de manière significative, leur origine est en général à rechercher du côté des dépôts atmosphériques plutôt que d'une éventuelle contamination des sols. Ce dernier cas n'est toutefois pas à exclure dans un contexte industriel où peuvent subsister des traces historiques de contamination. Retrouver des dioxines/furannes dans les végétaux signifie donc qu'il y a eu, dans un passé très récent (en général l'année si l'on s'attache aux plantes vasculaires à cycle annuel), des dépôts d'origine atmosphérique. Les polluants impactant la plante peuvent être immédiatement lessivés, par la pluie ou le vent, ou être retenus par la plante. La rétention du polluant peut alors se restreindre à une simple action mécanique (rétention dans les poils adsorbants par exemple). Le dernier transfert possible est le passage du polluant dans la cellule. En général, ce dernier type de transfert est plus lent, plus rare, mais souvent définitif, la cellule stockant la molécule indésirable.

Le phénomène mesuré avec les ray-grass inclut ces trois possibilités. Utilisé comme modèle d'exposition des fourrages, le ray-grass rend compte du phénomène global de dépôts durant une période donnée, de l'adsorption et de l'absorption.

5.2. Notion de concentration attendue et de seuil

Les dioxines/furannes ont fait depuis plusieurs années l'objet d'un grand nombre d'analyses. De plus, ces analyses sont réalisées dans le respect de conditions normalisées (norme NF X 43-901). Le cumul des données acquises par cette méthode et la connaissance du statut des stations de mesures (stations témoin, de fond rural, urbaines, industrielles) permettent de définir une concentration moyenne représentative des situations de référence. Cette valeur interprétative traduit la concentration moyenne observée lorsqu'il n'y a pas de phénomène significatif de retombées au droit de la station étudiée. Cette valeur a pour seul objectif de fixer l'ordre de grandeur des valeurs attendues en l'absence de pollution. Dans le même esprit une valeur peut aussi être proposée en tant que seuil, seuil au-delà duquel la concentration observée ne peut plus être expliquée par de simples variations naturelles (incertitude sur l'analyse, effet de la saison, etc.). Dans le cas des dioxines/furannes, la valeur seuil proposée est aussi un seuil sanitaire (valeur de gestion). Il s'agit de la teneur limite à ne pas dépasser dans les aliments pour animaux (fourrages).

5.3. Résultats de la campagne automnale 2019 pour les PCDD/F

Les teneurs totales en dioxines/furannes tenant compte de la toxicité associée de chacun des 17 congénères analysés dans les graminées exposées pendant la campagne de mesure automnale de 2019 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière EveRé sont détaillées dans le **tableau 4** ci-après. Les bordereaux analytiques détaillés sont présentés en **annexe 3**.

L'interprétation des résultats d'analyses des dioxines/furannes dans les graminées est basée sur une expression majorante des teneurs (TE_{max}), c'est-à-dire que les valeurs inférieures aux seuils de quantification ont été considérées comme étant égales à ces mêmes seuils.

Tableau 4. *Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 30 octobre au 27 novembre 2019 autour du site EveRé*

Stations	Dénomination	Typologie	Orientation /source	Distance /source	PCDD/F pg $TEQ_{OMS-2005}$/ g MS
Station 1	D268 / Château d'eau	Témoin local	O	3,4	0,38
Station 2	Darse 2 / Sud site EveRé	Impact principal	S	0,4	0,50
Station 3	Darse 2 / Chemin transversal	Impact principal	S/SE	0,4	1,02
Station 4	Site Lyondell	Impact secondaire	N/NO	1,5	0,77
Station 5	Site KemOne / D268	Impact secondaire	NO	2,8	0,61
Station 6	Darse 2 / Eolienne	Impact secondaire	S/SE	1,7	0,35
Station 7	Route du quai minéralier	Impact principal	E/SE	0,6	0,80
Teneur maximale autorisée dans les fourrages [(a)]					0,85

[(a)] Déterminée par l'arrêté du 30 octobre 2013 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux.

Les teneurs en PCDD/F dans les ray-grass s'échelonnent de 0,35 à 1,02 pg OMS-TEQ/g MS. Les valeurs les plus faibles sont relevées au niveau de la station 1, témoin local, et de la station 6, pourtant située sous les vents de l'usine et définie en tant que potentiel point d'impact secondaire. Parmi les stations identifiées comme potentiels points d'impact principal (stations 2, 3 et 7), seule la station 3 présente une teneur supérieure à toutes les autres concentrations mesurées sur la zone d'étude. Les autres points d'impact (stations 2 et 7) affichent des teneurs intermédiaires, équivalentes à celles détectées au droit des stations 4 et 5, pourtant restée à l'abri des vents en provenance d'EveRé pendant la période d'exposition. Ainsi, aucune corrélation entre les teneurs en PCDD/F mesurées et la distance des stations au site et/ou leur exposition aux vents en provenance de l'incinérateur ne peut être mise en évidence.

Si l'on considère le modèle d'exposition comme représentatif de fourrages, les résultats peuvent être interprétés au regard de la valeur réglementaire correspondant à la teneur maximale en PCDD/F dans les aliments pour animaux. Dans ce cadre, seule la station 3 affiche une teneur supérieure au seuil réglementaire. Compte tenu de l'incertitude analytique, ce dépassement apparait cependant peu prononcé.

Considérant l'ensemble des données recueillies, les résultats ne soulignent pas d'impact significatif de l'activité de l'installation sur son environnement en termes de retombées de PCDD/F. Seule la station 3, située en zone d'impact principal, affiche une valeur légèrement plus marquée, qui pourra être vérifiée lors des prochaines campagnes de surveillance.

5.4. Evolution des résultats de 2009 à 2019

La **figure 4** ci-après présente l'évolution des concentrations en PCDD/F dans les graminées échantillonnées depuis 2009. Les résultats sont exprimés en pg OMS-TEQ/g -TEF 2005 de MS en considérant les valeurs inférieures aux limites de détection égales à 0 afin de pouvoir s'affranchir des variations des limites de détection au cours des saisons. En effet, selon la saison d'exposition des graminées, les quantités de biomasses collectées sont différentes. Or, ces dernières ont une forte influence sur la valeur de la limite de quantification. Les résultats détaillés des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) depuis le début des programmes de mesures sont présentés en **annexe 4**.
Afin de pouvoir réaliser une comparaison de ces résultats avec d'autres contextes environnementaux, le **tableau 5** ci-après présente les gammes de valeurs observées par BioMonitor en milieu rural, urbanisé et sous influence industrielle sur les stations témoins.

Tableau 5. *Gammes de concentrations en PCDD/F (pg OMS-TEQ/g de MS) observées par BioMonitor dans les cultures standardisées de graminées exposées sur des stations témoins situées dans différents contextes environnementaux. Résultats observés entre 2006 et 2010*

Paramètres	Fond rural	Fond urbain et industriel
PCDD/F	0,17 – 0,94	0,31 – 1,59

L'interprétation de l'historique des résultats permet de distinguer trois périodes :

- la campagne 2009, qui constitue l'état initial ;
- la période 2010-2011, au cours de laquelle des teneurs marquées sont observées ;
- la période 2012-2019, durant laquelle les teneurs tendent à diminuer puis à se stabiliser.

Situation en 2009 : état initial
En août 2009, une première série de mesures a été réalisée avant la mise en service des installations, constituant ainsi un état initial du site. Lors de cette campagne, les résultats de mesures, globalement homogènes, s'apparentent à des concentrations représentatives des valeurs attendues en milieu rural, voire en milieu industriel peu impacté. Il est également à noter que ces mesures ont été réalisées, du fait de la conjoncture, durant une période de sous-activité industrielle dans la zone industrielle de Fos-sur-Mer (certains sites en sous-activité, voire d'autres à l'arrêt).

Situation en 2010-2011 :
Au cours de cette période, les teneurs en PCDD/F mesurées dans les graminées tendent à augmenter sur l'ensemble de la zone d'étude. On détecte ponctuellement des valeurs particulièrement marquées, notamment sur les stations 2, 3, 6 et 7 qui se situent en zone d'impact potentiel. Toutefois, un lien direct avec l'activité du site ne peut pas être établi. On note par exemple que :

- les valeurs fortes ne sont pas systématiquement corrélées à l'exposition potentielle des stations aux retombées éventuelles provenant d'EveRé ;
- un incendie de broussaille sur la zone d'étude a perturbé les mesures en été 2011 ;
- le site EveRé était en sous-activité en automne 2011.

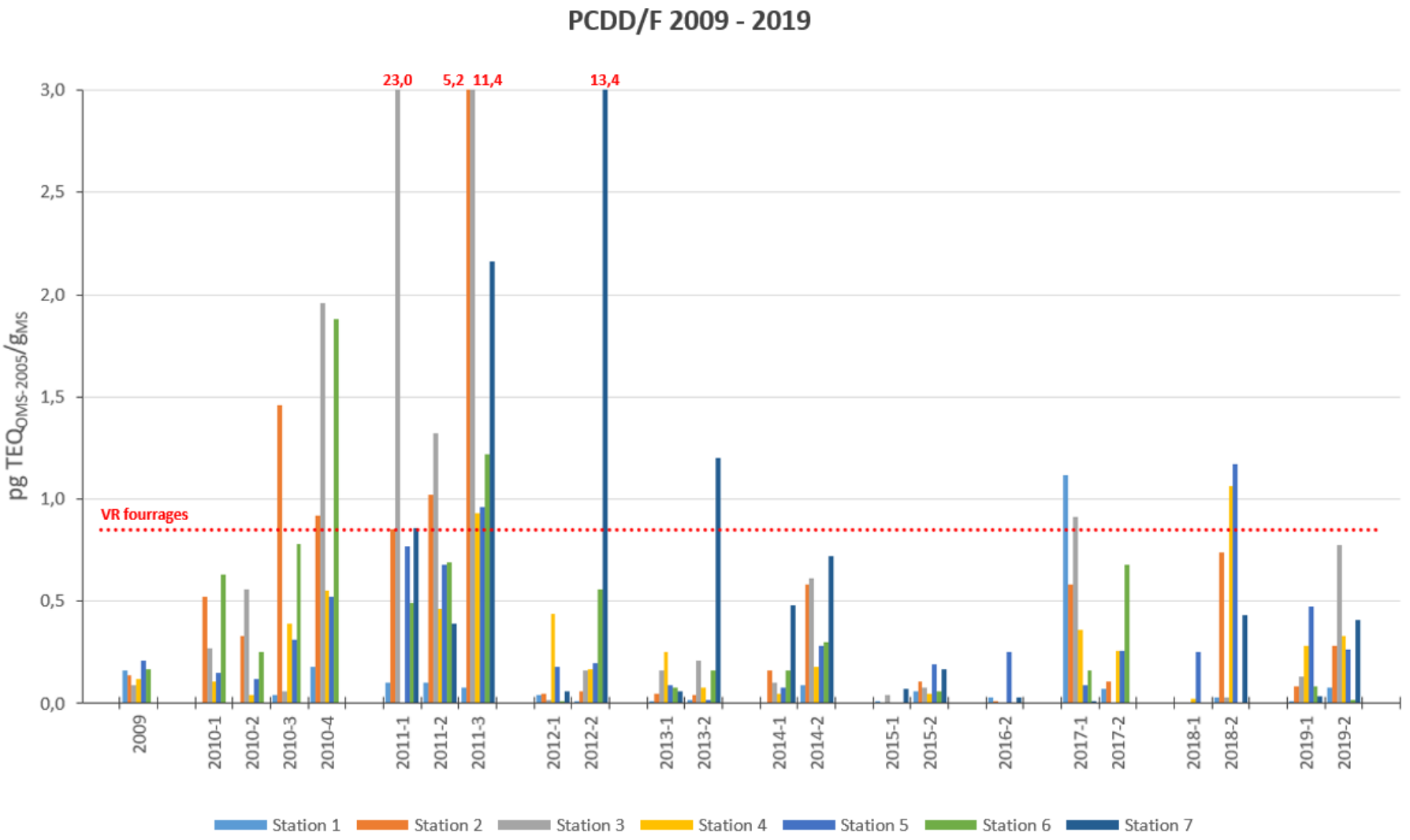


Figure 4. *Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées prélevées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer*

Situation en 2012 - 2019 :
Une tendance à la baisse des niveaux de PCDD/F est constatée par rapport à 2011. Les teneurs sont pour la plupart inférieures au seuil sanitaire et restent globalement conformes aux valeurs attendues dans des zones non impactées par un émetteur.

Quelques valeurs plus élevées sont observées, excédant parfois le seuil réglementaire, notamment en 2012 et 2013 pour la station 7, en 2017 pour la station 1 et en 2018 pour les stations 4 et 5. Toutefois, ces observations restent ponctuelles et sont souvent décorrélées de l'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé.

Evolution récente :
Les teneurs mesurées en 2019 s'inscrivent dans cette tendance d'amélioration constatée depuis 2012. Dans leur ensemble, les teneurs en PCDD/F mesurées au cours des dernières campagnes de surveillance reflètent des concentrations conformes aux valeurs attendues en milieu urbain et industriel.

6. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES DE METAUX

6.1. Les métaux dans les végétaux

Contrairement aux dioxines/furannes, il est habituel de trouver des métaux dans les plantes, du moins certains d'entre eux. C'est le cas notamment de l'arsenic, du cuivre, du manganèse, du nickel. Ce n'est par contre pas le cas du cadmium ou du plomb qui n'ont aucun rôle physiologique dans la plante. Une deuxième différence de taille réside dans le fait que ce sont des éléments chimiques qui ne peuvent pas être dégradés. Ces deux propriétés font qu'il y a presque toujours des résidus métalliques dans la plante. Ce n'est qu'à partir d'une certaine concentration que l'on peut suspecter l'existence d'un phénomène exogène qui a conduit la plante à accumuler un ou plusieurs métaux.
Les mécanismes d'accumulation des métaux par les plantes sont les mêmes que pour les dioxines/furannes à la différence que le transfert à l'intérieur de la plante est plus facile car la plante est moins protégée, les métaux pouvant emprunter les voies utilisées par les oligo-éléments. La distinction entre la part de polluants métalliques présents « naturellement » dans la plante de la part imputable à des retombées atmosphériques est donc délicate, plus délicate qu'avec les dioxines/furannes.

6.2. Notion de concentration attendue et de seuil

L'argumentation développée précédemment pour les PCDD/F peut également s'appliquer au cas des métaux. Tout en gardant à l'esprit la remarque faite au précédent paragraphe, il est possible, pour certains éléments, de proposer un seuil de retombées, valeur au-delà de laquelle la teneur observée ne peut plus s'expliquer par des fluctuations naturelles mais est le résultat probable d'un dépôt atmosphérique. Pour quatre des éléments suivis, il peut aussi être fait appel à une valeur de référence qui présente une dimension sanitaire (As, Cd, Hg, Pb).

6.3. Résultats de la campagne automnale 2019 pour les métaux

Le **tableau 6** ci-après présente les résultats relatifs aux métaux mesurés dans les graminées exposées en automne 2019. Les résultats détaillés sont notifiés dans les bordereaux analytiques en **annexe 5**.

Tableau 6. *Concentrations en métaux (mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 30 octobre au 27 novembre 2019 dans l'environnement du site EveRé*

Stations	Dénomination	Typologie	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
Station 1	D268 Château d'eau	Témoin local	0,07	0,05	0,45	0,23	5,8	<0,03	102
Station 2	Darse 2 Sud EveRé	Impact principal	0,10	0,05	0,44	0,62	6,0	<0,03	95
Station 3	Darse 2 Chemin transv.	Impact principal	0,07	0,05	0,64	0,58	7,4	<0,03	97
Station 4	Site Lyondell	Impact secondaire	0,10	0,06	0,42	1,04	5,7	<0,03	107
Station 5	Site KemOne D268	Impact secondaire	0,13	0,07	0,42	0,57	5,6	<0,03	105
Station 6	Darse 2 Eolienne	Impact secondaire	0,08	0,06	0,32	0,41	4,1	<0,03	67
Station 7	Route du quai minéralier	Impact principal	0,09	0,06	0,53	0,41	5,8	<0,03	104
Seuils de retombées [a]			0,32	0,20	1,50	1,10	15,0	0,11	200
Teneurs maximales [b]			**2,27**	**1,14**	-	-	-	**0,11**	-

Stations	Dénomintation	Typologie	Ni	Pb	Sb	Sn	Tl	V	Zn
Station 1	D268 Château d'eau	Témoin local	6,7	0,3	0,15	<0,13	<0,13	<0,13	41
Station 2	Darse 2 Sud EveRé	Impact principal	6,6	0,6	<0,13	<0,13	<0,13	0,17	41
Station 3	Darse 2 Chemin transv.	Impact principal	6,0	0,7	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	39
Station 4	Site Lyondell	Impact secondaire	5,9	0,9	<0,13	<0,13	<0,13	0,38	43
Station 5	Site KemOne D268	Impact secondaire	6,6	0,8	<0,13	<0,13	<0,13	0,23	81
Station 6	Darse 2 Eolienne	Impact secondaire	4,5	0,5	<0,13	<0,13	<0,13	0,50	28
Station 7	Route du quai minéralier	Impact principal	6,9	0,5	<0,13	<0,13	<0,13	0,37	47
Seuils de retombées [a]			14,0	3,0	1,00	-	-	1,50	85
Teneurs maximales [b]			-	**34,1**	-	-	-	-	-

[a] Défini sur la base d'un traitement statistique portant sur un lot d'échantillons obtenus selon un protocole d'exposition identique.
[b] Teneurs maximales dans lesalimentats pour animaux et leurs matières premières selon la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 744/2012 et par le réglementUE 2015/186

Les éléments Hg, Sn et Tl n'ont été détectés sur aucune station, tandis que l'élément Sb ne l'a été que sur la station 1, à un niveau faible. Concernant les métaux qui ont pu être quantifiés, les teneurs relevées au droit des points d'exposition potentiellement sous l'influence des retombées du site sont homogènes et restent globalement du même ordre de grandeur que celles mesurées sur le témoin local (station 1), à la seule exception du Cr dont la teneur est plus marquée sur la station 4. Les seuils de retombées sont respectés pour la totalité des métaux. Les seuils sanitaires relatifs à l'As, le Cd, le Hg et le Pb n'ont pas été dépassés.

Les teneurs en métaux dans les cultures standardisées de ray-grass ne mettent en évidence aucun impact spécifique de l'activité de l'UVE EveRé pour la période d'exposition étudiée.

6.4. Evolution des résultats de 2009 à 2019

6.4.1. Principe

Comme pour les dioxines/furannes, de multiples campagnes de mesure de teneurs en métaux dans les ray-grass exposées ont été réalisées autour du site EveRé depuis 2009. Pour les éléments détectés, des tableaux de synthèse (**annexe 6**) et des histogrammes (**figures 5** à **17**) présentent les résultats des campagnes afin de réaliser leur interprétation. La comparaison entre les campagnes de mesures permet de présenter l'évolution spatiotemporelle des niveaux de dépôts atmosphériques et éventuellement de mieux identifier les sources d'émissions (associations entre éléments et origine des dépôts). La comparaison des résultats s'effectue ci-après à l'aide d'histogrammes sur lesquels la barre liée à l'incertitude de l'analyse est visualisée. Les résultats sont également comparés aux valeurs interprétatives (seuil de retombées et valeurs réglementaires). Par commodité de lecture, les incertitudes analytiques et les valeurs inférieures aux limites de quantification ne sont pas représentées.

6.4.2. Analyse élément par élément

Les **figures 5** à **17** présentent l'évolution ainsi que les teneurs métalliques, élément par élément, lors des 23 campagnes de mesures jusqu'à celle réalisée en automne 2019. Pour chacun des métaux, le seuil de retombées, lorsqu'il a pu être déterminé, est visualisé par une ligne horizontale rouge en pointillés. Pour certains métaux, la valeur réglementaire figure sous la forme d'une ligne horizontale rouge continue. Les résultats détaillés depuis 2009 sont fournis en **annexe 6**.

■ Cas de l'arsenic (As)

Le seuil de retombées significatives pour l'arsenic est de 0,32 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 2,27 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire reste indicatif car aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée dans les environs immédiats du site EveRé.

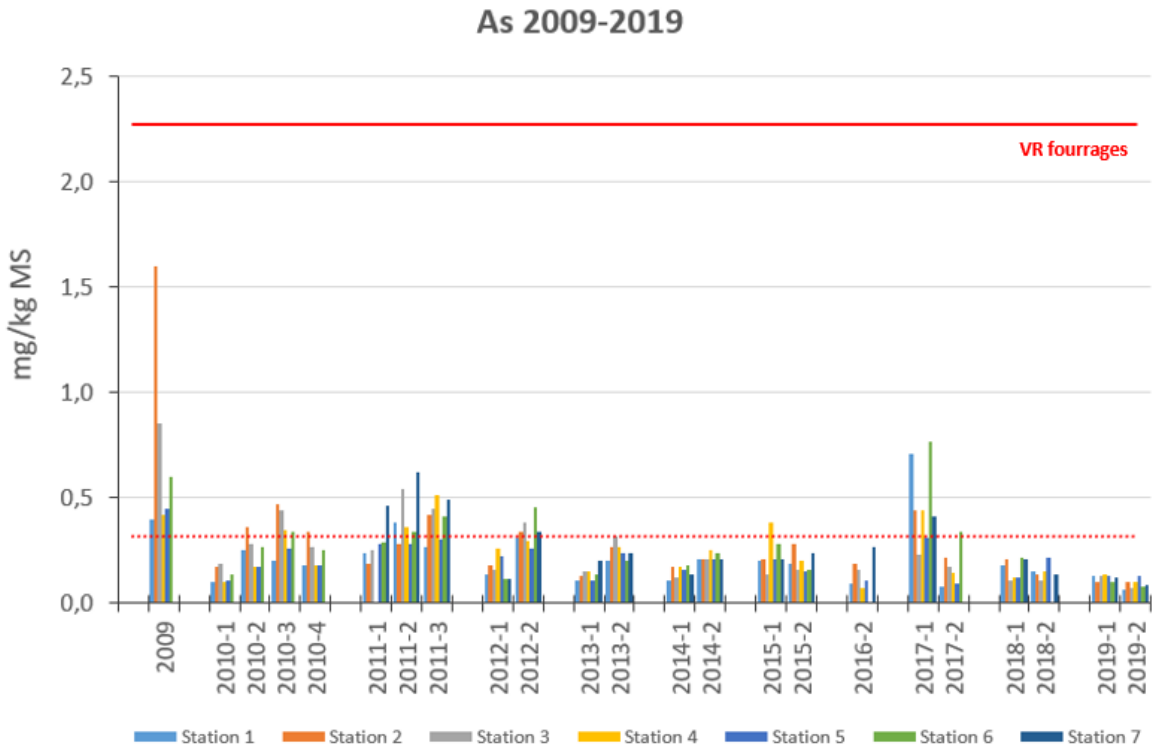


Figure 5. *Histogrammes présentant les concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.*

Pour cet élément, la situation apparaît relativement variable d'une année à l'autre. Néanmoins, par rapport à l'état initial de 2009 où une valeur supérieure au seuil de retombées était observée sur l'ensemble du réseau de mesures, la situation a globalement évolué favorablement. Les valeurs mesurées restent inférieures à celles observées lors de l'état initial (à l'exception d'une valeur sur la station 4 lors de la troisième campagne 2011 et de l'année 2017 sur les stations 1, 4 et 6). On notera que, de 2013 à 2015, aucune valeur significativement supérieure au seuil de retombées n'a été relevée. Pour l'été 2017, une hausse des niveaux d'As est observée sur l'ensemble des stations, caractérisant ainsi un phénomène de dépôts généralisés sur le secteur d'étude sans lien direct avec l'activité de l'installation (pas de lien avéré avec les taux d'exposition). En 2018, les teneurs en As étaient toutes inférieures au seuil de retombées, dans la gamme basse à médiane des valeurs historiques. Une situation identique est observée en 2019, avec même des concentrations en baisse par rapport à 2018. Pour ce paramètre, l'ensemble des valeurs obtenues est nettement en-deçà du seuil sanitaire de 2,27 mg/kg de MS.

■ Cas du cadmium (Cd)

Le seuil de retombées significatives du cadmium est de 0,20 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 1,14 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire n'est qu'indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

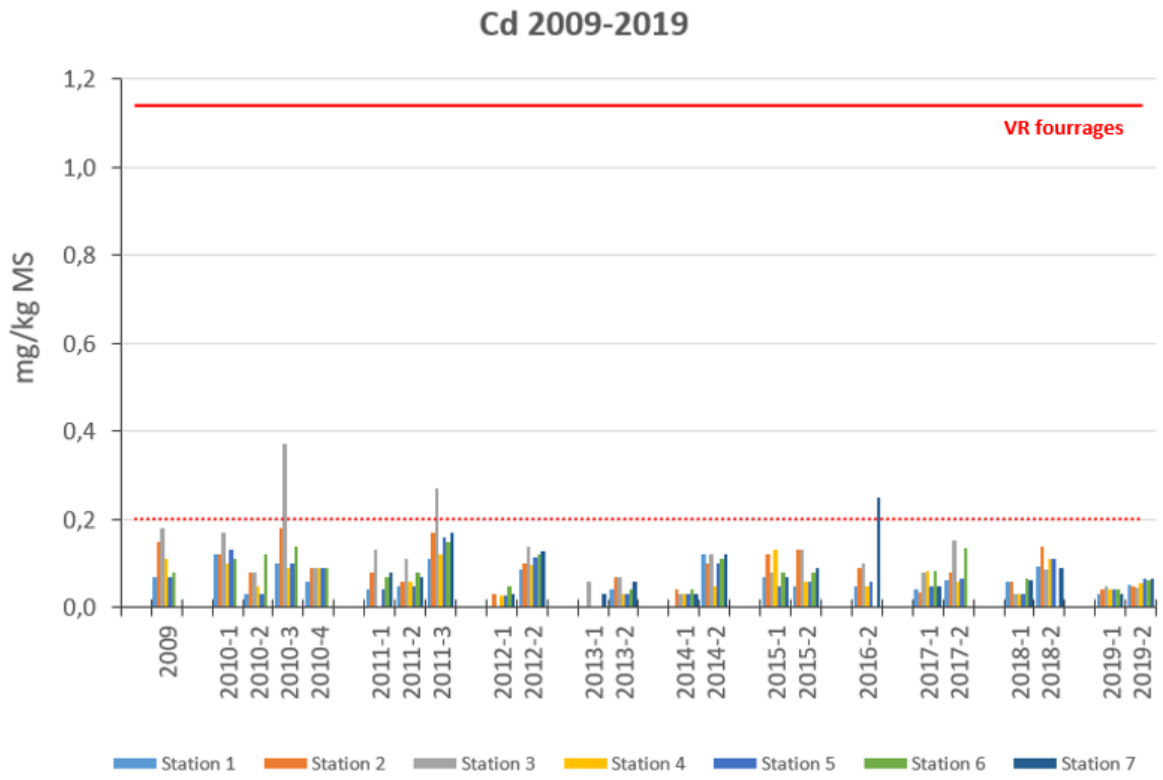


Figure 6. *Histogrammes présentant les concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.*

A l'exception des rares valeurs plus marquées (station 3 en automne 2010 et 2011 et station 7 en automne 2016), les teneurs en Cd dans les graminées sont inférieures au seuil de retombées significatives. Depuis 2012, la majorité des valeurs sont conformes aux valeurs mesurées lors de l'état initial de 2009. Pour les campagnes conduites en 2019, les teneurs mesurées sont dans la gamme basse des valeurs historiques, très en-deçà du seuil de retombées.

La totalité des teneurs en Cd dans les graminées sont très nettement inférieures au seuil sanitaire de 1,14 mg/kg de MS fourni à titre indicatif pour l'alimentation animale.

■ **Cas du cobalt (Co)**

Le seuil de retombées significatives défini pour le cobalt est de 1,5 mg/kg de MS.

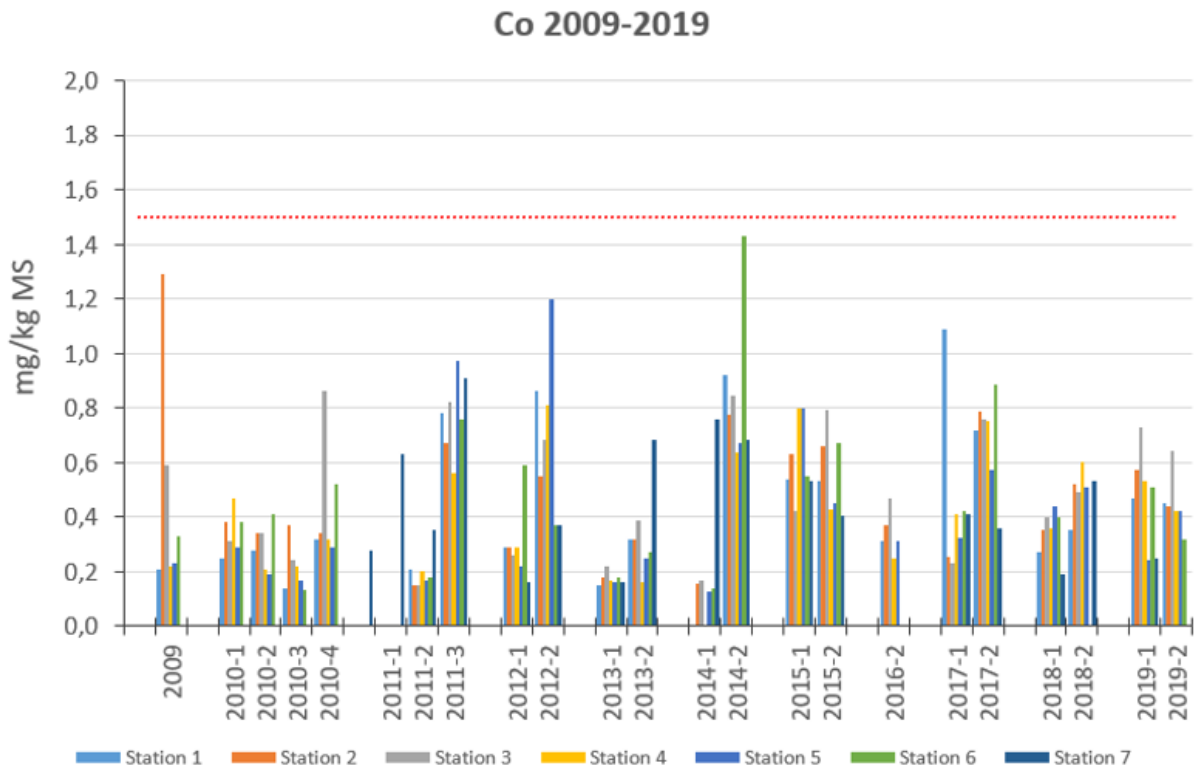


***Figure 7**. Histogrammes présentant les concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

L'évolution des teneurs en Co apparait hétérogène entre les années et les campagnes de mesures depuis le début de la surveillance. Même si des valeurs plus marquées ont pu être observées ponctuellement, les teneurs en Co restent toutes inférieures au seuil de retombées pour cet élément.

L'évolution souligne cependant des niveaux globalement conformes à ceux attendus en zone non impactée. L'absence de retombées significatives pour cet élément dans l'environnement du site peut être mise en évidence pour l'ensemble des campagnes de surveillance, y compris pour les campagnes d'été et d'automne 2019.

■ Cas du chrome (Cr)

Le seuil de retombées significatives pour le chrome est de 1,10 mg/kg de MS.

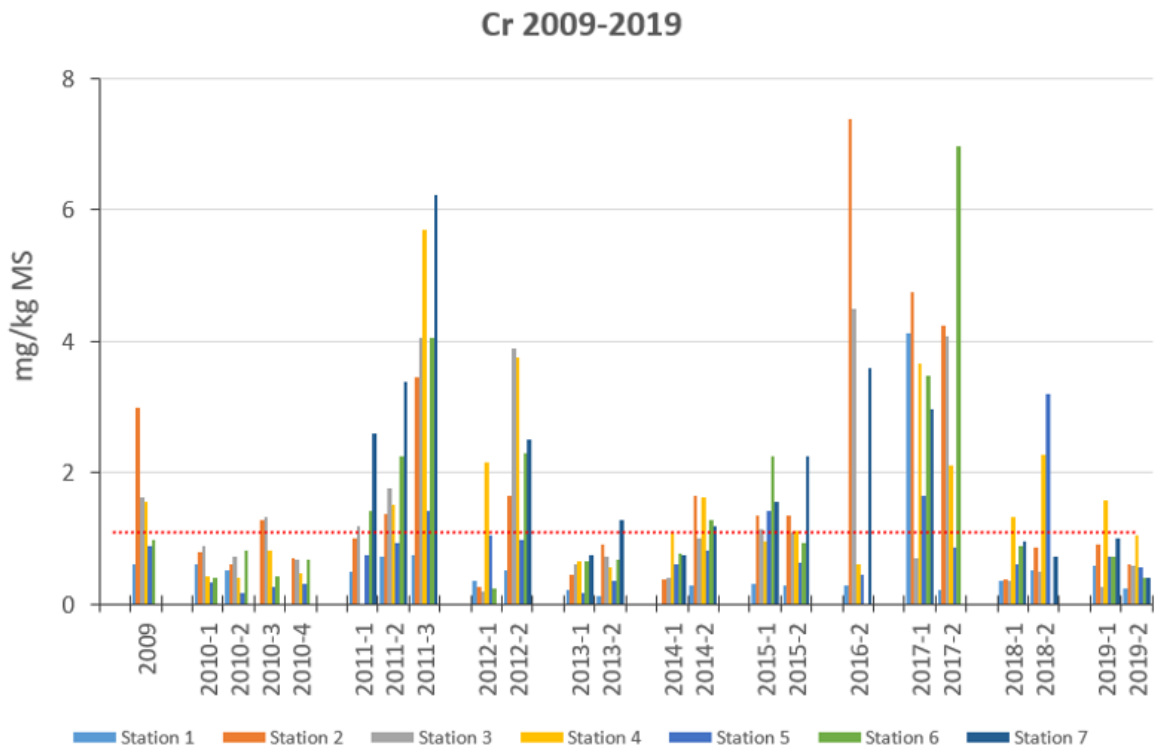


Figure 8. *Histogrammes présentant les concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

Des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives sont observées depuis le début des campagnes sur l'ensemble des stations et ce, dès 2009 avant même le démarrage de l'exploitation du site EveRé. Les périodes 2011-2012 et 2016-2017 concentrent les dépôts de Cr les plus marquées. Les teneurs en Cr dans les graminées sont en baisse en 2018 et 2019 et les dépôts concernent les stations 4 et 5 situées au nord-est du site et relativement peu exposées aux vents provenant d'EveRé.

Les dépôts en Cr, parfois importants, sont observés de manière récurrente sur les stations 2, 3, 4, 6 et 7. A l'exception d'une valeur forte en été 2017, la station 1, témoin local situé en périphérie de la ZIP, est la moins impactée par des retombées de Cr. Ces résultats semblent donc traduire un phénomène de dépôt généralisé en Cr sur la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer. Aucun lien direct et exclusif avec l'activité d'EveRé ne peut être mis en évidence.

■ **Cas du cuivre (Cu)**

Le seuil de retombées significatives pour le cuivre est de 15 mg/kg de MS.

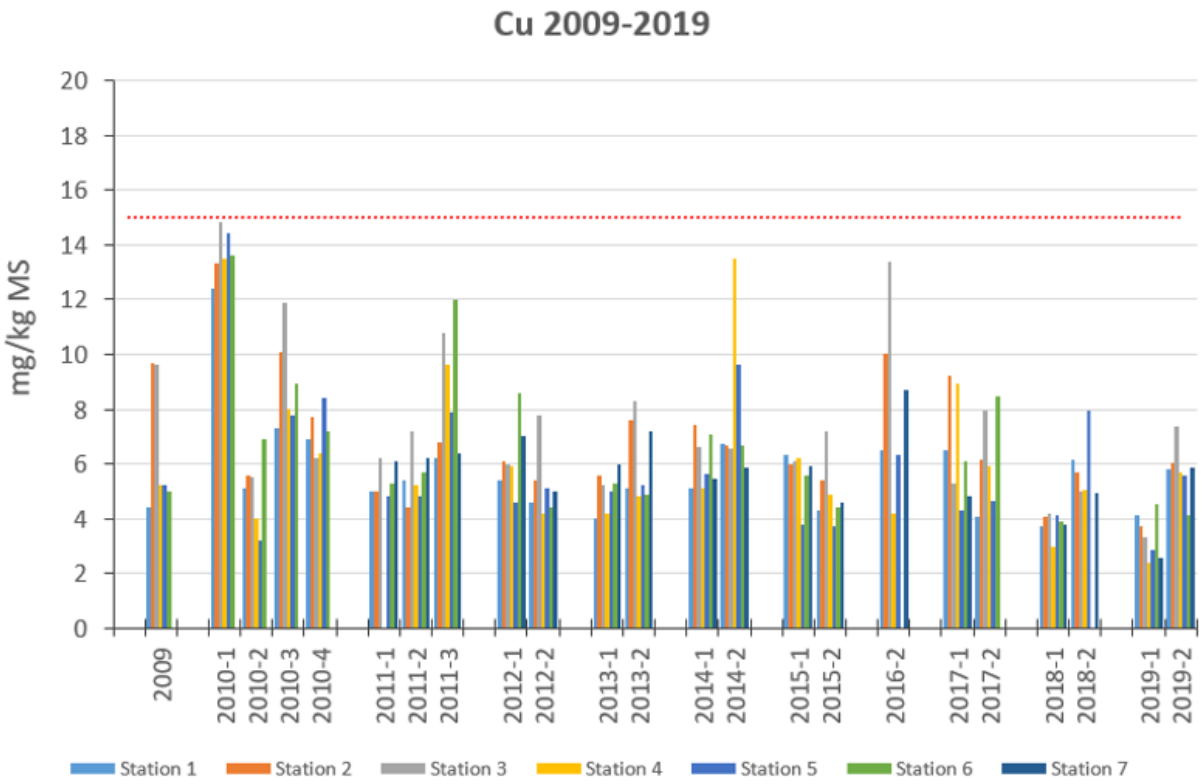


Figure 9. *Histogrammes présentant les concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

Les niveaux de dépôts en Cu les plus importants ont été relevés début 2010. Depuis cette campagne, les teneurs en Cu dans les graminées sont relativement homogènes d'une station et d'une campagne à l'autre, à des niveaux équivalents à ceux mesurés en 2009 pour l'état initial. Même si l'on observe ponctuellement quelques valeurs plus marquées, celles-ci ne peuvent être mises en relation avec l'activité du site EveRé et elles restent inférieures au seuil de retombées significatives pour cet élément. Les teneurs en Cu mesurées lors des campagnes d'été et d'automne 2019 sont dans la gamme moyenne des valeurs historiques, en-dessous du seuil de retombées correspondant.

Les résultats des campagnes de surveillance ne révèlent pas de retombées significatives de Cu dans l'environnement d'EveRé.

■ **Cas du mercure (Hg)**

Le seuil de retombées significatives pour cet élément est de 0,11 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire fixé également à 0,11 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire n'est qu'indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

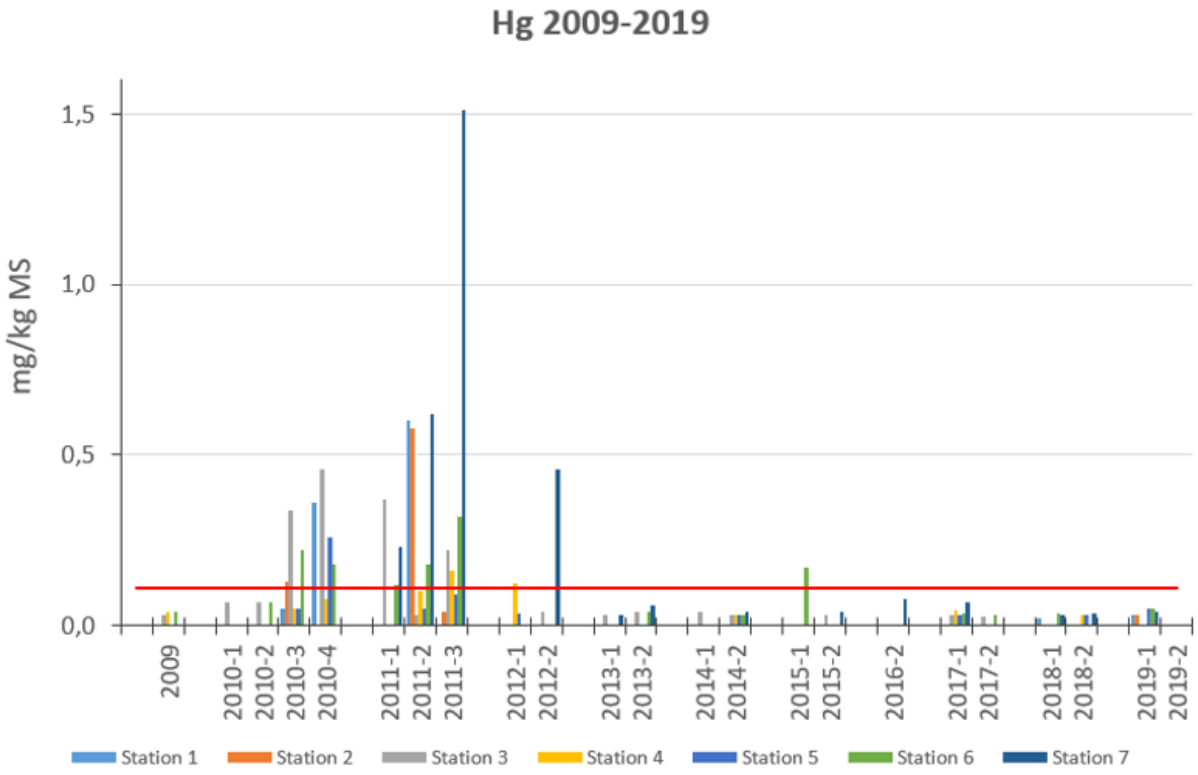


Figure 10. *Histogrammes présentant les concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouge continue indique à la fois la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives*

L'étude initiale conduite en 2009 faisait état de teneurs en mercure faibles, proches ou inférieures à la limite de quantification de cet élément. Entre 2010 et 2011, des valeurs marquées ont été observées, excédant le seuil de retombées correspondant et la valeur réglementaire indicative pour les fourrages. Pour autant, aucun lien direct et exclusif n'a pu être fait avec le site EveRé, ce qui suggère l'existence probable d'autres sources d'émissions ponctuelles dans la zone d'étude, en lien avec son contexte industriel.

Depuis 2012, la situation s'est nettement améliorée avec des valeurs qui s'apparentent à celles attendues en zone de fond. Des valeurs supérieures au seuil de retombées ont été recensées en 2012 (stations 4 et 7) et en 2015 (station 6). Hormis ces cas isolés, les teneurs en Hg restent inférieures au seuil de retombées significatives fixé à 0,11 mg/kg de MS, y compris pour les campagnes d'été 2019. En automne 2019, aucune teneur en Hg n'a atteint le seuil de quantification sur la zone d'étude.

■ Cas du manganèse (Mn)

Le seuil de retombées significatives du manganèse est fixé à 200 mg/kg de MS.

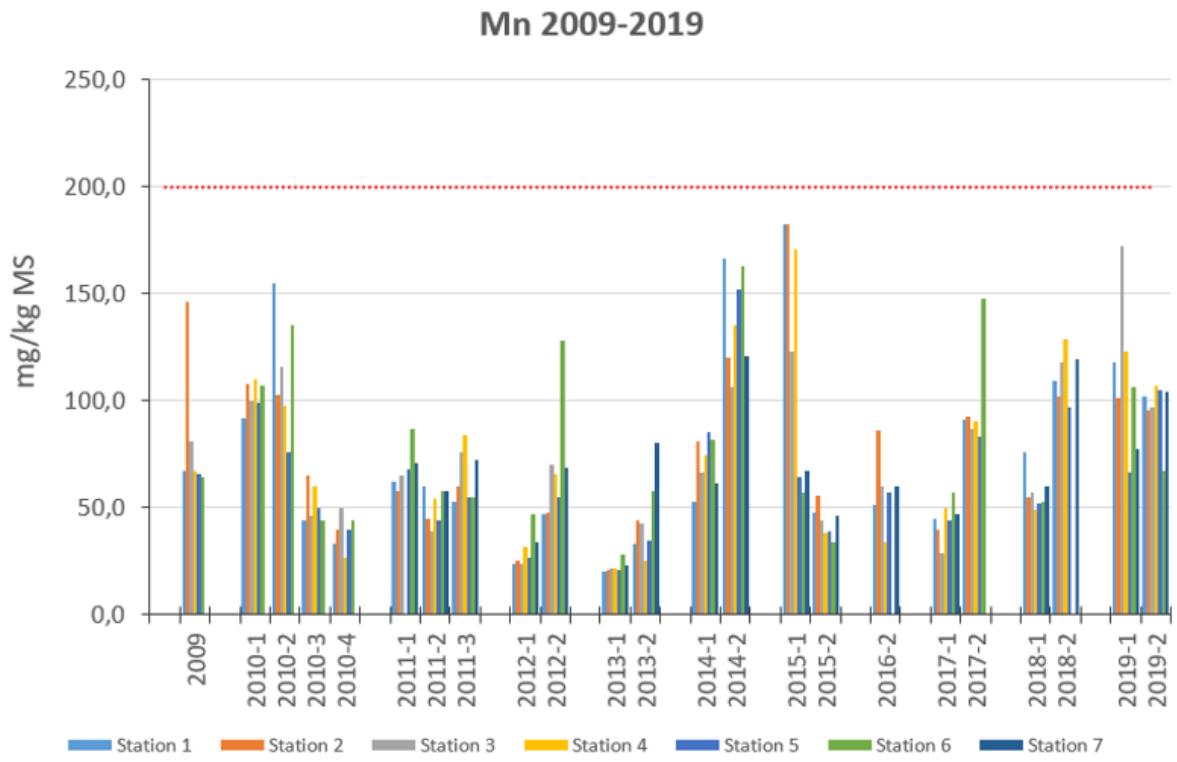


Figure 11. *Histogrammes présentant les concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

Les teneurs en Mn dans les graminées mesurées depuis le début des campagnes de surveillance sont toutes inférieures au seuil de retombées pour cet élément, fluctuant autour des niveaux observés lors de l'état initial en 2009. Quelques valeurs plus marquées sont observées ponctuellement mais sans relation directe avec l'activité d'EveRé.

Les teneurs en Mn mesurées en 2019 sont dans la gamme médiane à haute des valeurs historiques, mais restent largement inférieures au seuil de retombées.

Aucun impact de l'activité des installations ne peut être mis en évidence sur la zone d'étude en termes de retombées de Mn et par le biais de la méthode de biosurveillance employée.

■ Cas du nickel (Ni)

Le seuil de retombées significatives pour le nickel est de 14,0 mg/kg de MS.

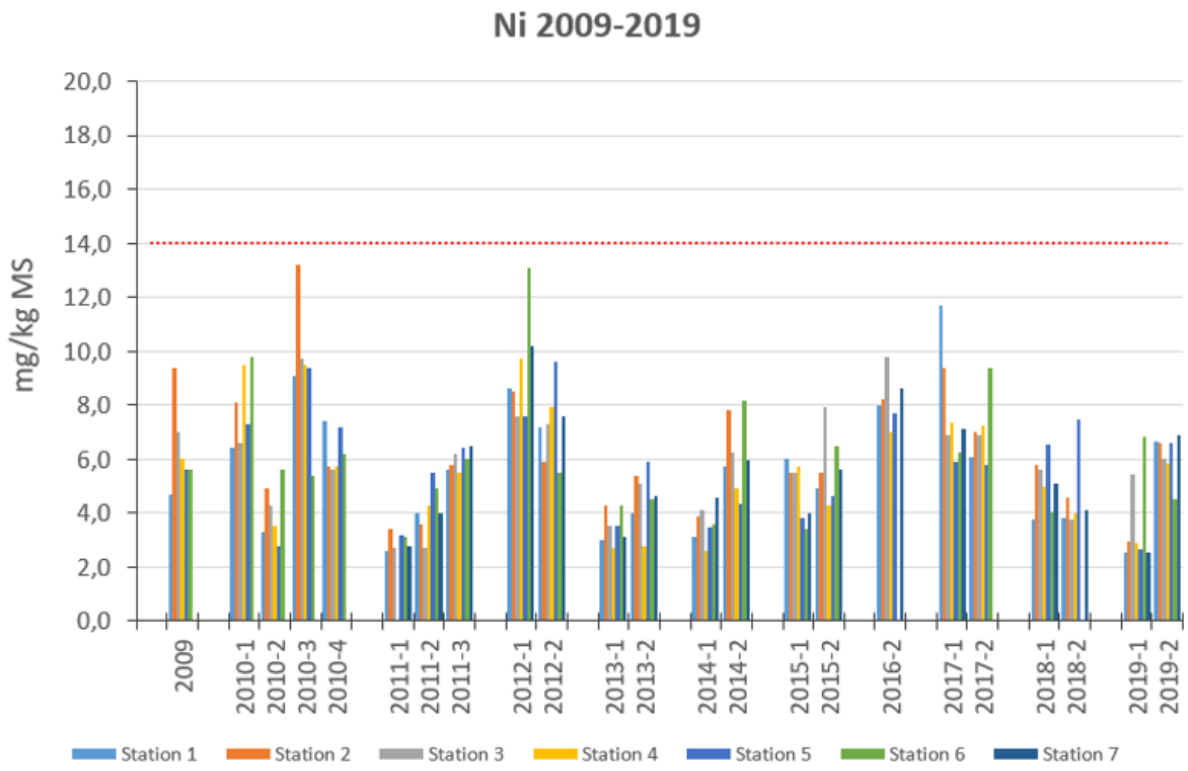


Figure 12. *Histogrammes présentant les concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

L'absence de retombées pour cet élément dans l'environnement du site peut également être mise en évidence pour l'ensemble des campagnes de surveillance. Les variations observées sont dans la majorité des cas non significatives si l'on considère l'incertitude analytique et les résultats obtenus lors de l'état initial. Quelques valeurs marquées ont été relevées au cours des campagnes 1 et 3 de 2010 et de la campagne 1 de 2012, mais elles restent inférieures au seuil de retombées défini pour le Ni.

Pour les campagnes d'été et d'automne 2019, les teneurs en Ni mesurées dans les graminées sont dans la gamme médiane des valeurs historiques, et largement inférieures au seuil de retombées.

Les résultats des campagnes de biosurveillance ne révèlent pas de dépôts significatifs de Ni dans l'environnement du site d'EveRé.

■ Cas du Plomb (Pb)

Le seuil de retombées significatives pour le plomb est de 3,0 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 34,1 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire reste indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

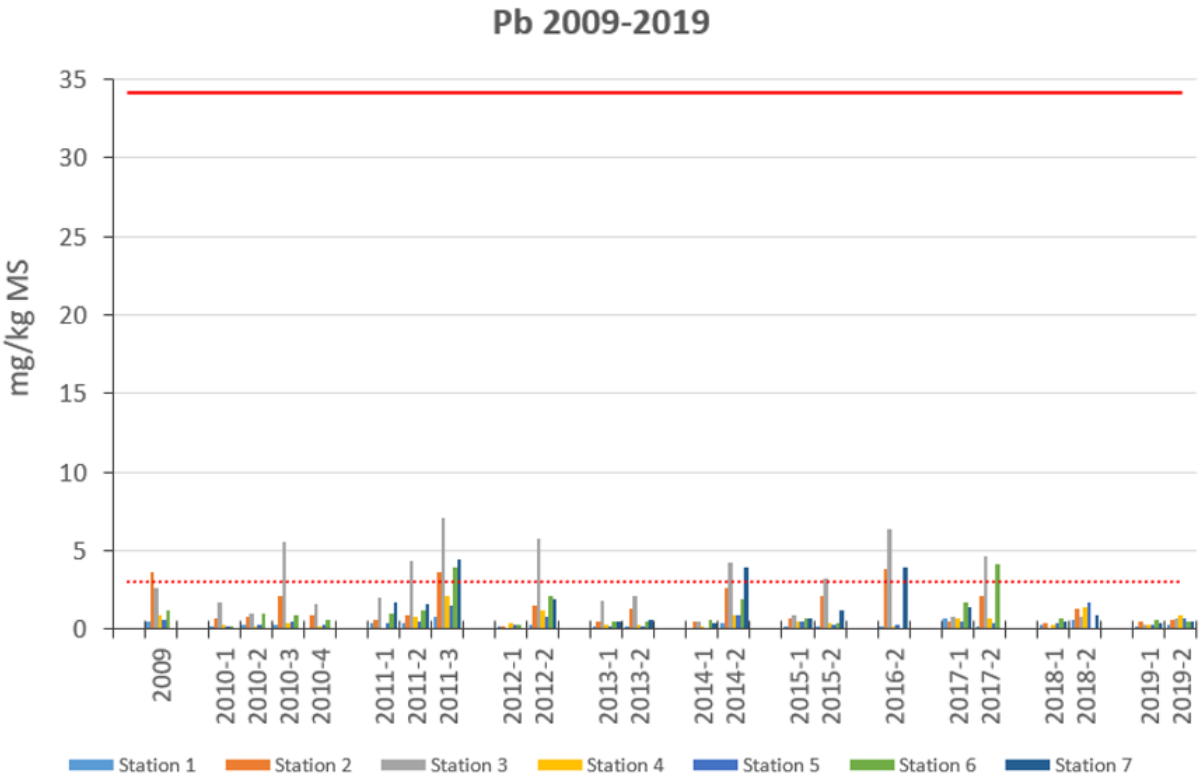


Figure 13. *Histogrammes présentant les concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.*

Les niveaux de Pb dans les graminées apparaissent globalement inférieurs au seuil de retombées significatives depuis le début du programme de mesures. Quelques valeurs ont néanmoins excédé ce seuil, notamment sur les stations 2 et 3, mais c'était déjà le cas pour ces deux points d'exposition lors de l'étude de l'état initial réalisée en 2009, et à partir de 2011 au droit des stations 6 et 7. Si l'on écarte ces valeurs ponctuelles, les niveaux observés et leurs variations ne témoignent pas d'un changement de la situation par rapport à l'état initial.

Les teneurs relevées lors des campagnes 2018 et 2019 sont dans la gamme basse des valeurs mesurées sur le secteur d'étude depuis 2009. En 2019 en particulier, les teneurs en Pb sont très inférieures au seuil de retombées pour ce contaminant.
Dans tous les cas, on notera que l'ensemble des teneurs en Pb de 2009 à 2019 sont très nettement en-deçà du seuil sanitaire de 34,1 mg/kg de MS.

■ Cas de l'antimoine (Sb)

Le seuil de retombées de l'antimoine est fixé à 1,0 mg/kg de MS.

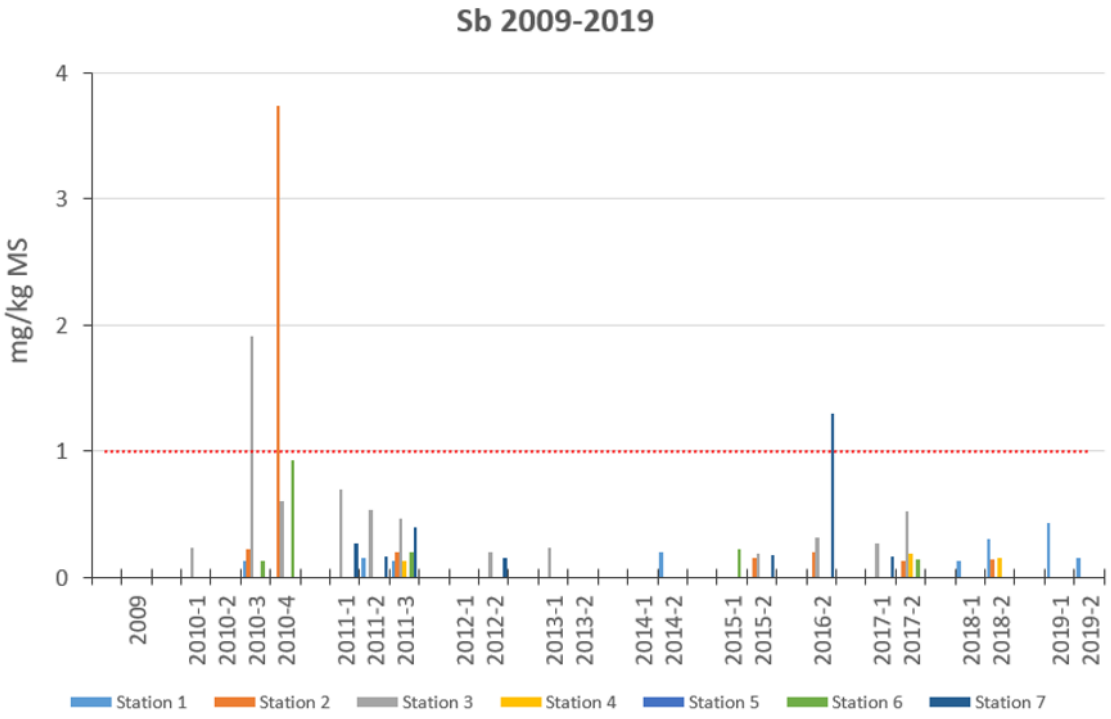


Figure 14. *Histogrammes présentant les concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

L'antimoine est quantifié de manière sporadique depuis le début des campagnes de mesures. Lorsqu'il est quantifié, les niveaux restent pour la plupart conformes à ceux attendues en zone non impactée par une source industrielle. Quelques teneurs significativement plus élevées que le seuil de retombées significatives ont été relevées sur la station 2 en 2010 (campagne 4), la station 3 en 2010 (campagne 3) ainsi que la station 7 en 2016. En 2019, l'élément Sb n'a pu être détecté que sur la station 1, point témoin de l'étude, avec des valeurs très inférieures au seuil de retombées.

■ Cas de l'étain (Sn)

Depuis 2009, l'étain a été quantifié de manière ponctuelle sur le réseau de mesures. Dans la majorité des cas, les concentrations restent inférieures à la limite de quantification fixée à 0,125 mg/kg de MS. Il a toutefois été quantifié de manière régulière sur la station 3. En 2019, cet élément n'a été détecté que sur la station 1, témoin local, mais à un niveau bas. L'interprétation des résultats relatifs à l'étain demeure limitée puisque ses teneurs attendues dans l'environnement sont à l'heure actuelle mal connues. La comparaison à l'état initial ne révèle toutefois aucun impact d'EveRé pour cet élément.

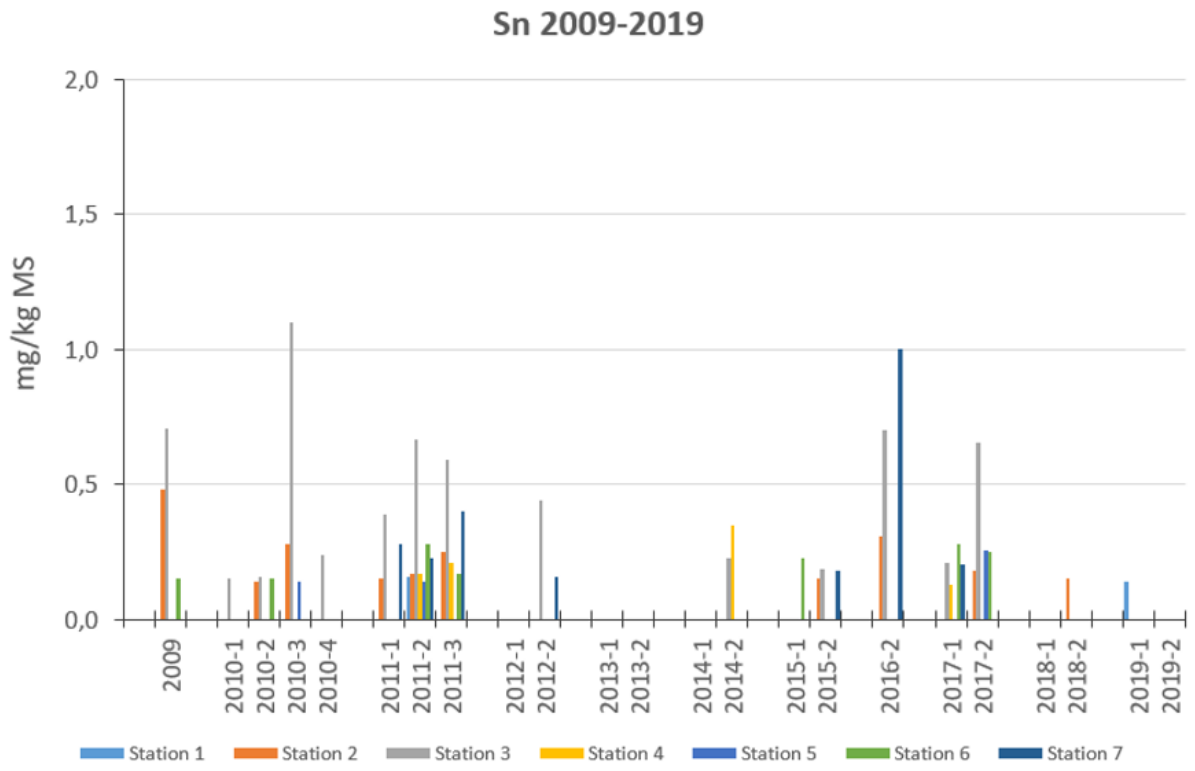


Figure 15. *Histogrammes présentant les concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)*

■ Cas du thallium (Tl)

Le thallium n'est que rarement quantifié et aucune référence ne permet d'en évaluer l'importance lorsqu'il est décelé. Les valeurs observées après la mise en service du site restent inférieures à la limite de quantification analytique, y compris pour les campagnes d'été et d'automne 2019. Aucune retombée de thallium n'est donc mise en évidence.

■ **Cas du vanadium (V)**

Le seuil de retombées significatives du vanadium est fixé à 1,5 mg/kg de MS.

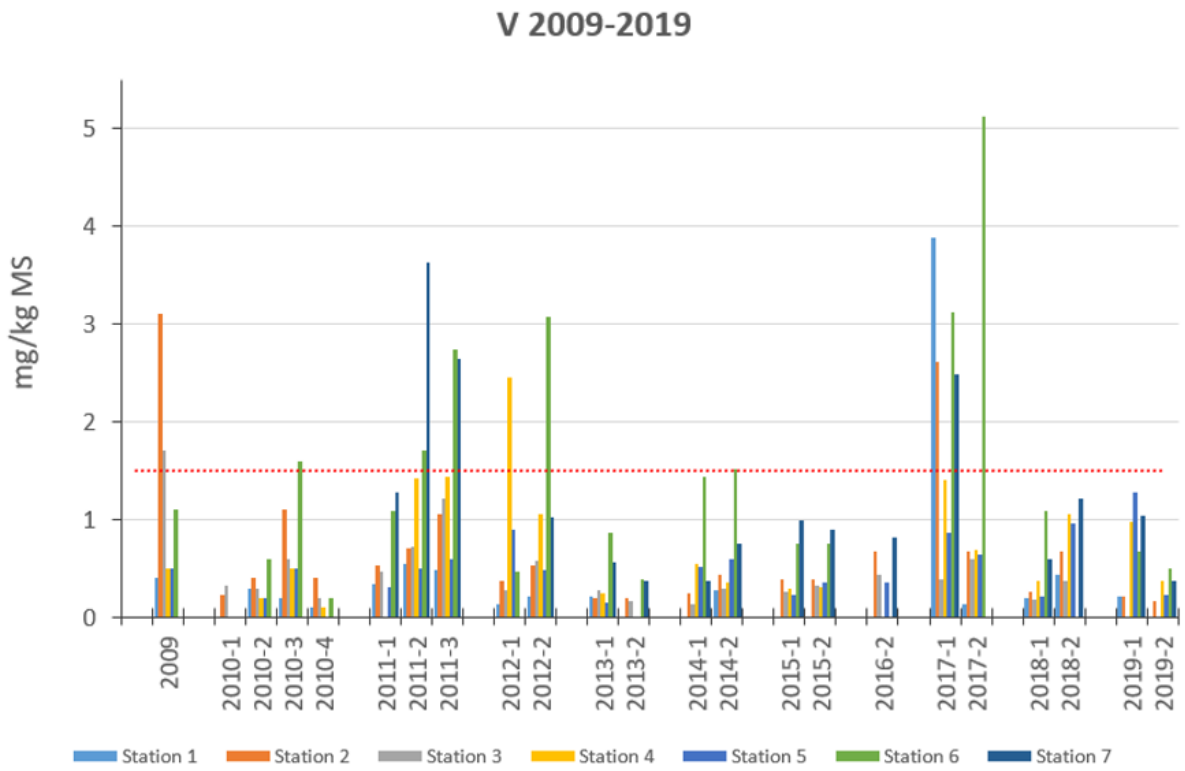


Figure 16. *Histogrammes présentant les concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

Depuis le début du programme de surveillance, pour une même campagne, les teneurs en V mesurées dans les graminées varient de manière sensible d'une station à l'autre, sans corrélation claire avec les conditions d'exposition des stations. Cette situation était observée dès l'état initial en 2009, où on relevait des dépôts plus élevés au droit des stations 2, 3 et, dans une moindre mesure, 7. Après le démarrage de l'exploitation des installations EveRé, les dépôts les plus marqués ont été enregistrés en 2011-2012 et en 2017. On note que ces deux périodes correspondent aux campagnes au cours desquelles des retombées significatives ont été détectées sur la zone d'étude pour les éléments As et Cr. Ce constat semble témoigner d'épisodes de dépôts métalliques mixtes sur le secteur d'étude, pour lesquels aucun lien direct et exclusif avec le fonctionnement d'EveRé ne peut être établi et pouvant provenir d'émetteurs multiples présents sur la ZIP de Fos-sur-Mer.

En 2018 et 2019, les teneurs en V mesurées dans les graminées sont revenus à des niveaux inférieurs au seuil de retombées correspondant, et équivalents voire inférieurs à ceux mesurés en 2009 à l'état initial. On observe ainsi pour cet élément une nette amélioration de la situation sur la zone d'étude, avec des dépôts conformes à ceux attendus en l'absence d'émetteur.

■ Cas du zinc (Zn)

Le seuil de retombées significatives du zinc est de 85 mg/kg de MS.

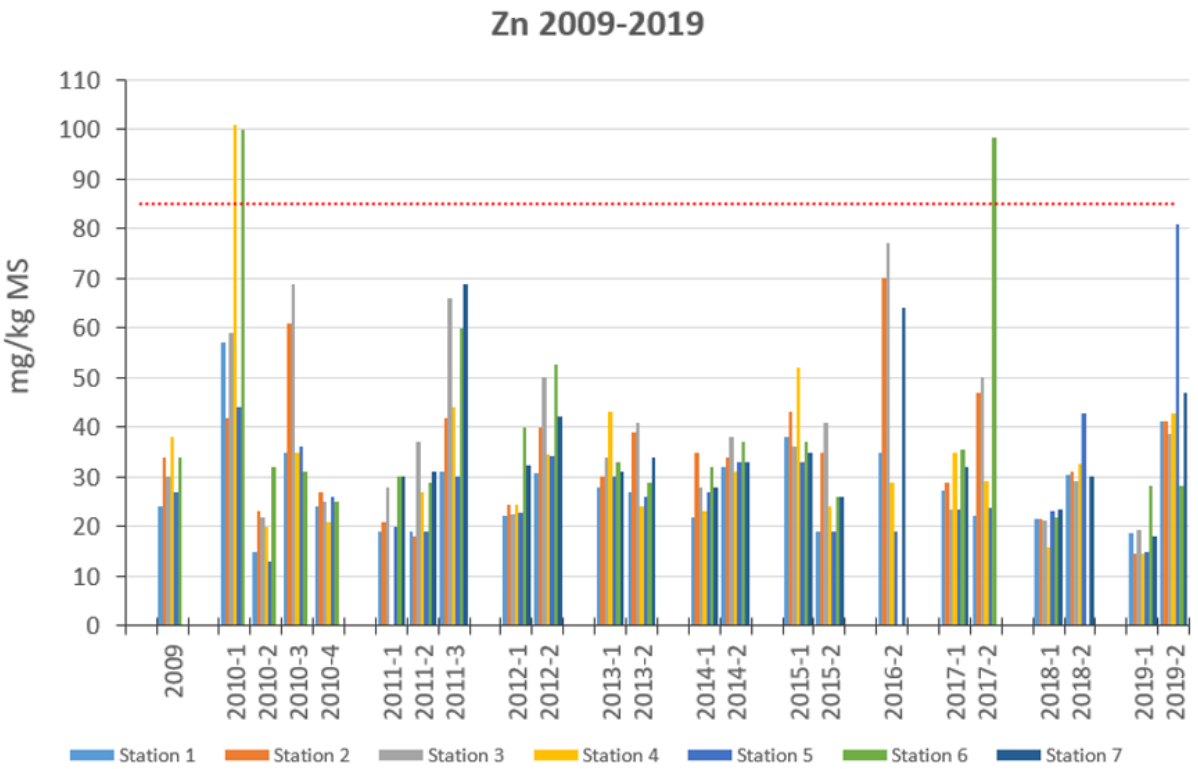


Figure 17. *Histogrammes présentant les concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). La ligne rouges pointillée indique le seuil de retombées significatives*

L'état initial défini en 2009 montrait des teneurs en Zn dans les graminées inférieures au seuil indicateur de retombées significatives pour ce métal et relativement homogènes d'une station à l'autre. Depuis 2009, les valeurs mesurées se maintiennent globalement à des niveaux équivalents. On relève tout de même des teneurs plus marquées, notamment en 2010, 2011, 2016, 2017 et 2019, mais ces dépôts ponctuels restent de l'ordre de grandeur du seuil de retombées et ne montrent aucune corrélation claire avec les conditions d'exposition des stations vis-à-vis des émissions d'EveRé.

Si les concentrations en Zn enregistrées au printemps 2019 se situent dans la gamme basse des valeurs mesurées sur le domaine d'étude depuis 2009, les teneurs mesurées lors de la campagne d'automne 2019 montrent une augmentation globale, avec notamment une valeur plus marquée sur la station 5, demeurant toutefois inférieure au seuil de retombées. Cette station étant restée à l'abri des vents en provenance d'EveRé pendant la phase d'exposition des graminées, aucun lien ne peut être établi avec l'activité des installations.

Même si l'activité d'EveRé ne semble pas en cause, l'évolution des retombées en Zn sur le secteur d'étude sera à observer lors des prochaines campagnes de biosurveillance.

7. CONCLUSION

Un programme de mesures d'impact sur l'environnement de retombées de polluants a été engagé par le Centre de Traitement Multifilière des déchets ménagers EveRé, situé sur la commune de Fos-sur-Mer. Ce programme prévoit d'évaluer les retombées de dioxines/furannes et métaux, dans l'environnement de l'installation. L'étude est fondée sur l'exposition de plantes, préalablement cultivées sous serre, puis exposées pendant un temps défini sur différentes stations. L'utilisation de cette méthode est normalisée sous le numéro NF X 43-901. La comparaison des résultats à une grille de lecture permet ensuite de fournir un avis sur le niveau de contamination observé sur les différentes stations de mesure.

Dans le cadre de la mise en service de l'installation, l'exploitant a, conformément à son arrêté d'autorisation d'exploiter, effectué un état initial de l'environnement à l'été 2009, avant que ne commencent les premiers essais. Ces mesures ont également été réitérées annuellement de 2010 à 2019 après la mise en service de l'installation selon le même protocole, afin d'évaluer son impact potentiel sur l'environnement. L'opération a été menée 4 fois en 2010, 3 fois en 2011 et 2 fois par an depuis 2012.

Le présent rapport s'intéresse aux résultats de la campagne d'automne 2019 conduite du 30 octobre au 27 novembre sur sept stations déployées dans l'environnement d'EveRé et s'attache à replacer ces résultats dans l'historique des données recueillies depuis le début de la surveillance en 2009.

Pour les PCDD/F comme pour les métaux, les programmes de surveillance réalisés depuis 2009 rendent compte d'une situation très fluctuante dans le temps, ponctuée par des teneurs supérieures aux valeurs interprétatives symptomatiques d'un environnement à forte dominante industrielle. L'analyse des résultats au regard de la localisation des stations impactées et de leur exposition potentielle vis-à-vis de l'installation ne permet pas d'établir un lien direct et exclusif avec l'activité d'EveRé. Les dépôts de contaminants observés sur le secteur d'étude traduisent donc un contexte industriel multi-sources et non un impact spécifique d'EveRé sur son environnement.

Pour la campagne d'automne 2019, les résultats relatifs aux dioxines/furannes et aux métaux ne montrent aucun phénomène significatif de retombées dans l'environnement d'EveRé, à l'exception de la station 3 située en zone d'impact principal qui présente une teneur légèrement plus marquée en PCDD/F. Toutefois, aucune corrélation claire n'est mise en évidence entre les teneurs en polluants relevées dans les végétaux et la typologie et l'exposition au vent des stations. Aucun lien direct et exclusif ne peut donc être établi entre l'activité de l'installation et les teneurs en contaminants mesurées dans les graminées lors des périodes d'exposition considérées.

Les résultats obtenus en 2019 s'inscrivent dans une tendance d'amélioration constatée depuis 2012. Dans leur ensemble, les teneurs en PCDD/F et en métaux mesurées dans les graminées au cours des dernières campagnes de surveillance traduisent des niveaux de dépôts conformes aux valeurs attendues en milieu industriel.

ANNEXES

Annexe 1 - Les outils biologiques pour la surveillance des retombées atmosphériques de polluants. 41

Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 30 octobre au 27 novembre 2019 42

Annexe 3 - Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2019 (période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019) 43

Annexe 4 - Évolution des teneurs en PCDD/F dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009 51

Annexe 5 - Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2019 (période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019) 52

Annexe 6 - Évolution des teneurs en métaux dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009 65

Annexe 1 - Les outils biologiques pour la surveillance des retombées atmosphériques de polluants

Deux types de méthodes sont aujourd'hui proposées, l'une faisant appel à l'analyse de plantes prélevées dans l'environnement (biosurveillance passive), l'autre mesurant la contamination de plantes indicatrices rapportées sur site et exposées pendant une période déterminée (biosurveillance active).

Les lichens (biosurveillance passive)

NF X 43-904 Les lichens sont des organismes primitifs qui résultent de la symbiose entre une algue et un champignon. Ils colonisent un grand nombre de substrats (rocher, mur, écorce d'arbre, sol, toit) sous toutes les latitudes. Leur physiologie, leur longévité et leur adaptabilité passive à leur environnement les rendent intéressants comme indicateurs d'accumulation. Ces propriétés se doublent de la capacité de ces organismes primitifs à capter et à concentrer les polluants présents dans l'air. Leur emploi fait actuellement l'objet d'une procédure de normalisation.

Les bryophytes terrestres (biosurveillance passive)

NF EN 16414 La mesure des retombées atmosphériques peut être réalisée par une méthode biologique fondée sur la bioaccumulation des polluants par les bryophytes terrestres. En raison de leurs caractéristiques biologiques et physiologiques, les bryophytes terrestres sont aujourd'hui communément utilisées comme indicateurs biologiques d'accumulation vis-à-vis des retombées atmosphériques d'aérocontaminants. La technique exploite les propriétés de ces organismes qui, en l'absence de racines, tirent leurs nutriments des dépôts atmosphériques.

Modèle biologique d'exposition : ray-grass (biosurveillance active)

NF X 43-901 Les cultures standardisées de ray-grass sont des indicateurs biologiques d'accumulation préalablement cultivés sous serre avant d'être exposés. Ils offrent les avantages de connaître les teneurs en polluants avant et après exposition, la durée d'exposition, la biomasse produite. Cette méthode permet d'établir un lien direct entre la contamination de l'environnement et l'exposition potentielle des animaux, une estimation des dépôts atmosphériques.

Modèle biologique d'exposition : légumes-feuilles (biosurveillance active)

VDI 3957-3 Tout comme les ray-grass, les cultures standardisées de choux frisés (*norme VDI3957-3*) sont des indicateurs biologiques d'accumulation préalablement cultivés sous serre avant d'être exposés au lieu de son choix. Ils permettent d'établir un lien direct entre la contamination de l'environnement et l'exposition potentielle des populations humaines.

Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 30 octobre au 27 novembre 2019

METEO FRANCE

ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Année 2019 – Du 30 OCTOBRE au 27 NOVEMBRE

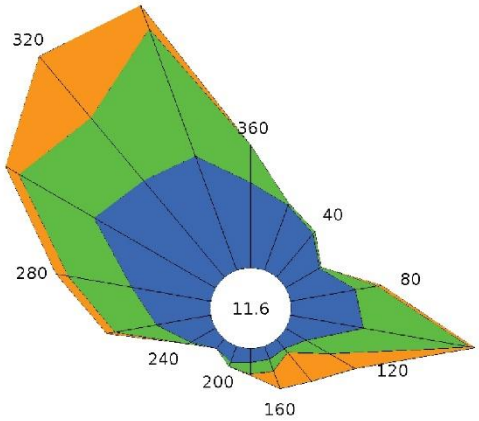
ISTRES (13)

Indicatif : 13047001, alt : 23 m., lat : 43°31'22"N, lon : 4°55'19"E

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs horaires entre 0h00 et 23h00, heure UTC

Tableau de répartition
Nombre de cas étudiés : 691
Manquants : 5



Dir.	[1.5;4.5 [	[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	3.2	+	0.0	3.3
40	2.6	0.1	0.0	2.7
60	1.8	+	0.0	1.9
80	3.0	1.0	0.2	4.3
100	3.4	5.0	0.2	8.6
120	1.1	1.2	1.4	3.7
140	0.6	0.2	1.7	2.5
160	0.7	0.6	0.9	2.1
180	0.7	0.5	+	1.2
200	0.8	0.2	0.0	1.0
220	0.6	0.0	0.0	0.6
240	1.3	0.1	0.0	1.4
260	2.5	2.0	0.4	4.8
280	3.7	3.0	0.6	7.2
300	6.4	4.0	0.7	11.1
320	5.8	3.8	3.7	13.2
340	5.6	6.2	1.2	13.0
360	3.9	1.7	0.0	5.6
Total	47.6	29.8	11.0	88.4
[0;1.5 [				11.6

Groupes de vitesses (m/s)
[1.5;4.5 [[4.5;8.0] > à 8.0

Pourcentage par direction
0% 5% 10%

Dir. : Direction d'où vient le vent en rose de 360° : 90° = Est, 180° = Sud, 270° = Ouest, 360° = Nord
le signe + indique une fréquence non nulle mais inférieure à 0.1%

Page 1/1

Edité le : 03/12/2019 dans l'état de la base

N.B. : La vente, redistribution ou rediffusion des informations reçues,
en l'état ou sous forme de produits dérivés, est strictement interdite sans l'accord de METEO-FRANCE

Météo-france Nord-Est Etudes et Climatologie
Bld G. d'Andernach – B.P. 50120 67403 ILLKIRCH Cedex
Tél. : 03.88.40.42.31 – Fax : 03.88.40.42.10 – Email : etudes_clim.nord-est@meteo.fr

Annexe 3 - Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2019 (période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019)

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Tél : 03 87.50.60.70
Fax : 03 87.50.81.31

RAPPORT D'ANALYSES
BEOL058_PCD_R1

BIOMONITOR
Monsieur Luc OPPERMANN
25, rue Anatole France

54530 PAGNY/MOSELLE

Vos références : Réf. 19-LC-194 du 29/11/19

Norme : Méthode interne MOp C-4/57
Technique : HRGC_HRMS

Date	Description	Validé par
20/12/2019	RAPPORT FINAL	Valérie FAIVRE Responsable d'analyses

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 8 **page(s) et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	**BEOK099**
Référence Externe	**19/EVE-FOS/10/G/01**
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	10,2
Masse de matière sèche analysée (g)	5,145
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	**Concentration (pg/g de MS)**	**TEF (WHO 1998)**	**TEQ (min)**	**TEQ (med)**	**TEQ (max)**	**% Rec. 13C**
2,3,7,8 TCDD	< 0,102	1	0,000	0,051	0,102	80
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,128	1	0,000	0,064	0,128	86
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,114	0,1	0,000	0,006	0,011	55
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,108	0,1	0,000	0,005	0,011	80
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,112	0,1	0,000	0,006	0,011	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,858	0,01	0,009	0,009	0,009	61
OCDD	1,310	0,0001	0,000	0,000	0,000	42
2,3,7,8 TCDF	0,246	0,1	0,025	0,025	0,025	71
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,088	0,05	0,000	0,002	0,004	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,093	0,5	0,000	0,023	0,047	85
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,163	0,1	0,016	0,016	0,016	45
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,151	0,1	0,015	0,015	0,015	56
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,110	0,1	0,011	0,011	0,011	53
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,079	0,1	0,000	0,004	0,008	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,343	0,01	0,003	0,003	0,003	65
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,055	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,400	0,0001	0,000	0,000	0,000	38
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,079**	**0,241**	**0,402**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,080**	**0,231**	**0,382**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,081**	**0,210**	**0,339**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,008**	**0,024**	**0,041**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,008**	**0,023**	**0,039**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,008**	**0,021**	**0,035**	
Total TCDD	3,155					
Total PeCDD	2,257					
Total HxCDD	2,537					
Total HpCDD	1,786					
Total PCDD	**11,0**					
Total TCDF	7,918					
Total PeCDF	< 2,590					
Total HxCDF	< 1,676					
Total HpCDF	0,401					
Total PCDF	**8,720 < Total < 12,987**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 19/12/2019 à 23:53

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK100
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/02
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	10,9
Masse de matière sèche analysée (g)	4,540
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,071	1	0,000	0,036	0,071	72
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,106	1	0,000	0,053	0,106	74
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,047	0,1	0,000	0,002	0,005	52
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,041	0,1	0,000	0,002	0,004	70
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,046	0,1	0,000	0,002	0,005	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,481	0,01	0,015	0,015	0,015	65
OCDD	1,982	0,0001	0,000	0,000	0,000	43
2,3,7,8 TCDF	0,777	0,1	0,078	0,078	0,078	69
1,2,3,7,8 PeCDF	0,528	0,05	0,026	0,026	0,026	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,067	0,5	0,000	0,017	0,034	74
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,821	0,1	0,082	0,082	0,082	45
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,530	0,1	0,053	0,053	0,053	56
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,279	0,1	0,028	0,028	0,028	51
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,054	0,1	0,000	0,003	0,005	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,141	0,01	0,011	0,011	0,011	66
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,036	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF	2,463	0,0001	0,000	0,000	0,000	41
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,294**	**0,409**	**0,523**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,284**	**0,392**	**0,500**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,298**	**0,386**	**0,474**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,032**	**0,045**	**0,057**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,031**	**0,043**	**0,055**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,032**	**0,042**	**0,052**	
Total TCDD	8,158					
Total PeCDD	6,561					
Total HxCDD	5,831					
Total HpCDD	3,134					
Total PCDD	**25,7**					
Total TCDF	15,310					
Total PeCDF	6,215					
Total HxCDF	4,470					
Total HpCDF	1,523					
Total PCDF	**30,0**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 00:33

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK101
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/03
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	10,8
Masse de matière sèche analysée (g)	4,760
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,190	1	0,000	0,095	0,190	77
1,2,3,7,8 PeCDD	0,328	1	0,328	0,328	0,328	78
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,138	0,1	0,000	0,007	0,014	59
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,678	0,1	0,068	0,068	0,068	77
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,455	0,1	0,046	0,046	0,046	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	2,076	0,01	0,021	0,021	0,021	71
OCDD	3,142	0,0001	0,000	0,000	0,000	50
2,3,7,8 TCDF	0,598	0,1	0,060	0,060	0,060	72
1,2,3,7,8 PeCDF	0,502	0,05	0,025	0,025	0,025	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,413	0,5	0,207	0,207	0,207	76
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,631	0,1	0,063	0,063	0,063	54
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,186	0,1	0,000	0,009	0,019	69
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,408	0,1	0,041	0,041	0,041	59
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,166	0,1	0,000	0,008	0,017	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,064	0,01	0,011	0,011	0,011	79
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,126	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF	1,303	0,0001	0,000	0,000	0,000	47
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,868**	**0,989**	**1,109**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,777**	**0,897**	**1,017**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,708**	**0,829**	**0,949**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,094**	**0,107**	**0,120**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,084**	**0,097**	**0,110**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,076**	**0,089**	**0,102**	
Total TCDD	25,191					
Total PeCDD	26,622					
Total HxCDD	19,295					
Total HpCDD	5,178					
Total PCDD	**79,4**					
Total TCDF	17,915					
Total PeCDF	8,155					
Total HxCDF	3,880					
Total HpCDF	1,205					
Total PCDF	**32,5**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 01:12

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK102
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/04
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	10,7
Masse de matière sèche analysée (g)	5,490
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,146	1	0,000	0,073	0,146	86
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,267	1	0,000	0,134	0,267	93
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,115	0,1	0,000	0,006	0,012	57
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,330	0,1	0,033	0,033	0,033	81
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,217	0,1	0,022	0,022	0,022	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,512	0,01	0,015	0,015	0,015	68
OCDD	1,922	0,0001	0,000	0,000	0,000	50
2,3,7,8 TCDF	0,545	0,1	0,055	0,055	0,055	78
1,2,3,7,8 PeCDF	0,256	0,05	0,013	0,013	0,013	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,353	0,5	0,177	0,177	0,177	91
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,382	0,1	0,038	0,038	0,038	65
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,149	0,1	0,015	0,015	0,015	78
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,299	0,1	0,030	0,030	0,030	63
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,112	0,1	0,000	0,006	0,011	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,853	0,01	0,009	0,009	0,009	72
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,102	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF	2,451	0,0001	0,000	0,000	0,000	44
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,406**	**0,624**	**0,842**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,331**	**0,549**	**0,767**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,410**	**0,561**	**0,713**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,044**	**0,067**	**0,090**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,036**	**0,059**	**0,082**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,044**	**0,060**	**0,077**	
Total TCDD	5,969					
Total PeCDD	4,806					
Total HxCDD	6,067					
Total HpCDD	2,852					
Total PCDD	**21,6**					
Total TCDF	18,173					
Total PeCDF	6,137					
Total HxCDF	2,917					
Total HpCDF	1,161					
Total PCDF	**30,8**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 01:51

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK103
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/05
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	9,7
Masse de matière sèche analysée (g)	5,610
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,087	1	0,000	0,044	0,087	75
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,221	1	0,000	0,111	0,221	76
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,117	0,1	0,000	0,006	0,012	47
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,191	0,1	0,019	0,019	0,019	72
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,114	0,1	0,000	0,006	0,011	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,948	0,01	0,009	0,009	0,009	69
OCDD	1,421	0,0001	0,000	0,000	0,000	52
2,3,7,8 TCDF	0,528	0,1	0,053	0,053	0,053	70
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,090	0,05	0,000	0,002	0,005	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,329	0,5	0,165	0,165	0,165	76
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,290	0,1	0,029	0,029	0,029	56
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,199	0,1	0,020	0,020	0,020	65
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,273	0,1	0,027	0,027	0,027	56
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,102	0,1	0,000	0,005	0,010	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,528	0,01	0,005	0,005	0,005	71
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,080	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	1,247	0,0001	0,000	0,000	0,000	45
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,328**	**0,501**	**0,674**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,262**	**0,435**	**0,607**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,330**	**0,448**	**0,566**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,032**	**0,048**	**0,065**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,025**	**0,042**	**0,059**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,032**	**0,043**	**0,055**	
Total TCDD	4,616					
Total PeCDD	< 3,089					
Total HxCDD	4,325					
Total HpCDD	1,986					
Total PCDD	**12,347 < Total < 15,437**					
Total TCDF	15,237					
Total PeCDF	5,179					
Total HxCDF	2,112					
Total HpCDF	0,831					
Total PCDF	**24,6**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 02:30

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK104
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/06
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	21,7
Masse de matière sèche analysée (g)	2,050
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,091	1	0,000	0,046	0,091	89
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,142	1	0,000	0,071	0,142	77
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,074	0,1	0,000	0,004	0,007	52
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,064	0,1	0,000	0,003	0,006	79
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,072	0,1	0,000	0,004	0,007	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,831	0,01	0,018	0,018	0,018	70
OCDD	2,549	0,0001	0,000	0,000	0,000	47
2,3,7,8 TCDF	< 0,101	0,1	0,000	0,005	0,010	67
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,077	0,05	0,000	0,002	0,004	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,081	0,5	0,000	0,020	0,041	83
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,111	0,1	0,000	0,006	0,011	49
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,113	0,1	0,000	0,006	0,011	64
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,080	0,1	0,000	0,004	0,008	55
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,090	0,1	0,000	0,005	0,009	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	< 0,077	0,01	0,000	0,000	0,001	68
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,091	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	< 0,108	0,0001	0,000	0,000	0,000	40

TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)	**0,019**	**0,193**	**0,368**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)	**0,019**	**0,185**	**0,351**
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)	**0,021**	**0,160**	**0,299**
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)	**0,004**	**0,042**	**0,080**
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)	**0,004**	**0,040**	**0,076**
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)	**0,005**	**0,035**	**0,065**

Total TCDD	6,136
Total PeCDD	6,535
Total HxCDD	5,288
Total HpCDD	4,015
Total PCDD	**24,5**
Total TCDF	7,847
Total PeCDF	2,854
Total HxCDF	< 1,780
Total HpCDF	< 0,094
Total PCDF	**10,702 < Total < 12,682**

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 03:49

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

Echantillon reçu le : 29/11/2019

Référence Interne	BEOK105
Référence Externe	19/EVE-FOS/10/G/07
Nature	Bio-indicateur / Végétaux
Taux de matière sèche (%)	10,6
Masse de matière sèche analysée (g)	5,143
Volume final après concentration (µl)	10
Volume d'extrait injecté (µl)	2

Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,133	1	0,000	0,067	0,133	81
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,251	1	0,000	0,126	0,251	79
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,150	0,1	0,015	0,015	0,015	56
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,275	0,1	0,028	0,028	0,028	82
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,136	0,1	0,014	0,014	0,014	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,250	0,01	0,013	0,013	0,013	69
OCDD	2,443	0,0001	0,000	0,000	0,000	51
2,3,7,8 TCDF	0,613	0,1	0,061	0,061	0,061	72
1,2,3,7,8 PeCDF	0,177	0,05	0,009	0,009	0,009	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,530	0,5	0,265	0,265	0,265	78
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,376	0,1	0,038	0,038	0,038	55
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,311	0,1	0,031	0,031	0,031	65
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,318	0,1	0,032	0,032	0,032	59
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,143	0,1	0,000	0,007	0,014	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,937	0,01	0,009	0,009	0,009	74
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,073	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	1,161	0,0001	0,000	0,000	0,000	44
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			**0,514**	**0,713**	**0,913**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			**0,405**	**0,605**	**0,804**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			**0,517**	**0,654**	**0,791**	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			**0,055**	**0,076**	**0,097**	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			**0,043**	**0,064**	**0,085**	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			**0,055**	**0,069**	**0,084**	
Total TCDD	6,360					
Total PeCDD	6,608					
Total HxCDD	6,440					
Total HpCDD	3,044					
Total PCDD	**24,9**					
Total TCDF	15,489					
Total PeCDF	6,693					
Total HxCDF	3,540					
Total HpCDF	1,218					
Total PCDF	**28,1**					

Marquage de l'extrait avant injection	Le 19/12/2019 à 11:30
Analyse par GC/HRMS	Le 20/12/2019 à 04:28

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification

MicroPolluants Technologie SA Page 8 sur 8 BEOL058_PCD_R1.doc

Annexe 4 - Évolution des teneurs en PCDD/F dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009

PCDD/F (pg $TEQ_{OMS\ 2005}$/g MS)[a,b]

	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6	Gr 7
2009 (Etat initial)	0,16	0,14	0,09	0,12	0,21	0,17	-
Campagne 1 – 2010	0,00	0,52	0,27	0,11	0,15	0,63	-
Campagne 2 – 2010	0,00	0,33	0,56	0,04	0,12	0,25	-
Campagne 3 – 2010	0,04	1,46	0,06	0,39	0,31	0,78	-
Campagne 4 – 2010	0,18	0,92	1,96	0,55	0,52	1,88	-
Campagne 1 – 2011	0,10	0,85	22,97	-	0,77	0,49	0,86
Campagne 2 – 2011	0,10	1,02	1,32	0,46	0,68	0,69	0,39
Campagne 3 – 2011	0,08	5,16	11,36	0,93	0,96	1,22	2,16
Campagne 1 – 2012	0,04	0,05	0,02	0,44	0,18	0,01	0,06
Campagne 2 – 2012	0,01	0,06	0,16	0,17	0,20	0,56	13,35
Campagne 1 – 2013	0,01	0,05	0,16	0,25	0,09	0,08	0,06
Campagne 2 – 2013	0,02	0,04	0,21	0,08	0,02	0,16	1,20
Campagne 1 – 2014	0,00	0,16	0,10	0,05	0,08	0,16	0,48
Campagne 2 – 2014	0,09	0,58	0,61	0,18	0,28	0,30	0,72
Campagne 1 – 2015	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07
Campagne 2 - 2015	0,06	0,11	0,08	0,05	0,19	0,06	0,17
2016	0,03	0,01	0,00	0,00	0,25	-	0,03
Campagne 1 - 2017	1,12	0,58	0,91	0,36	0,09	0,16	0,01
Campagne 2 - 2017	0,07	0,11	0,00	0,26	0,26	0,68	-
Campagne 1 - 2018	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,00	0,01
Campagne 2 - 2018	0,03	0,74	0,03	1,06	1,17	-	0,43
Campagne 1 - 2019	0,01	0,09	0,13	0,28	0,48	0,09	0,04
Campagne 2 - 2019	0,08	0,28	0,78	0,33	0,26	0,02	0,41

(a) La concentration est exprimée en considérant toutes les concentrations des congénères inférieures à la limite de détection égale à 0.
(b) Les tirets indiquent l'absence de mesure.

Annexe 5 - Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2019 (période d'exposition du 30 octobre au 27 novembre 2019)

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
BEOL020_MET_R1

BIOMONITOR
Monsieur Luc OPPERMANN
25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références Réf. 19-LC-194 du 29/11/19

Echantillon reçu le 29/11/2019 Analyse effectuée le : 03-04/12/2019

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 7 °C

(Température Conforme)

Date	Description	Validé par
06/12/2019	Rapport final	Maxime CACHIA

Responsable d'analyse

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/01
Référence interne : BEOK099

Poids frais (g)	77.6
Poids sec (g)	7.9
% Eau	89.8
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	<0,125
Cr	0,23
Mn	102
Co	0,45
Ni	6,65
Cu	5,80
Zn	41,1
As	0,065
Cd	0,051
Sn	<0,125
Sb	0,15
Tl	<0,125
Pb	0,29
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	<0,013
Cr	0,023
Mn	10,4
Co	0,046
Ni	0,68
Cu	0,59
Zn	4,19
As	0,007
Cd	0,005
Sn	<0,013
Sb	0,015
Tl	<0,013
Pb	0,030

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/02
Référence interne : BEOK100

Poids frais (g)	67
Poids sec (g)	7.3
% Eau	89.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,17
Cr	0,62
Mn	95,3
Co	0,44
Ni	6,59
Cu	6,03
Zn	41,1
As	0,10
Cd	0,048
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,59
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,019
Cr	0,068
Mn	10,4
Co	0,048
Ni	0,72
Cu	0,66
Zn	4,48
As	0,011
Cd	0,005
Sn	<0,014
Sb	<0,014
Tl	<0,014
Pb	0,064

MicroPolluants Technologie SA 3 sur 9 Pages BEOL020_MET_R1

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/03
Référence interne : BEOK101

Poids frais (g)	64.9
Poids sec (g)	7
% Eau	89.2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	<0,125
Cr	0,58
Mn	96,6
Co	0,64
Ni	6,01
Cu	7,39
Zn	38,7
As	0,073
Cd	0,046
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,66
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	<0,014
Cr	0,063
Mn	10,4
Co	0,069
Ni	0,65
Cu	0,80
Zn	4,18
As	0,008
Cd	0,005
Sn	<0,014
Sb	<0,014
Tl	<0,014
Pb	0,071

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/04
Référence interne : BEOK102

Poids frais (g)	77.3
Poids sec (g)	8.3
% Eau	89.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,38
Cr	1,04
Mn	107
Co	0,42
Ni	5,86
Cu	5,71
Zn	42,7
As	0,099
Cd	0,055
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,86
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,041
Cr	0,11
Mn	11,4
Co	0,045
Ni	0,63
Cu	0,61
Zn	4,57
As	0,011
Cd	0,006
Sn	<0,013
Sb	<0,013
Tl	<0,013
Pb	0,092

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/05
Référence interne : BEOK103

Poids frais (g)	80.7
Poids sec (g)	7.8
% Eau	90.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,23
Cr	0,57
Mn	105
Co	0,42
Ni	6,57
Cu	5,59
Zn	80,8
As	0,13
Cd	0,067
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,75
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,022
Cr	0,055
Mn	10,2
Co	0,041
Ni	0,64
Cu	0,54
Zn	7,84
As	0,013
Cd	0,006
Sn	<0,012
Sb	<0,012
Tl	<0,012
Pb	0,073

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/06
Référence interne : BEOK104

Poids frais (g)	18
Poids sec (g)	3.9
% Eau	78,3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,50
Cr	0,41
Mn	67,1
Co	0,32
Ni	4,53
Cu	4,14
Zn	28,3
As	0,076
Cd	0,061
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,52
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,11
Cr	0,089
Mn	14,6
Co	0,069
Ni	0,98
Cu	0,90
Zn	6,14
As	0,016
Cd	0,013
Sn	<0,027
Sb	<0,027
Tl	<0,027
Pb	0,11

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/07
Référence interne : BEOK105

Poids frais (g)	90.5
Poids sec (g)	9.6
% Eau	89.4
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,37
Cr	0,41
Mn	104
Co	0,53
Ni	6,90
Cu	5,84
Zn	46,8
As	0,087
Cd	0,064
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,46
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,039
Cr	0,043
Mn	11,0
Co	0,056
Ni	0,73
Cu	0,62
Zn	4,96
As	0,009
Cd	0,007
Sn	<0,013
Sb	<0,013
Tl	<0,013
Pb	0,049

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **8 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Légende: < Valeur (caractère simple): valeur inférieure à la limite de quantification

Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

** MF: matière fraîche
MS: matière sèche.

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **8 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE
laboratoire d'analyses

4, rue de Bort-lès-Orgues
ZAC de Grimont / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87.50.60.70
Télécopie : 03 87.50.81.31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES
BEOL024_MEG_R1

BIOMONITOR
Monsieur Luc OPPERMANN
25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références Réf. 19-LC-194 du 29/11/19

Echantillon reçu le 29/11/2019 Analyse effectuée le : 03-06/06/2019

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 7 °C

(Température Conforme)

Date	Description	Validé par
09/12/2019	Rapport final	Maxime CACHIA

Responsable d'analyse

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/01
Référence interne : BEOK099

Poids frais (g)	77.6
Poids sec (g)	7.9
% Eau	89.8
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/02
Référence interne : BEOK100

Poids frais (g)	67
Poids sec (g)	7.3
% Eau	89.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/03
Référence interne : BEOK101

Poids frais (g)	64.9
Poids sec (g)	7
% Eau	89.2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/04
Référence interne : BEOK102

Poids frais (g)	77.3
Poids sec (g)	8.3
% Eau	89.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/05
Référence interne : BEOK103

Poids frais (g)	80.7
Poids sec (g)	7.8
% Eau	90.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,002

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/06
Référence interne : BEOK104

Poids frais (g)	18
Poids sec (g)	3.9
% Eau	78.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,005

Référence externe : 19/EVE-FOS/10/G/07
Référence interne : BEOK105

Poids frais (g)	90.5
Poids sec (g)	9.6
% Eau	89.4
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **4 page(s)et 0 annexe(s).**
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Annexe 6 - Évolution des teneurs en métaux dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009

Métaux (mg/kg MS) :

As	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,40	0,10	0,25	0,20	0,18	0,24	0,38	0,27	0,13	0,31	0,11	0,20	0,11	0,21	0,20	0,19	0,09	0,71	0,08	0,18	0,15	0,13	0,07
Station 2	1,60	0,17	0,36	0,47	0,34	0,19	0,28	0,42	0,18	0,34	0,13	0,27	0,17	0,21	0,21	0,28	0,19	0,44	0,22	0,21	0,14	0,10	0,10
Station 3	0,85	0,19	0,28	0,44	0,27	0,25	0,54	0,45	0,16	0,38	0,15	0,32	0,12	0,21	0,14	0,16	0,16	0,23	0,17	0,11	0,11	0,13	0,07
Station 4	0,42	0,10	0,17	0,35	0,18	-	0,36	0,51	0,26	0,30	0,15	0,27	0,17	0,25	0,38	0,20	0,07	0,44	0,14	0,12	0,15	0,14	0,10
Station 5	0,45	0,11	0,17	0,26	0,18	0,28	0,28	0,30	0,22	0,26	0,11	0,24	0,16	0,21	0,21	0,15	0,11	0,31	0,09	0,12	0,22	0,13	0,13
Station 6	0,60	0,14	0,27	0,34	0,25	0,29	0,34	0,41	0,12	0,46	0,14	0,20	0,18	0,24	0,28	0,16	-	0,77	0,34	0,22	-	0,10	0,08
Station 7	-	-	-	-	-	0,46	0,62	0,49	0,12	0,34	0,20	0,24	0,14	0,21	0,21	0,24	0,27	0,41	-	0,21	0,14	0,12	0,09

Cd	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,07	0,12	0,03	0,10	0,06	0,04	0,05	0,11	-	0,09	-	0,04	-	0,12	0,07	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06	0,09	0,03	0,05
Station 2	0,15	0,12	0,08	0,18	0,09	0,08	0,06	0,17	0,03	0,10	-	0,07	0,04	0,10	0,12	0,13	0,09	0,04	0,08	0,06	0,14	0,04	0,05
Station 3	0,18	0,17	0,08	0,37	0,09	0,13	0,11	0,27	-	0,14	0,06	0,07	0,03	0,12	0,08	0,13	0,10	0,08	0,15	0,03	0,09	0,05	0,05
Station 4	0,11	0,1	0,05	0,09	0,09	-	0,06	0,12	0,03	0,10	-	0,03	0,03	0,05	0,13	0,06	0,05	0,08	0,06	0,03	0,11	0,04	0,06
Station 5	0,07	0,13	0,03	0,10	0,09	0,04	0,05	0,16	0,03	0,12	-	0,03	0,03	0,10	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,03	0,11	0,04	0,07
Station 6	0,08	0,11	0,12	0,14	0,09	0,07	0,08	0,15	0,05	0,12	-	0,04	0,04	0,11	0,08	0,08	-	0,08	0,14	0,06	-	0,04	0,06
Station 7	-	-	-	-	-	0,08	0,07	0,17	0,03	0,13	0,03	0,06	0,03	0,12	0,07	0,09	0,25	0,05	-	0,06	0,09	0,03	0,06

Co	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,21	0,25	0,28	0,14	0,32	-	0,21	0,78	0,29	0,86	0,15	0,32	-	0,92	0,54	0,53	0,31	1,09	0,72	0,27	0,35	0,47	0,45
Station 2	1,29	0,38	0,34	0,37	0,34	-	0,15	0,67	0,29	0,55	0,18	0,32	0,16	0,77	0,63	0,66	0,37	0,26	0,79	0,35	0,52	0,57	0,44
Station 3	0,59	0,31	0,34	0,24	0,86	-	0,15	0,82	0,26	0,68	0,22	0,39	0,17	0,85	0,42	0,79	0,47	0,229	0,76	0,40	0,49	0,73	0,64
Station 4	0,22	0,47	0,21	0,22	0,32	-	0,20	0,56	0,29	0,81	0,17	0,16	-	0,64	0,80	0,43	0,25	0,41	0,75	0,36	0,6	0,53	0,42
Station 5	0,23	0,29	0,19	0,17	0,29	-	0,17	0,97	0,22	1,20	0,16	0,25	0,13	0,67	0,80	0,45	0,31	0,32	0,57	0,44	0,51	0,24	0,42
Station 6	0,33	0,38	0,41	0,13	0,52	-	0,18	0,76	0,59	0,37	0,18	0,27	0,14	1,43	0,55	0,67	-	0,43	0,89	0,40	-	0,51	0,32
Station 7	-	-	-	-	-	-	0,28	0,63	0,35	0,91	0,16	0,37	0,16	0,68	0,76	0,68	0,53	0,41	-	0,41	0,36	0,19	0,53

Cr	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,60	0,61	0,53	-	-	0,49	0,73	0,76	0,35	0,52	0,21	0,13	-	0,28	0,32	0,29	0,29	4,12	0,21	0,35	0,53	0,58	0,23
Station 2	3,00	0,79	0,62	1,29	0,70	1,00	1,38	3,45	0,26	1,65	0,45	0,92	0,38	1,66	1,34	1,36	7,39	4,74	4,23	0,38	0,86	0,92	0,62
Station 3	1,63	0,88	0,72	1,33	0,67	1,18	1,76	4,05	0,20	3,89	0,62	0,72	0,41	1,01	1,15	1,09	4,49	0,71	4,08	0,35	0,49	0,26	0,58
Station 4	1,56	0,42	0,41	0,81	0,48	-	1,51	5,7	2,15	3,75	0,65	0,57	1,09	1,62	0,96	1,11	0,60	3,66	2,12	1,33	2,28	1,58	1,04
Station 5	0,89	0,33	0,17	0,26	0,30	0,74	0,94	1,41	1,04	0,98	0,18	0,36	0,62	0,81	1,41	0,63	0,44	1,66	0,86	0,61	3,19	0,73	0,57
Station 6	0,98	0,41	0,81	0,43	0,68	1,42	2,26	4,05	0,24	2,29	0,65	0,68	0,77	1,29	2,25	0,93	-	3,49	6,97	0,88	-	0,72	0,41
Station 7	-	-	-	-	-	2,59	3,39	6,22	-	2,51	0,74	1,29	0,76	1,18	1,57	2,26	3,60	2,98	-	0,96	0,72	1,01	0,41

Cu	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	4,4	12,4	5,1	7,3	6,9	5,0	5,4	6,2	5,4	4,6	4,0	5,1	5,1	6,7	6,3	4,3	6,5	6,5	4,1	3,8	6,2	4,1	5,8
Station 2	9,7	13,3	5,6	10,1	7,7	5,0	4,4	6,8	6,1	5,4	5,6	7,6	7,4	6,7	6,0	5,4	10,0	9,2	6,1	4,1	5,7	3,7	6,0
Station 3	9,6	14,8	5,5	11,9	6,2	6,2	7,2	10,8	6,0	7,8	5,2	8,3	6,6	6,5	6,1	7,2	13,4	5,3	7,9	4,2	5,0	3,3	7,4
Station 4	5,2	13,5	4,0	8,0	6,4	-	5,2	9,6	5,9	4,2	4,2	4,8	5,1	13,5	6,2	4,9	4,2	8,9	6,0	3,0	5,1	2,4	5,7
Station 5	5,2	14,4	3,2	7,8	8,4	4,8	4,8	7,9	4,6	5,1	5,0	5,2	5,7	9,6	3,8	3,7	6,3	4,3	4,7	4,1	7,9	2,9	5,6
Station 6	5,0	13,6	6,9	8,9	7,2	5,3	5,7	12,0	8,6	4,4	5,3	4,9	7,1	6,7	5,6	4,4	-	6,1	8,5	3,9	-	4,6	4,1
Station 7	-	-	-	-	-	6,1	6,2	6,4	7,0	5,0	6,0	7,2	5,4	5,9	5,9	4,6	8,7	4,9	-	3,8	4,9	2,6	5,8

Hg	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,00	-	-	0,05	0,36	-	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,03	-
Station 2	0,00	-	-	0,13	-	-	0,58	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-
Station 3	0,03	0,07	0,07	0,34	0,46	0,37	0,03	0,22	-	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	-	0,03	-	0,03	0,03	-	-	-	-
Station 4	0,04	-	-	0,05	0,08	-	0,10	0,16	0,12	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,05	-	-	0,03	-	-
Station 5	0,00	-	-	0,05	0,26	-	0,05	0,09	0,04	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,03	-	-	0,03	0,05	-
Station 6	0,04	-	0,07	0,22	0,18	0,12	0,18	0,32	-	-	-	0,04	-	0,03	0,17	-	-	0,04	0,03	0,04	-	0,05	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,23	0,62	1,51	-	0,46	0,03	0,06	-	0,04	-	0,04	0,08	0,07	-	0,03	0,04	0,04	-

Mn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	67,0	92,0	155,0	44,0	33,0	62,0	60,0	53,0	24,0	47,0	20,0	33,0	52,8	166,4	182,0	48,0	51,0	44,7	90,9	75,7	109,0	118,0	102,0
Station 2	146,0	108,0	103,0	65,0	40,0	58,0	45,0	60,0	25,0	48,0	21,0	44,0	81,2	120,1	182,0	56,0	86,0	39,5	92,9	55,0	102,0	101,0	95,3
Station 3	81,0	100,0	116,0	46,0	50,0	65,0	39,0	76,0	24,0	70,0	22,0	43,0	66,7	106,6	123,0	44,0	60,0	28,6	87,0	56,8	118,0	172,0	96,6
Station 4	67,0	110,0	98,0	60,0	27,0	-	54,0	84,0	32,0	66,0	22,0	25,0	74,2	135,1	171,0	38,0	34,0	50,2	90,3	49,1	129,0	123,0	107,0
Station 5	66,0	99,0	76,0	50,0	40,0	68,0	44,0	55,0	27,0	55,0	21,0	35,0	85,4	152,1	64,0	39,0	57,0	43,7	83,1	52,0	96,6	66,7	105,0
Station 6	64,0	107,0	135,0	44,0	44,0	87,0	58,0	55,0	47,0	128,0	28,0	58,0	81,5	162,7	57,0	34,0	-	56,8	147,3	52,8	-	106,0	67,1
Station 7	-	-	-	-	-	71,0	58,0	72,0	34,0	69,0	23,0	80,0	61,1	121,0	67,0	46,0	60,0	47,2	-	60,1	119,0	77,3	104,0

Ni	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	4,7	6,4	3,3	9,1	7,4	2,6	4,0	5,6	8,6	7,2	3,0	4,0	3,1	5,7	6,0	4,9	8,0	11,7	6,1	3,8	3,8	2,6	6,7
Station 2	9,4	8,1	4,9	13,2	5,7	3,4	3,6	5,8	8,5	5,9	4,3	5,4	3,9	7,8	5,5	5,5	8,2	9,4	7,0	5,8	4,6	2,9	6,6
Station 3	7,0	6,6	4,3	9,7	5,6	2,7	2,7	6,2	7,6	7,3	3,5	5,1	4,1	6,2	5,5	7,9	9,8	6,9	6,9	5,6	3,8	5,4	6,0
Station 4	6,0	9,5	3,5	9,5	5,7	-	4,3	5,5	9,7	7,9	2,7	2,8	2,6	4,9	5,7	4,3	7,0	7,4	7,3	5,0	4,0	2,9	5,9
Station 5	5,6	7,3	2,8	9,4	7,2	3,2	5,5	6,4	7,6	9,6	3,5	5,9	3,5	4,4	3,8	4,6	7,7	5,9	5,8	6,5	7,4	2,6	6,6
Station 6	5,6	9,8	5,6	5,4	6,2	3,1	4,9	6,0	13,1	5,5	4,3	4,5	3,6	8,2	3,4	6,5	-	6,3	9,4	4,1	-	6,8	4,5
Station 7	-	-	-	-	-	2,8	4,0	6,5	10,2	7,6	3,1	4,6	4,6	6,0	4,0	5,6	8,6	7,1	-	5,1	4,1	2,6	6,9

Pb	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,50	0,20	0,30	0,30	0,10	0,40	0,40	0,80	0,15	0,27	0,17	0,16	0,12	0,40	0,17	0,17	0,15	0,66	0,20	0,26	0,62	0,20	0,29
Station 2	3,60	0,70	0,80	2,10	0,90	0,60	0,90	3,60	0,17	1,50	0,45	1,27	0,48	2,65	0,74	2,16	3,80	0,53	2,11	0,41	1,35	0,50	0,59
Station 3	2,60	1,70	1,00	5,60	1,60	2,00	4,30	7,10	0,14	5,81	1,83	2,07	0,47	4,27	0,91	3,23	6,36	0,77	4,65	0,33	0,79	0,30	0,66
Station 4	0,90	0,30	0,20	0,40	0,20	-	0,80	2,10	0,40	1,22	0,34	0,30	0,17	0,95	0,45	0,38	0,21	0,71	0,71	0,33	1,36	0,30	0,86
Station 5	0,60	0,20	0,30	0,50	0,30	0,40	0,50	1,50	0,31	0,78	0,15	0,24	0,14	0,92	0,51	0,32	0,26	0,45	0,44	0,35	1,74	0,30	0,75
Station 6	1,20	0,20	1,00	0,90	0,60	1,00	1,20	3,90	0,26	2,12	0,45	0,50	0,59	1,96	0,67	0,36	-	1,67	4,12	0,68	-	0,60	0,52
Station 7	-	-	-	-	-	1,70	1,60	4,40	0,07	1,87	0,54	0,58	0,37	3,94	0,67	1,16	3,93	1,36	-	0,45	0,89	0,40	0,46

Sb	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	-	-	-	0,13	-	-	0,16	0,13	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	0,13	0,30	0,43	0,15
Station 2	-	-	-	0,23	3,74	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,20	-	0,13	-	0,14	-	-
Station 3	-	0,24	-	1,91	0,61	0,70	0,54	0,47	-	0,20	0,24	-	-	-	-	0,19	0,32	0,27	0,53	-	-	-	-
Station 4	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	0,15	-	-
Station 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 6	-	-	-	0,13	0,93	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	-	0,14	-	-	-	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,27	0,17	0,40	-	0,16	-	-	-	-	-	0,18	1,30	0,16	-	-	-	-	-

Sn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-
Station 2	0,48	-	0,14	0,28	-	0,15	0,17	0,25	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,31	-	0,18	-	0,15	-	-
Station 3	0,71	0,15	0,16	1,10	0,24	0,39	0,67	0,59	-	0,44	-	-	-	0,23	-	0,19	0,70	0,21	0,65	-	-	-	-
Station 4	-	-	-	-	-	-	0,17	0,21	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-
Station 5	-	-	-	0,14	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-	-
Station 6	0,15	-	0,15	-	-	-	0,28	0,17	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	0,28	0,25	-	-	-	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,28	0,23	0,40	-	0,16	-	-	-	-	-	0,18	1,00	0,20	-	-	-	-	-

Tl	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 3	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 4	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 6	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 7	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

V	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	0,40	-	0,30	0,20	0,10	0,34	0,54	0,48	0,14	0,22	0,22	-	-	0,27	-	-	-	3,89	0,14	0,19	0,43	0,21	-
Station 2	3,10	0,23	0,40	1,10	0,40	0,53	0,71	1,05	0,38	0,53	0,20	0,20	0,24	0,44	0,39	0,39	0,67	2,62	0,67	0,26	0,68	0,22	0,17
Station 3	1,70	0,33	0,30	0,60	0,20	0,47	0,73	1,22	0,28	0,58	0,27	0,17	0,13	0,30	0,26	0,33	0,43	0,38	0,60	0,18	0,37	-	-
Station 4	0,50	-	0,20	0,50	0,10	-	1,42	1,44	2,46	1,05	0,25	-	0,54	0,36	0,30	0,31	-	1,41	0,69	0,38	1,06	0,98	0,38
Station 5	0,50	-	0,20	0,50	-	0,31	0,50	0,60	0,90	0,49	0,15	-	0,51	0,59	0,23	0,36	0,36	0,87	0,64	0,21	0,96	1,28	0,23
Station 6	1,10	-	0,60	1,60	0,20	1,09	1,70	2,74	0,47	3,07	0,87	0,39	1,43	1,52	0,75	0,75	-	3,13	5,12	1,08	-	0,68	0,50
Station 7	-	-	-	-	-	1,28	3,63	2,64	-	1,02	0,57	0,38	0,38	0,75	1,00	0,89	0,82	2,48	-	0,59	1,21	1,04	0,37

Zn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2
Station 1	24,0	57,0	15,0	35,0	24,0	19,0	19,0	31,0	22,3	30,9	28,0	27,0	22,0	32,0	38,0	19,0	35,0	27,2	22,1	21,7	30,5	18,6	41,1
Station 2	34,0	42,0	23,0	61,0	27,0	21,0	18,0	42,0	24,3	39,8	30,0	39,0	35,0	34,0	43,0	35,0	70,0	28,9	46,9	21,5	31,2	14,5	41,1
Station 3	30,0	59,0	22,0	69,0	25,0	28,0	37,0	66,0	22,5	50,2	34,0	41,0	28,0	38,0	36,0	41,0	77,0	23,4	50,1	21,3	29,3	19,4	38,7
Station 4	38,0	101,0	20,0	35,0	21,0	-	27,0	44,0	24,3	34,7	43,0	24,0	23,0	31,0	52,0	24,0	29,0	34,7	29,2	15,9	32,8	14,7	42,7
Station 5	27,0	44,0	13,0	36,0	26,0	20,0	19,0	30,0	22,8	34,4	30,0	26,0	27,0	33,0	33,0	19,0	19,0	23,5	23,8	23,1	42,7	14,9	80,8
Station 6	34,0	100,0	32,0	31,0	25,0	30,0	29,0	60,0	39,8	52,6	33,0	29,0	32,0	37,0	37,0	26,0	-	35,6	98,3	21,9	-	28,2	28,3
Station 7	-	-	-	-	-	30,0	31,0	69,0	32,3	42,2	31,0	34,0	28,0	33,0	35,0	26,0	64,0	32,2	-	23,4	30,1	18,2	46,8