

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

EveRé Fos-sur-Mer (13)



*Campagne de biosurveillance – automne 2018
Synthèse PSE 2018
Rapport d'étude*

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

Campagne de biosurveillance – automne 2018 Synthèse PSE 2018

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

N° de dossier : 18-RA-12-MBA-12
N° de version : Version 2.0
Date de remise : Février 2019
Date de révision : Juillet 2019

Destinataires : Louis JEANNE Mme CHRISTO M. SALTEL PONGY
l.jeanne@evere.fr a.christo@evere.fr b.saltel@evere.fr

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

Ce rapport comporte **70 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
1.4. Faits marquants	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 du dispositif installé	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
3.3. Faits marquants	12
4. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES	17
5. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES.....	18
5.1. Les PCDD/F dans les végétaux.....	18
5.2. Notion de concentration attendue et de seuil.....	19
5.3. Résultats de la campagne d'été 2018 pour les PCDD/F	19
5.4. Evolution des résultats de 2009 à 2018	21
6. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE METAUX.....	26
6.1. Les métaux dans les végétaux	26
6.2. Notion de concentration attendue et de seuil.....	26
6.3. Résultats de la campagne d'été 2018 pour les métaux	26
6.4. Comparaison avec d'autres ambiances environnementales	27
6.5. Evolution des résultats de 2009 à 2018	28
6.5.1. Principe	28
6.5.2. Analyse élément par élément	29
7. CONCLUSION	42
ANNEXES.....	44

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.	16
Figure 3. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 25 octobre au 22 novembre 2018 (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.	29
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.....	30
Figure 7. Histogrammes présentant les concentrations en cobalt (Co) 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.	31
Figure 8. Histogrammes présentant les concentrations en chrome (Cr) 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.	32
Figure 9. Histogrammes présentant les concentrations en cuivre (Cu) 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.	33
Figure 10. Histogrammes présentant les concentrations en mercure (Hg) 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 11. Histogrammes présentant les concentrations en manganèse (Mn) 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.....	35
Figure 12. Histogrammes présentant les concentrations en nickel (Ni) 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.	36
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.	37

Figure 14. Histogrammes présentant les concentrations en antimoine (Sb) 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..... 38

Figure 15. Histogrammes présentant les concentrations en étain (Sn) 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. 39

Figure 16. Histogrammes présentant les concentrations en vanadium (V) 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..... 40

Figure 17. Histogrammes présentant les concentrations en zinc (Zn) 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. 41

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 25 octobre au 22 novembre 2018 18

Tableau 4. Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 25 octobre au 22 novembre 2018 autour du site EveRé 19

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 25 octobre au 22 novembre 2018 dans l'environnement du site EveRé (les valeurs supérieures au seuil de retombées sont mentionnées en gras). 27

Tableau 7. Gammes de concentrations en métaux (mg/kg de matière sèche) observées par BioMonitor dans les cultures standardisées de graminées et lors des campagnes d'été et d'automne 2018..... 28

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 **2018** 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 2018, 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 biosurveillance¹ 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) ;
- 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 **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.

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 18-RA-09-MBA-05.

Le présent rapport est consacré à la présentation et à l'interprétation des résultats de la seconde série de mesures réalisée en automne 2018, ainsi qu'à l'analyse de l'historique des données obtenues depuis 2009 dans le cadre de la surveillance environnementale du site.

1.4. Faits marquants

Lors de la campagne d'automne 2018, les dispositifs d'exposition des ray-grass de la station 6 ont été dégradés (disparition des bacs d'alimentation en eau et biomasse collectée insuffisante pour les analyses de polluants). Ce point de mesure n'a donc pas pu être pris en compte dans la présente étude.

2. LES METHODES D'ÉVALUATION

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 réglementaires
Légumes du potager – Plantes aromatiques	Indicateur passif pour aborder la problématique sanitaire (alimentation humaine) - Existence de valeurs repères et réglementaires
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 2018, la première campagne de mesures a été réalisée du **18 juillet au 13 août 2018** et la deuxième du **25 octobre au 22 novembre 2018**. Elles ont duré respectivement **26** 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 ;
- l'étude de dispersion d'EveRé mise à disposition ;
- la demande faite par un membre du Comité de Suivi de Site (CSS) lors de la réunion du 20 avril 2011 (ajout d'une 7^{ème} station).

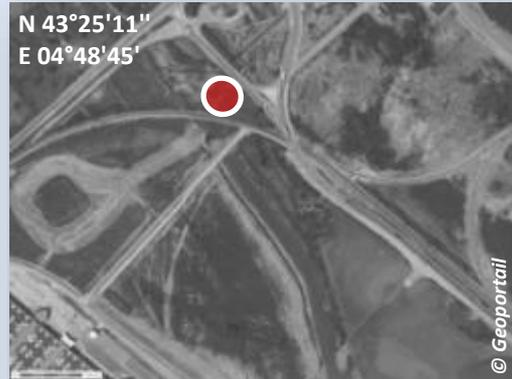
L'implantation des stations de mesures a ainsi été définie par l'exploitant et a fait l'objet d'une procédure de validation par la DREAL. Les aires de prélèvements sont présentées ci-après.

3.3. Faits marquants

Lors de la campagne d'automne 2018, les dispositifs de culture des graminées en place sur la station 6 ont été dégradés, avec notamment la disparition des bacs d'alimentation en eau (voir photographie ci-après). En conséquence, la croissance des plantes a été compromise et la biomasse collectée sur cette station était insuffisante pour mener à bien les analyses de polluants.

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.



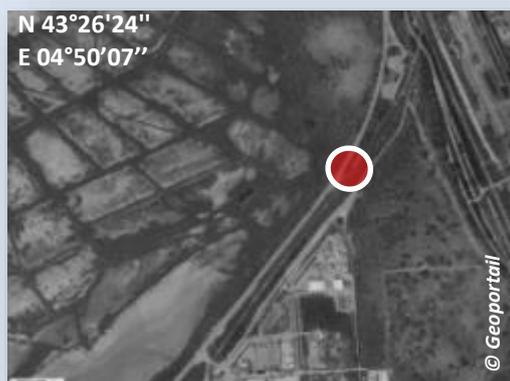
Graminées 4 : Lyondell

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.

Comme indiqué dans le **paragraphe 3.3**, la station 6 a été dégradée pendant la phase d'exposition. La photo ci-dessous illustre l'état du dispositif au moment de son retrait.

Graminées 6 : Darse 2 – Eolienne ; Retrait (22 novembre 2018)





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

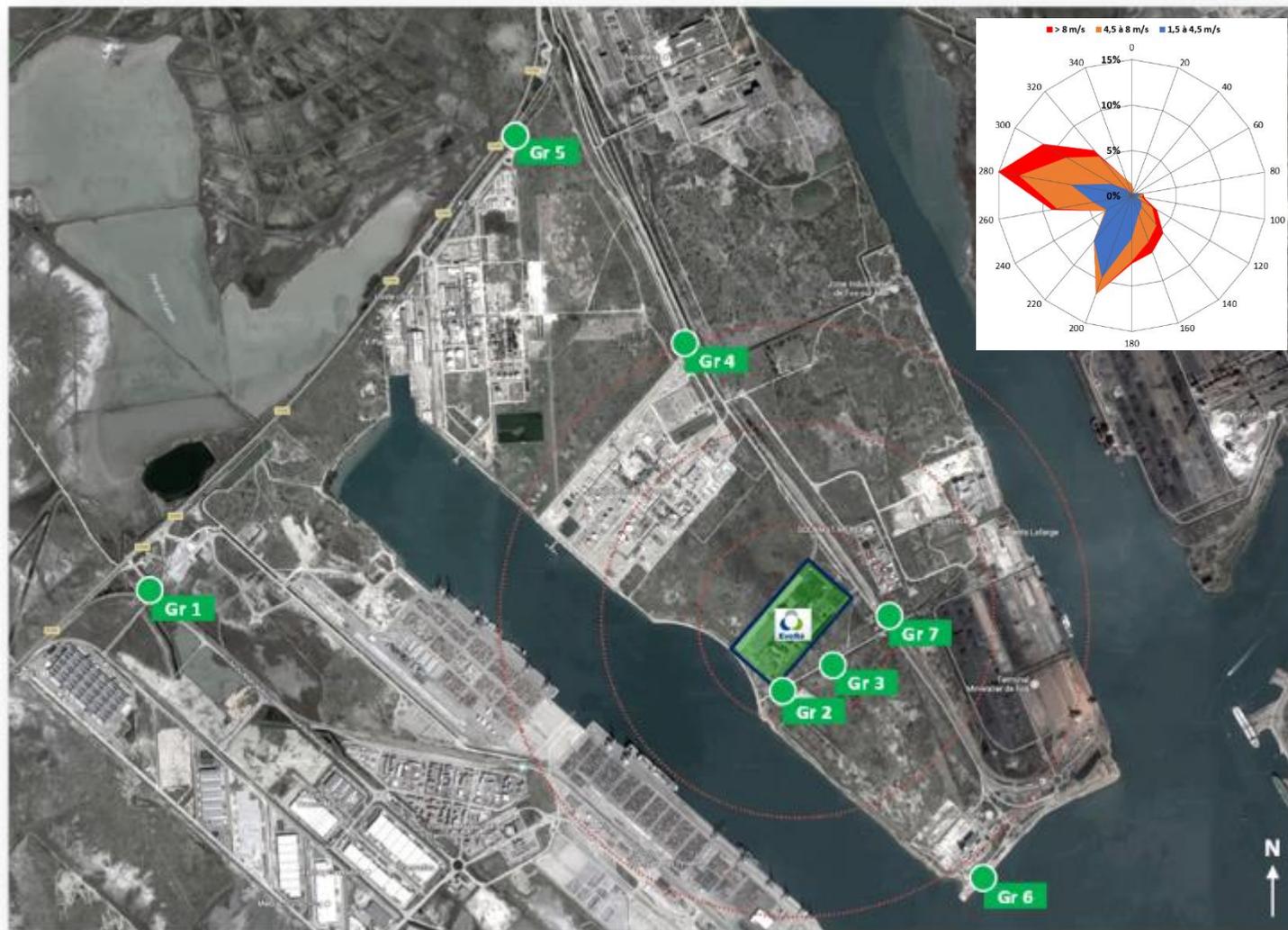


Figure 2. Plan de localisation des stations de mesures de biosurveillance par les ray-grass. En médaillon, rose des vents inversée pendant la période d'exposition

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.

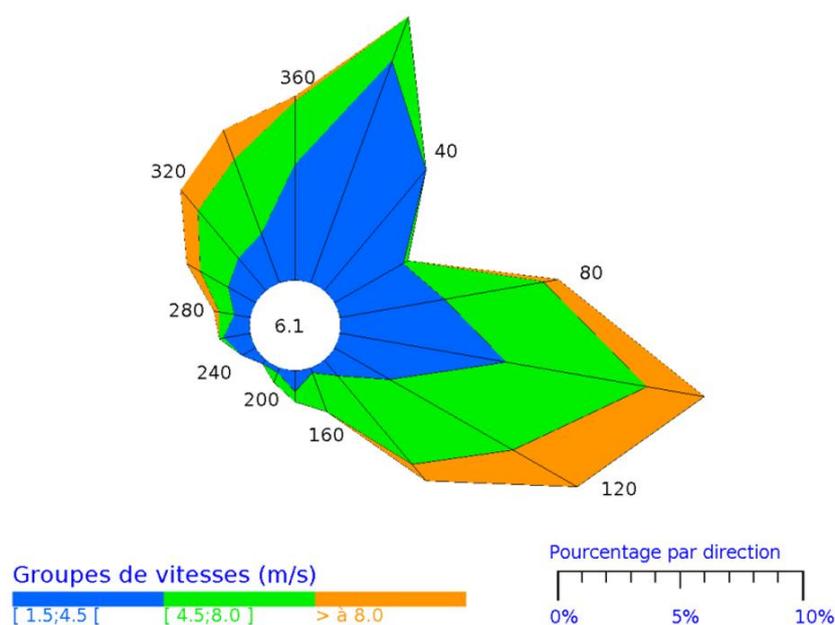


Figure 3. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 25 octobre au 22 novembre 2018 (source : Météo-France)

Le régime des vents observés sur la période d'exposition des graminées est caractérisé par des vents de secteur nord (320° - 40°) et est-sud-est (80° - 140°). Ces deux axes ont regroupé à eux deux environ 80 % des occurrences. Globalement, le secteur est assez venteux mais les vents mesurés restent majoritairement faibles (48 %) à modérés (36 %), les vents forts contribuant à 10 % des observations, principalement selon la dominante ESE et dans une moindre mesure NNO. Dans 6 % des cas observés, les vents sont considérés comme calmes (< 1,5 m/s). Les vents en provenance des quarts sud et ouest ont été très peu représentés.

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°.

Tableau 3. Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 25 octobre au 22 novembre 2018

Stations	Distance /source (km)	Orientation /source		Occurrence moyenne de vent relative à l'orientation des dispositifs
Graminées 1	3,4	O	80 - 100°	30 - 35 %
Graminées 2	0,4	S	360°	25 - 30 %
Graminées 3	0,4	S/SE	340°	15 - 20 %
Graminées 4	1,5	N/NO	160°	5 - 10 %
Graminées 5	2,8	NO	150°	10 - 15 %
Graminées 6	1,7	S/SE	320°	15 - 20 %
Graminées 7	0,6	E/SE	280°	5 - 10 %

D'après l'analyse des données météorologiques, il apparaît que la station 1 sous les vents dominants de secteur ESE a été la plus exposée aux vents en provenance du site pendant la période de mesure. Les stations 2 et, à un moindre degré, 3 et 6 ont été sous les vents en provenance du secteur NO, tandis que la station 5 affiche un taux d'exposition intermédiaire correspondant aux vents de secteur SSE. Enfin, les stations 4 et 7 ont été exposées le plus faiblement aux vents en provenance de l'installation.

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, deux zones privilégiées de dépôts potentiels devraient se situer à l'ouest/nord-ouest et au sud de l'installation. Au regard de la distance à l'installation, les stations 2 et 3 peuvent être considérées comme stations d'impact principal tandis que les autres stations peuvent être identifiées comme stations d'impact secondaire, y compris la station 1, dont la typologie de témoin de l'étude est compromise par un taux d'exposition relativement élevé au cours de la période d'étude. Cette situation est due à l'occurrence de vents d'est assez inhabituels sur la zone d'étude.

5. RETOMBÉES 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 2018 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 2018 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 25 octobre au 22 novembre 2018 autour du site EveRé

Paramètres	Gr 1	Gr 2	Gr 3	Gr 4	Gr 5	Gr 6	Gr 7
Concentrations avec TE _{min} ^a	0,03	0,74	0,03	1,06	1,17	-	0,43
Concentrations avec TE _{max} ^b	0,64	0,87	0,65	1,34	1,38	-	0,85
Seuil sanitaire ⁴	0,85 pg OMS-TEQ/g de MS						

^a exprimées en considérant toutes les concentrations des congénères inférieures à la limite de détection égales à 0.

^b exprimées en considérant toutes les concentrations des congénères inférieures à la limite de détection égales à la valeur de la limite de détection.

Les teneurs en PCDD/F dans les ray-grass s'échelonnent de 0,64 à 1,38 pg OMS-TEQ/g MS. Les valeurs les plus faibles sont relevées au niveau des stations 1 et 3 et les plus élevées pour les stations 4 et 5. Les stations 2 et 7 présentent quant à elles des concentrations intermédiaires. L'analyse détaillée des bordereaux analytiques indique que, pour l'ensemble des stations, les congénères les plus toxiques de dioxines (TCDD et PeCDD) n'ont pas été détectés. Pour les stations 1 et 3, la quasi-totalité de la teneur en PCDD/F exprimée TE_{max} correspond à des congénères dont la concentration dans l'échantillon est inférieure au seuil de détection. Pour les autres stations, ce sont principalement des congénères de furannes (TCDF et PeCDF) qui contribuent aux teneurs en PCDD/F en TE_{max}.

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. Compte tenu de l'incertitude analytique, seules les stations 4 et 5 affichent une teneur supérieure au seuil réglementaire.

Globalement, 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. A titre d'exemple, les stations 2 et 3, en limite de propriété du site et exposées aux vents, affichent des teneurs intermédiaires tandis que les stations 4 et 5, hors des axes de dispersion principaux d'éventuelles retombées venant de l'émetteur, présentent les valeurs les plus prononcées.

Considérant l'ensemble des données recueillies, les résultats ne soulignent pas d'impact significatif de l'activité de l'installation sur les dispositifs installés dans son environnement proche. Les teneurs en PCDD/F relativement marquées sur les stations de mesure pourraient plutôt refléter une imprégnation globale de la zone d'étude, qui est caractérisée par un contexte industriel multi-sources.

⁴ Seuil sanitaire donné à titre indicatif (exprimé en TE_{max}). Ce seuil est défini sur la base de l'arrêté du 29 août 2014 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation pour animaux.

5.4. Evolution des résultats de 2009 à 2018

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 détection. 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**.

La comparaison des résultats s'effectue ci-après à l'aide d'histogrammes sur lesquels la barre d'erreur liée à l'incertitude de l'analyse (17 %) est visualisée. Les résultats entre années sont également comparés sur la base des valeurs de référence utilisées et des écarts relatifs entre les concentrations (considération des incertitudes de mesures et de prélèvements).

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

PCDD/F 2009 - 2018

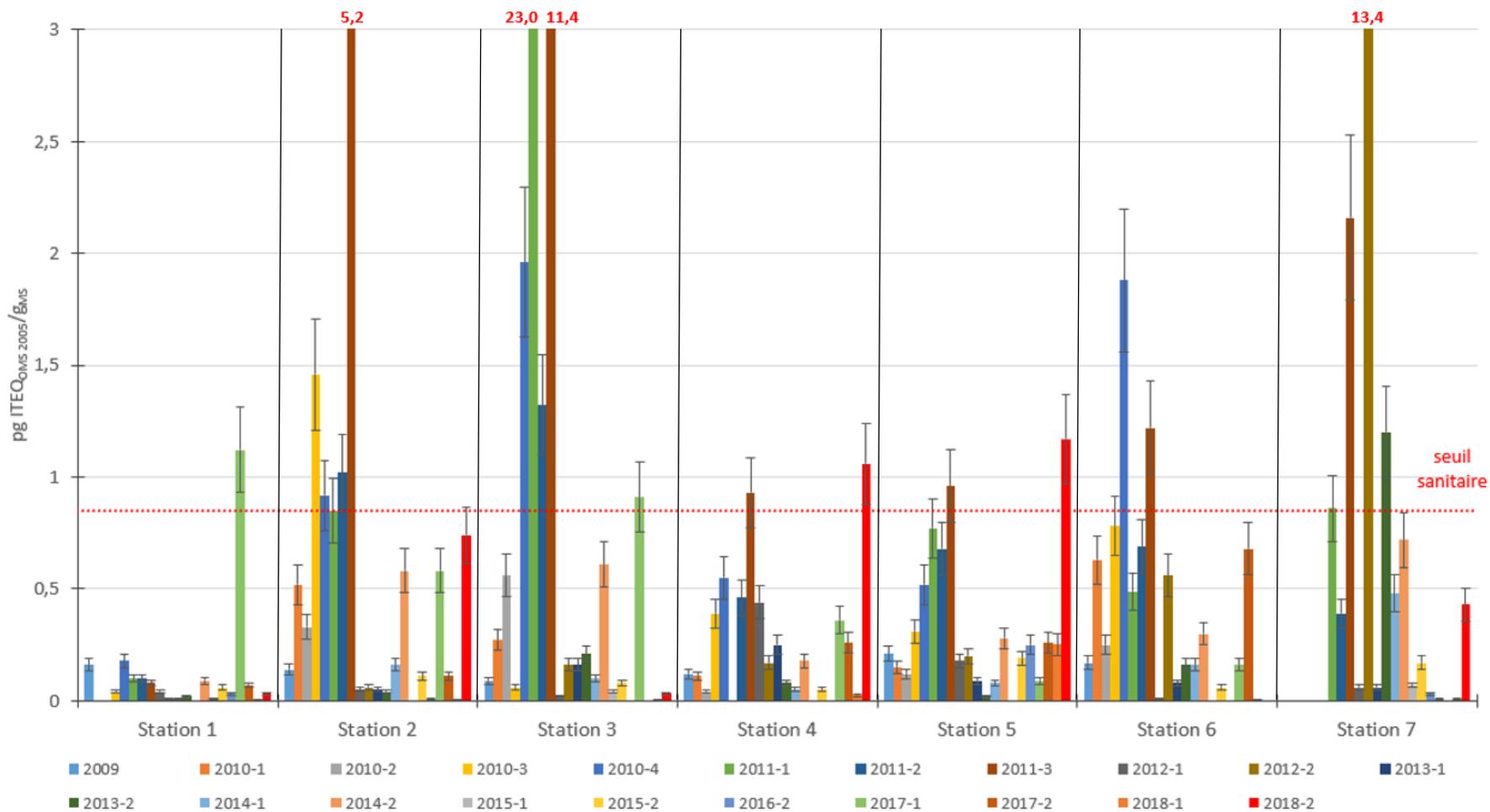


Figure 4. Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées prélevées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer

Dans les paragraphes qui suivent, une interprétation par année est réalisée, pour les campagnes menées en 2009, 2010 et 2011, et une interprétation groupée des résultats obtenus entre 2012 et 2018. En effet :

- 2009 constitue l'état initial ;
- les plus fortes teneurs sont observées en 2010 et 2011 ;
- les teneurs deviennent moins importantes entre 2012 et 2018.

Situation 2009 :

En août 2009, une première série de mesures a été réalisée, constituant ainsi un état initial du site. En effet, à cette époque, l'exploitation du site n'avait pas encore commencé. 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 2010 :

En 2010, quatre séries de mesures ont été réalisées durant l'année. Lors de la première campagne menée en mars/avril, l'analyse des PCDD/F dans les échantillons de graminées rend compte de teneurs faibles et conformes à celles attendues dans ce type de matrice en milieu rural pour la majorité des stations. Seule la station 6 s'apparentait plus à une ambiance urbaine ou industrielle peu impactée. Cette dernière restait toutefois parmi les moins exposées aux vents en provenance du site EveRé. Le même constat fut réalisé lors de la seconde campagne de mesures menée en mai 2010. Les valeurs obtenues restaient néanmoins faibles et conformes à celles attendues dans ce type de matrice en milieu rural. L'imprégnation moyenne de la zone d'étude n'était pas significativement différente de celles rencontrées lors des campagnes précédentes si l'on considère l'incertitude analytique.

La situation connaît un changement lors de la campagne de mesures réalisée au mois d'août 2010 (campagne 3). Deux des six stations (la station 2 et, dans une moindre mesure, la station 6) voient leur valeur augmenter. Ces valeurs restaient néanmoins conformes à celles attendues en milieu urbain ou en milieu industriel. Les valeurs obtenues pour les 4 autres stations (stations 1, 3, 4 et 5) sont, elles, faibles et conformes à celles attendues en milieu rural. La station 3 est pourtant la plus exposée aux vents en provenance du site (20 - 25 %). Par rapport à l'état initial et aux campagnes précédentes, on assiste ici à une augmentation généralisée des concentrations sur la zone (à l'exception de la station 3). On peut donc constater que l'évolution des teneurs en dioxines/furannes dans les graminées n'a pas de lien avec l'évolution des taux d'exposition des stations aux vents en provenance de l'installation EveRé.

Comparativement à l'état initial et aux premières mesures réalisées en 2010, les derniers résultats obtenus cette année-là (campagne 4 en octobre 2010), font état également d'une augmentation généralisée des concentrations sur la zone, notamment sur les stations 2, 3 et 6 qui restent néanmoins conformes à celles attendues en milieu urbain ou en milieu industriel. Les valeurs obtenues sur les autres stations (stations 1, 4 et 5), bien que globalement en augmentation par rapport aux campagnes précédentes, restent faibles et conformes à celles attendues en milieu rural.

On assiste donc à des variations notables des concentrations sur certaines stations depuis le début de la surveillance et en fonction des saisons sans lien apparent avec les taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé (globalement constants sur ces stations lors des trois dernières séries de mesures). Un lien direct avec l'activité du Centre de Traitement Multifilière n'a pu alors être établi.

Au vu de ces constats, l'existence d'autres sources d'émission de dioxines/furannes dans l'environnement d'étude et leur contribution sur les résultats ont donc été mises en avant. Sur l'année 2010, il faut noter néanmoins que l'ensemble des valeurs observées lors des différentes campagnes restaient globalement représentatif de valeurs habituellement observées en milieu industriel.

Situation 2011 :

Le renouvellement de la procédure en 2011 autour de trois campagnes de mesures, permet de compléter l'analyse de la situation. Le début de cette campagne a été marqué par un incendie dans la zone industrielle de Fos, au niveau de la pointe du Caban, aux abords du site (tout en restant à l'extérieur), qui a d'ailleurs endommagé la station 4, qui *de facto* n'a pu faire l'objet d'analyses. L'ambiance globale de la zone a donc été fortement altérée par l'émission naturelle de PCDD/F lors de cet incendie. Il est donc très difficile de traduire l'impact d'EveRé lors de cette première campagne de mesures de 2011, les résultats étant faussés par l'incendie.

En recherchant néanmoins à réaliser une analyse de la situation, on peut constater que le gradient de concentrations est beaucoup plus important que d'habitude, variant de 0,10 à 22,97 pg OMS-TEQ/g de MS (valeur exceptionnelle et atypique obtenue sur la station 3, sous le vent de l'incendie, qui dépasse largement les valeurs attendues en ambiance industrielle). La valeur sur la station 1 (seule station en dehors de la pointe du Caban, et donc des effets de l'incendie) est la seule station à présenter une valeur faible et conforme à celles attendues sur une station non exposée. Les valeurs les plus élevées relevées sur les stations 2, 3 et 7 correspondent aux stations localisées au sud d'EveRé, c'est-à-dire directement sous les vents de l'incendie. Sur la station 6, par contre, la concentration témoigne une nouvelle fois de la forte variabilité des teneurs sur cette station (par rapport à 2010) avec des teneurs inférieures aux deux campagnes précédentes.

La seconde campagne de mesures, menée en août 2011, permet de se replacer dans des conditions saisonnières comparables à celles rencontrées lors de la campagne 3 de 2010.

Les valeurs obtenues sur les stations sont conformes à celles attendues en milieu non impacté. Des teneurs plus marquées sont constatées au droit des stations 2 et 3 sans lien apparent avec les taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé et au vu des teneurs relevées sur les autres stations du réseau de mesures.

La dernière campagne de 2011 s'est déroulée sur la même période que la campagne 4 de 2010. Une hausse importante et généralisée sur toute la zone des concentrations en PCDD/F est observée, hormis pour la station 1 (seule station en dehors de la zone industrielle du Caban) qui présente, comme depuis le début du suivi, des valeurs faibles et quasi-constantes.

Cette augmentation généralisée est surtout marquée sur la station 3, qui mettait en avant une teneur particulièrement importante de 11,36 pg OMS-TEQ/g de MS, ainsi que dans une moindre mesure sur la station 2 avec une concentration à 5,16 pg OMS-TEQ/g de MS. Concernant les autres stations, malgré

une hausse des teneurs, les niveaux PCDD/F restaient dans la gamme de concentrations habituellement observées en milieu urbain ou en milieu industriel.

Il est à noter que durant cette troisième campagne (du 28 septembre au 27 octobre 2011), le site était en sous-activité du fait d'un arrêt technique programmé sur les lignes de l'unité de valorisation énergétique pour la réalisation de la maintenance préventive des équipements :

- arrêt technique annuel de la ligne 1 de l'Unité de Valorisation Énergétique : du 8 septembre au 5 octobre 2011 ;
- arrêt technique annuel de la ligne 2 de l'Unité de Valorisation Énergétique : du 24 septembre au 16 octobre 2011.

Par ailleurs, dans le cadre du prélèvement à la cheminée en continu des PCDD/F réalisé par EveRé, le résultat d'analyse du laboratoire agréé pour le mois d'octobre 2011 (soit pendant le temps d'exposition des stations) fait état du respect de la valeur limite d'émissions en PCDD/F fixée par l'arrêté préfectoral.

Evolutions 2012 - 2018 :

Depuis 2012, deux séries de mesures sont réalisées annuellement, en accord avec la DREAL. Les périodes d'exposition des graminées restent relativement similaires d'une année sur l'autre. Seule l'année 2016 a fait l'objet d'une seule campagne de mesures.

Une baisse généralisée des niveaux de PCDD/F est constatée par rapport à 2011. Les teneurs restent pour la plupart inférieures ou du même ordre de grandeur que le seuil sanitaire si l'on considère l'incertitude sur l'analyse et restent globalement représentatives de valeurs attendues dans des zones non impactées en milieu rural. Les niveaux moyens saisonniers les plus faibles observés sur l'ensemble des stations de surveillance ont été mesurés au cours de l'année 2015 et 2018, ce qui vient confirmer l'amélioration de la situation constatée sur la zone d'étude et les stations 2 à 6 depuis 2012. On observe une stabilisation des teneurs se rapprochant de celles observées en 2009 lors de l'état initial depuis maintenant plusieurs années sur les stations 1 à 6. Des concentrations plus marquées et ponctuelles ont toutefois été relevées sur la station 7 avec 13,35 pg OMS-TEQ/g de MS en 2012 et 1,20 pg OMS-TEQ/g de MS pour 2013. Le constat d'impact observé sur la station 7 reste ainsi un phénomène isolé géographiquement et non récurrent puisqu'il a seulement été mesuré au cours de l'automne 2011. Pour rappel, cette station était parmi les trois stations les moins exposées aux vents en provenance de l'installation EveRé (taux d'exposition généralement compris entre 0 et 5 %).

Les teneurs mesurées en été 2018 s'inscrivent dans cette tendance d'amélioration constatée depuis 2012. En revanche, les teneurs mesurées en automne 2018 reviennent à des niveaux plus marqués, de l'ordre de grandeur voire légèrement supérieurs au seuil sanitaire pour les stations 4 et 5. L'étude détaillée des résultats a cependant montré que ces teneurs plus marquées ne semblent pas traduire d'impact de l'installation, mais plutôt une imprégnation globale de la zone d'étude, possiblement en provenance d'installations situées à l'est d'EveRé.

6. RETOMBÉES ATMOSPHÉRIQUES DE MÉTAUX

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 2018 pour les métaux

Le **tableau 6** ci-après présente les résultats relatifs aux 14 métaux analysés dans les graminées exposées durant un mois sur les stations de mesures. Les résultats détaillés sont notifiés dans les bordereaux analytiques en **annexe 5**. Les résultats obtenus peuvent ensuite être comparés aux seuils de retombées et/ou aux seuils sanitaires.

D'après l'analyse des résultats, seul le Tl n'a pu être quantifié sur aucune station tandis que le Sn n'a pu l'être que sur un seul point d'exposition, et à un niveau faible. Concernant la plupart des métaux quantifiés (As, Cd, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Sb, V et Zn), les teneurs sont globalement équivalentes d'une station à l'autre, à des niveaux inférieurs aux seuils de retombées, et aucune corrélation avec la distance des stations à l'incinérateur et/ou leur taux d'exposition au vent en provenance de ce dernier ne peut être mise en évidence. Toutefois, concernant les métaux Cr et dans une moindre mesure Pb, des niveaux de dépôts plus marqués sont détectés pour les stations 4 et 5, pour lesquelles les teneurs en PCDD/F étaient déjà les plus élevées pour cette campagne de mesures et situées toutes deux en

dehors des zones de dispersion potentielles des retombées en provenance du site pendant la période d'exposition. Enfin, on notera que les seuils sanitaires relatifs à l'As, le Cd, le Hg et le Pb n'ont pas été dépassés.

Tableau 6. Concentrations en métaux (mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 25 octobre au 22 novembre 2018 dans l'environnement du site EveRé (les valeurs supérieures au seuil de retombées sont mentionnées en gras).

Stations	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
Graminées 1	0,15	0,09	0,35	0,53	6,2	<0,025	109
Graminées 2	0,14	0,14	0,52	0,86	5,7	<0,025	102
Graminées 3	0,11	0,09	0,49	0,49	5,0	<0,025	118
Graminées 4	0,15	0,11	0,60	2,28	5,0	0,034	129
Graminées 5	0,22	0,11	0,51	3,19	7,9	0,031	97
Graminées 6	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 7	0,14	0,09	0,36	0,72	4,9	0,035	119
Seuils de retombées ^(a)	0,32	0,20	1,50	1,10	15,0	0,110	200
Seuils sanitaires ^{(b) (c)}	2,27	1,14	-	-	-	0,110	-

Stations	Ni	Pb	Sb	Sn	Tl	V	Zn
Graminées 1	3,8	0,6	0,30	<0,125	<0,125	0,43	30,5
Graminées 2	4,6	1,4	0,14	0,150	<0,125	0,68	31,2
Graminées 3	3,8	0,8	<0,13	<0,125	<0,125	0,37	29,3
Graminées 4	4,0	1,4	0,15	<0,125	<0,125	1,06	32,8
Graminées 5	7,4	1,7	<0,13	<0,125	<0,125	0,96	42,7
Graminées 6	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 7	4,1	0,9	<0,13	<0,125	<0,125	1,21	30,1
Seuils de retombées ^(a)	14,0	3,0	1,00	-	-	1,50	85,0
Seuils sanitaires ^{(b) (c)}	-	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) l'arrêté du 29 août 2014 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 (abrogation annexe 1) fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation pour animaux.

^(c) RÈGLEMENT (UE) 2015/186 DE LA COMMISSION du 6 février 2015 modifiant l'annexe I de la directive 2002/32/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les teneurs maximales en arsenic, en fluor, en plomb, en mercure, en endosulfan et en graines d'Ambrosia.

L'étude ne révèle donc aucun lien direct entre les teneurs en métaux dans les cultures standardisées de ray-grass et l'activité du Centre de Traitement Multifilière pour la période d'exposition étudiée.

6.4. Comparaison avec d'autres ambiances environnementales

Le **tableau 7** ci-après présente les gammes de valeurs observées par BioMonitor dans des zones représentatives du bruit de fond mais également toutes ambiances confondues (milieu rural, urbanisé et sous influence industrielle indépendamment de leur typologie).

Tableau 7. Gammes de concentrations en métaux (mg/kg de matière sèche) observées par BioMonitor dans les cultures standardisées de graminées et lors des campagnes d'été et d'automne 2018

Polluants	Bruit de fond rural		Toutes ambiances confondues		Gamme des concentrations mesurées autour d'EveRé	
	Médiane	Effectif N	Min - Max	Effectif N	2018 -1	2018-2
As	0,19	68	0,05 – 0,79	308	0,11 - 0,22	0,11 - 0,22
Cd	0,05	69	0,03 – 0,27	315	0,03 - 0,06	0,09 - 0,14
Co	0,27	53	< 0,10 – 2,20	245	0,27 - 0,44	0,35 - 0,60
Cr	0,18	68	< 0,1 – 9,4	313	0,4 - 1,3	0,5 - 3,2
Cu	4,8	62	2,6 – 20,0	294	3,0 - 4,2	4,9 - 7,9
Hg	0,03	68	< 0,01 – 0,32	307	0,03 - 0,04	0,03 - 0,04
Mn	47	68	11 – 290	312	49 - 76	97 – 129
Ni	4,5	69	0,4 – 16	322	3,8 - 6,5	3,8 - 7,4
Pb	0,22	68	0,02 – 9,2	322	0,3 - 0,7	0,6 - 1,7
V	0,13	59	< 0,1 – 3,1	271	0,2 - 1,1	0,4 - 1,2
Zn	29	31	11 – 118	156	16 - 23	29 - 43

Les teneurs en métaux détectées dans les cultures standardisées de ray-grass dans l'environnement du site EveRé pour la campagne d'automne 2018 ne présentent aucune valeur atypique. Pour les éléments As et Hg, les valeurs relevées sont équivalentes au niveau de fond rural. Pour tous les autres métaux, les teneurs mesurées dépassent le bruit de fond rural mais demeurent dans la partie basse à médiane des gammes de concentrations observées sur des stations graminées toutes ambiances confondues. Ces observations sont en adéquation avec l'environnement industriel de l'installation.

Les concentrations métalliques mesurées dans les graminées lors de la seconde campagne réalisée en 2018 sont équivalentes à celles observées lors de la première campagne pour les éléments As, Hg, Ni et V, et supérieures pour le reste des métaux étudiés, traduisant des niveaux de dépôts globalement plus marqués sur la zone d'étude en automne 2018. En revanche, les teneurs mesurées restent du même ordre de grandeur que les valeurs maximales d'une ambiance locale industrielle.

6.5. Evolution des résultats de 2009 à 2018

6.5.1. 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 entre années sont également comparés sur la base des valeurs de référence utilisées et des écarts relatifs entre les concentrations (considération

des incertitudes de mesures et de prélèvements). Les valeurs inférieures à la limite de quantification ne sont pas présentées.

Les **figures 5 à 17** présentent l'évolution ainsi que les teneurs métalliques, élément par élément, lors des 21 campagnes de mesures jusqu'à celle réalisée en automne 2018. 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**.

6.5.2. Analyse élément par élément

■ 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 l'arrêté du 30 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 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.

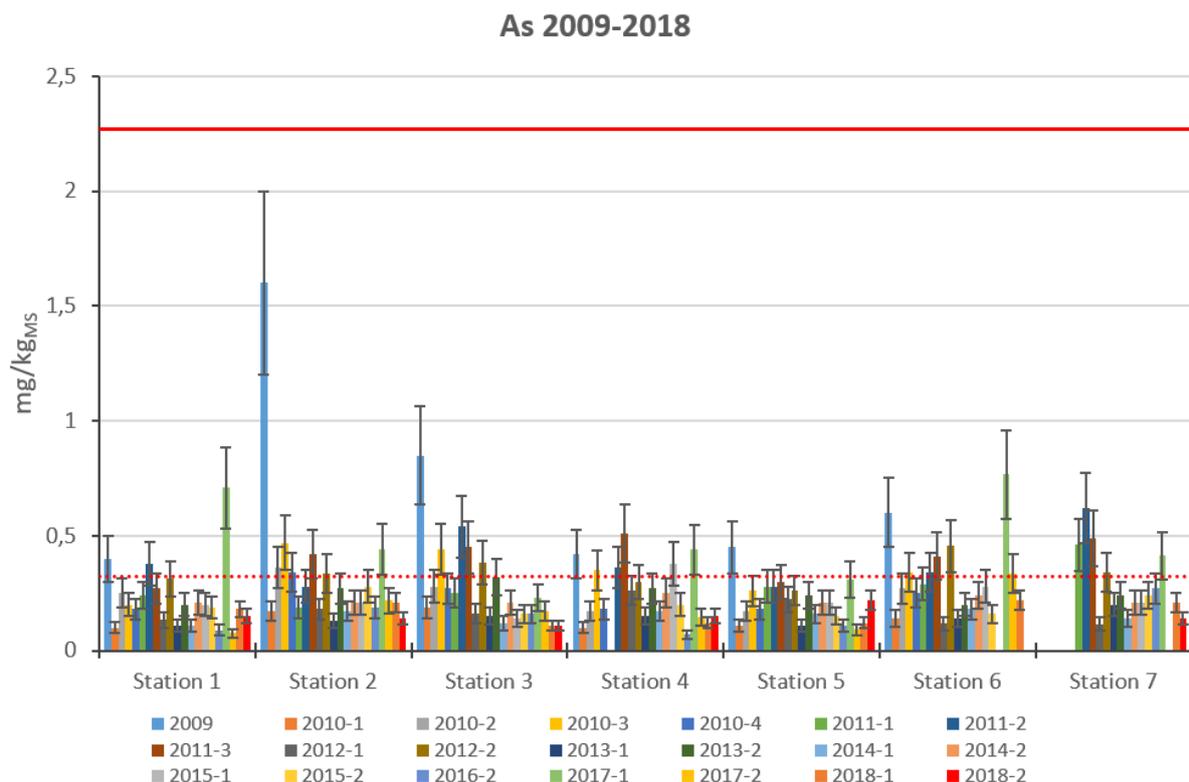


Figure 5. Histogrammes présentant les concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

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). Pour les campagnes d'été et d'automne 2018, les teneurs en As sont dans la gamme médiane des valeurs historiques et restent inférieurs au seuil de retombées. 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 l'arrêté du 30 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 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.

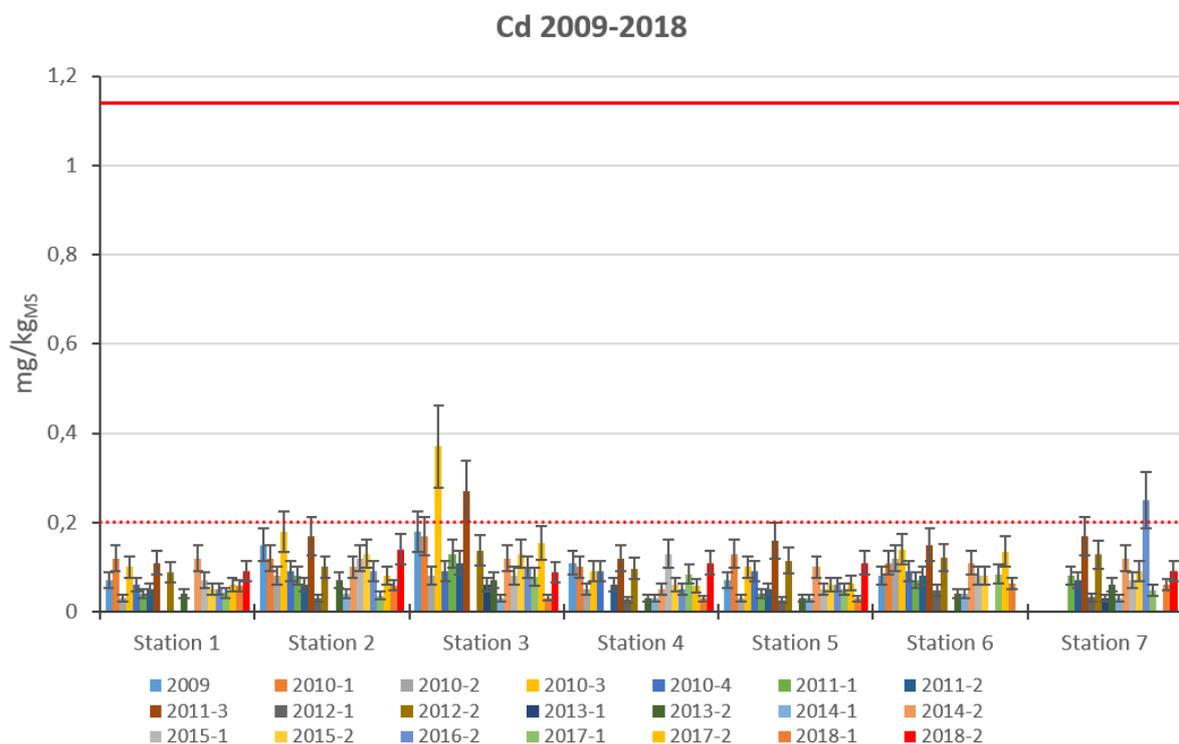


Figure 6. Histogrammes présentant les concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

A l'exception des valeurs obtenues sur la station 3 lors de la troisième campagne de 2010 et de la troisième campagne de 2011, toutes les valeurs sont inférieures au seuil de retombées significatives.

Ces deux valeurs particulières n'ont pas de lien avec un changement des conditions météorologiques exposant cette station car les taux d'exposition de cette station sont globalement constants d'une campagne sur l'autre. Depuis 2012, la majorité des valeurs sont conformes aux valeurs mesurées lors de l'état initial de 2009. Pour les campagnes d'été et d'automne 2018, les teneurs mesurées sont dans la gamme basse à médiane des valeurs historiques, et inférieures au seuil de retombées.

Il est à noter que toutes les valeurs 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.

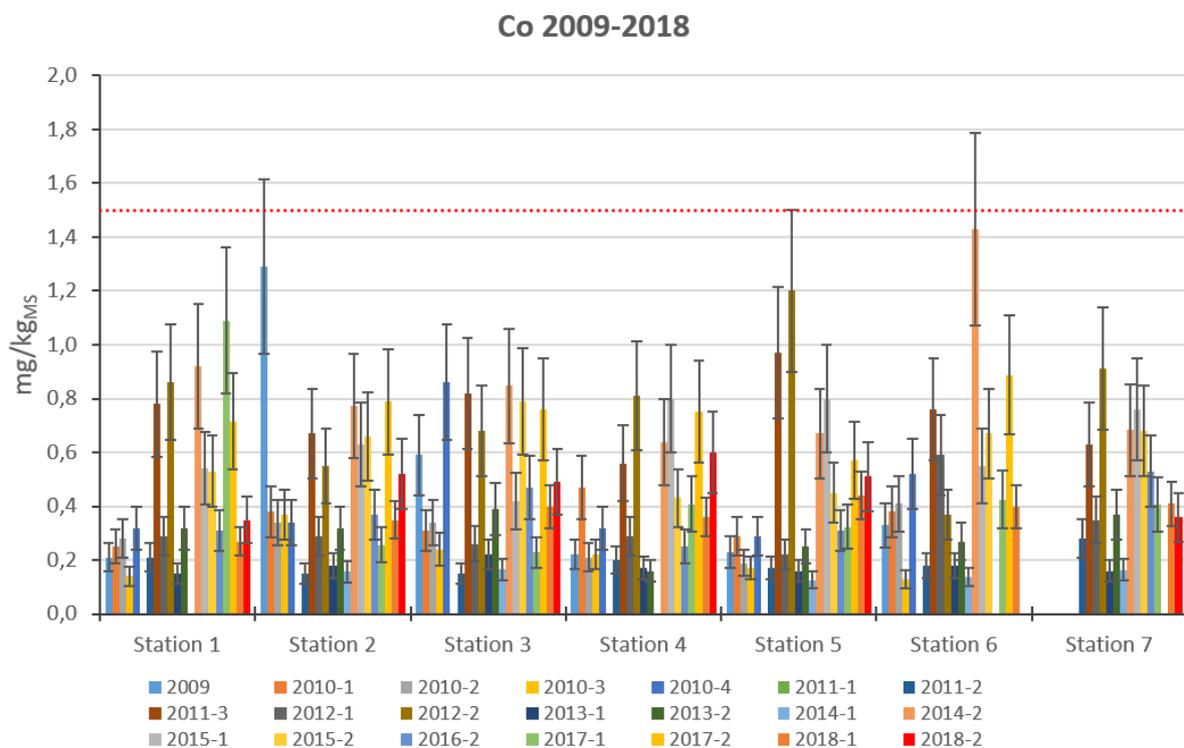


Figure 7. Histogrammes présentant les concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

L'évolution des teneurs en Co apparaît hétérogène entre les années et les campagnes de mesures depuis le début de la surveillance. Des valeurs de l'ordre du seuil de retombées ont été observées en 2009 et 2014.

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, notamment pour les campagnes d'été et d'automne 2018.

■ Cas du chrome (Cr)

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

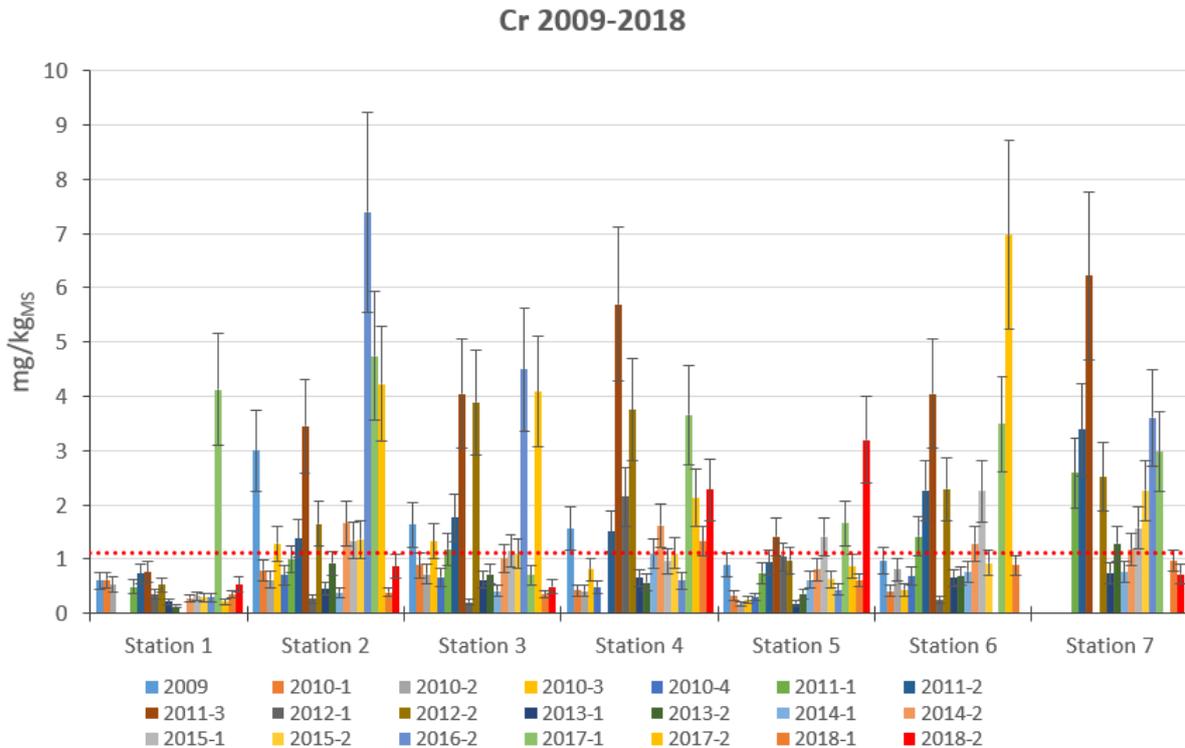


Figure 8. Histogrammes présentant les concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

A l'instar du Co, par rapport à l'état initial, la situation a présenté des concentrations hétérogènes entre les différents programmes de mesures. Des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives sont observées depuis le début des campagnes sur l'ensemble des stations, de manière récurrente sur les stations 2, 3, 4, 6 et 7. Ces situations existaient déjà en 2009 avant l'activité du site EveRé. A l'exception d'une valeur forte en été 2017, la station 1 (en dehors de la zone industrielle du Caban) est la moins impactée par des retombées de chrome, suivie par la station 5 (excentrée au nord-ouest de la zone industrielle du Caban), qui présente habituellement des valeurs modérées et peu variables. Pour les deux campagnes de 2017, les niveaux apparaissent élevés sur l'ensemble du réseau de mesures traduisant ainsi un phénomène de dépôt généralisé sur le secteur. Pour la campagne d'été 2018, on retrouve sur l'ensemble des stations des valeurs inférieures ou du même ordre de grandeur que le seuil de retombées. Une situation comparable est observée en automne 2018, à l'exception des points d'exposition 4 et 5 qui présente des teneurs en Cr supérieures au seuil de retombées, sans atteindre les niveaux les plus forts mesurés depuis 2009 sur la zone d'étude.

Les différences de concentrations en chrome sur toute la zone du Caban lors des campagnes de mesure combinées à l'absence de lien entre ces valeurs et le taux d'exposition des stations aux vents en

provenance d'EveRé ainsi que le contexte industriel du secteur d'étude ne permettent pas d'établir de lien direct entre les teneurs et l'activité du site et reflètent plutôt un phénomène généralisé mais assez variable de dépôt en Cr sur la zone industrialo-portuaire de Fos-sur-Mer.

■ Cas du cuivre (Cu)

Le seuil de retombées significatives pour le cuivre est de 15 mg/kg de MS. L'absence de retombées pour cet élément dans l'environnement du site peut être mise en évidence pour l'ensemble des campagnes de surveillance. Les concentrations sont relativement homogènes d'année en année et globalement conformes aux valeurs mesurées lors de l'état initial. Des valeurs plus élevées ont cependant été mesurées lors de la première campagne de 2010 et lors de la troisième campagne de 2011. Aucune station ne présente des valeurs significativement plus élevées que les autres stations. Les teneurs mesurées lors des campagnes d'été et d'automne 2018 sont dans la gamme basse à médiane des valeurs historiques, et inférieures au seuil de retombées.

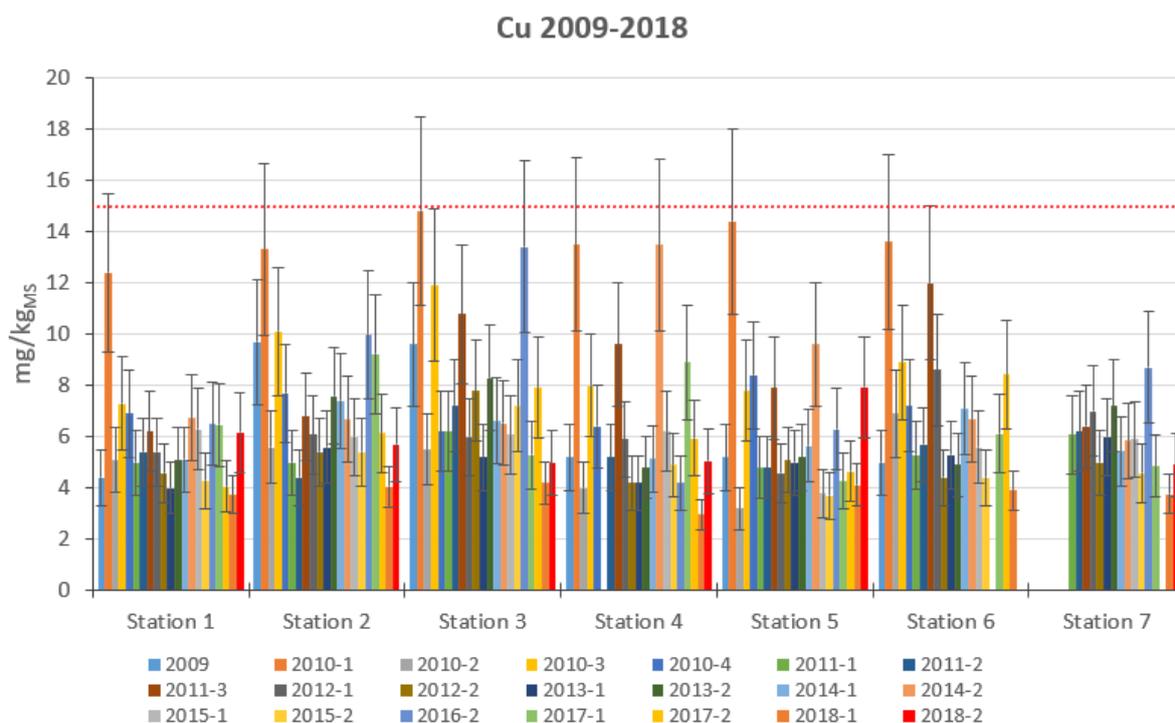


Figure 9. Histogrammes présentant les concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

■ 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 l'arrêté du 30 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 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.

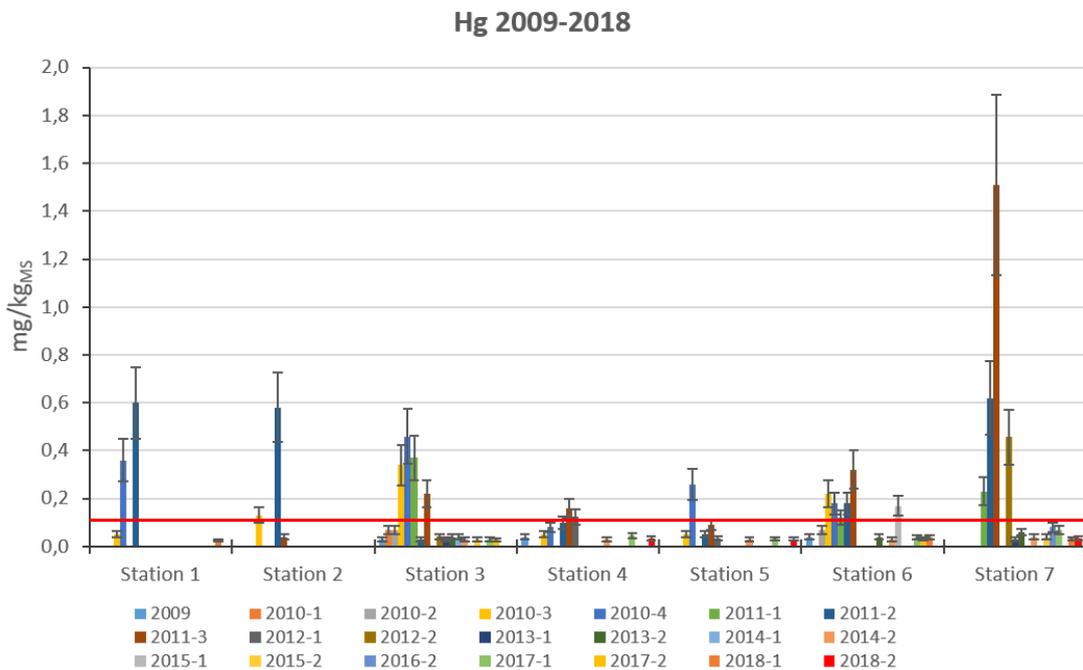


Figure 10. Histogrammes présentant les concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

Globalement depuis le début des programmes de mesures, les teneurs en mercure restent proches ou inférieures à la limite de quantification si l'on considère l'incertitude analytique. Des valeurs nettement plus marquées ont néanmoins pu être observées ponctuellement depuis 2009, sans qu'aucun lien ne puisse être fait avec le site EveRé.

Depuis 2012, la situation s'améliore nettement avec des valeurs qui s'apparentent à celles attendues en zone de fond. Des valeurs supérieures au seuil de retombées ont été recensées sur la station 4 en 2012 (campagne 1) ; la station 7 en 2012 (campagne 2) ainsi que sur la station 6 en 2015 (campagne 1). Hormis ces quelques cas isolés, les teneurs restent inférieures au seuil de retombées significatives fixé à 0,11 mg/kg de MS, y compris pour les campagnes d'été et d'automne 2018.

De la même façon que pour le chrome, les différences de concentrations en mercure lors des campagnes de mesures sont marquées par l'absence de lien entre ces valeurs et le taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé. L'activité du site ne peut contribuer à elle seule à cette gamme de valeur ce qui atteste du constat d'autres sources d'émissions ponctuelles dans la zone d'étude, en lien avec son contexte industriel.

■ Cas du manganèse (Mn)

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

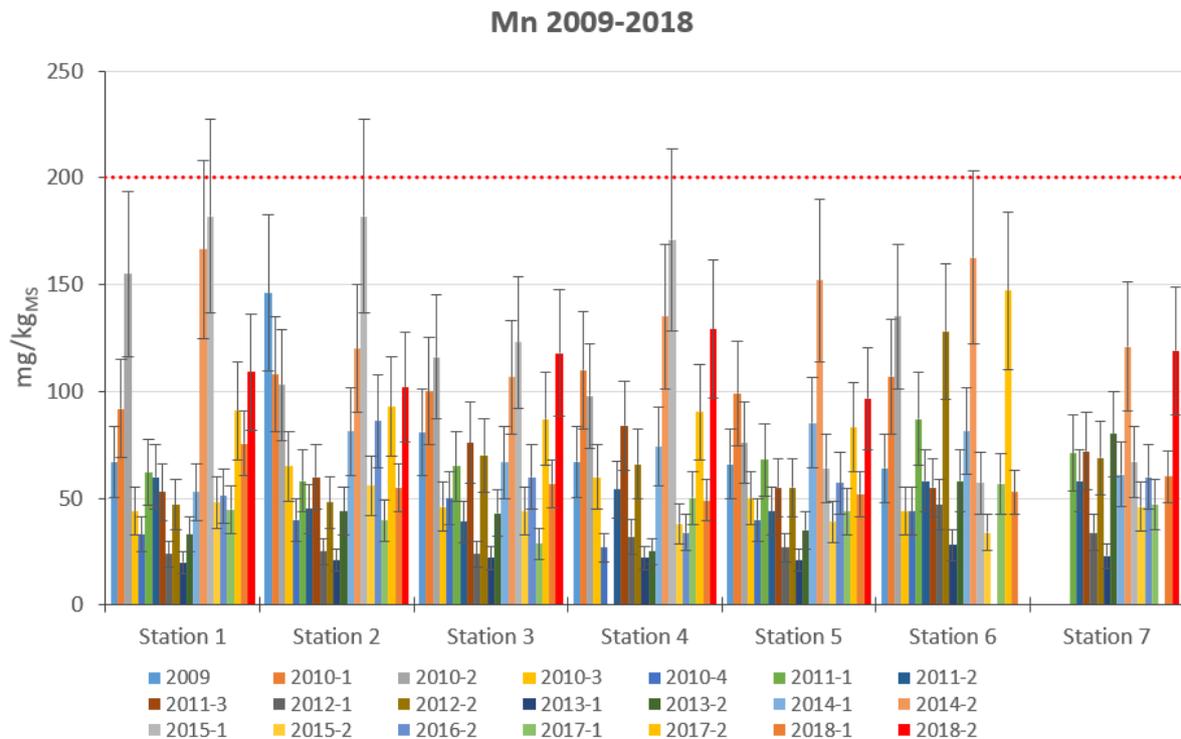


Figure 11. Histogrammes présentant les concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

L'absence de retombées pour cet élément dans l'environnement du site peut être mise en évidence pour l'ensemble des campagnes de surveillance. Des concentrations plus élevées ont toutefois été observées lors de la deuxième campagne de 2014 et les premières mesures de 2015, au-delà de celles observées lors de l'état initial. Depuis 2016, on retrouve une situation conforme à celle qui pourrait être observée en milieu non impacté et à l'état initial. Lors de la campagne d'automne 2017, des teneurs relativement hautes ont de nouveau été mesurées, mais celles-ci restent sous le seuil de retombées en zone impactée. De plus, ces teneurs relativement élevées ont été recensées sur l'ensemble du réseau de surveillance, traduisant un phénomène de dépôt généralisé sur un secteur d'étude fortement industrialisé, sans qu'un lien direct puisse être établi avec l'activité du site EveRé.

Pour la campagne d'été 2018, les teneurs mesurées sont dans la gamme médiane des valeurs historiques, et largement inférieures au seuil de retombées. Concernant la campagne d'automne 2018, une tendance à la hausse est observée sur l'ensemble des points d'exposition en comparaison aux cinq dernières campagnes, mais les teneurs restent dans la gamme médiane des valeurs historiques et inférieures au seuil de retombées.

■ Cas du nickel (Ni)

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

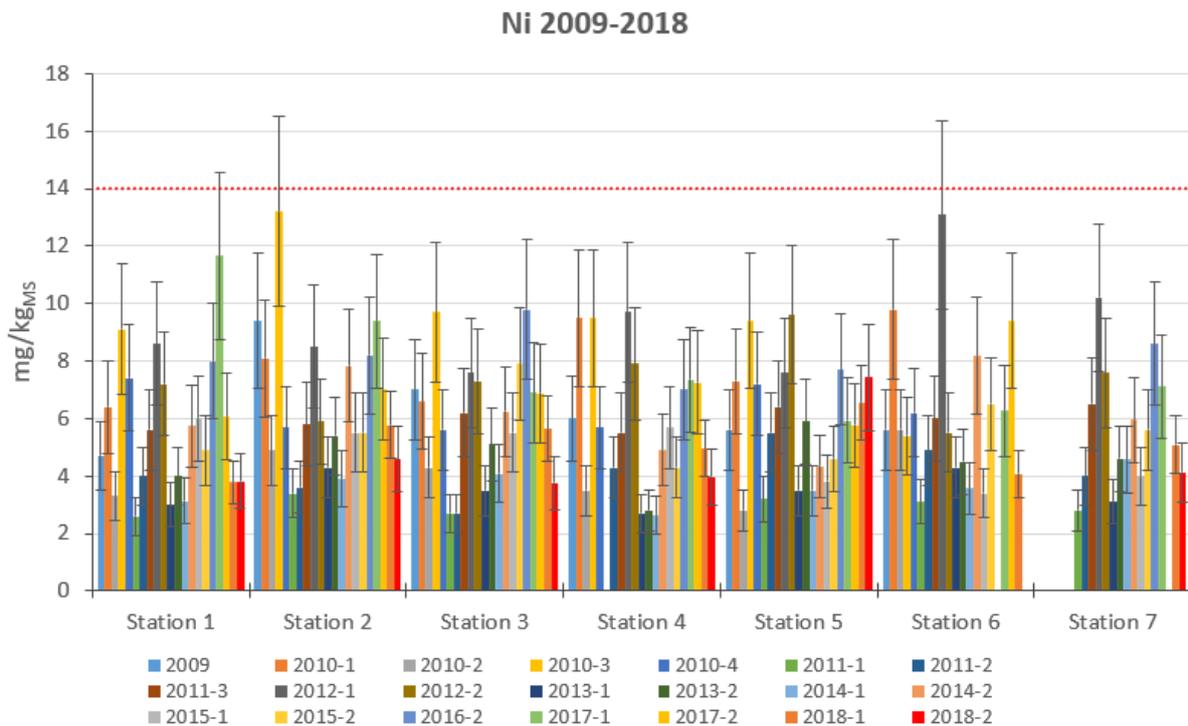


Figure 12. Histogrammes présentant les concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

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 évolutions sont dans la majorité des cas non significative si l'on considère l'incertitude analytique et les résultats observés lors de l'état initial. Quelques valeurs se différenciaient toutefois au cours des campagnes 1 et 3 de 2010 et de la campagne 1 de 2012.

Pour les campagnes d'été et d'automne 2018, les teneurs mesurées sont dans la gamme médiane des valeurs historiques, et largement inférieures au seuil de retombées.

■ 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 l'arrêté du 30 octobre 2013 modifiant l'arrêté du 12 janvier 2001 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.

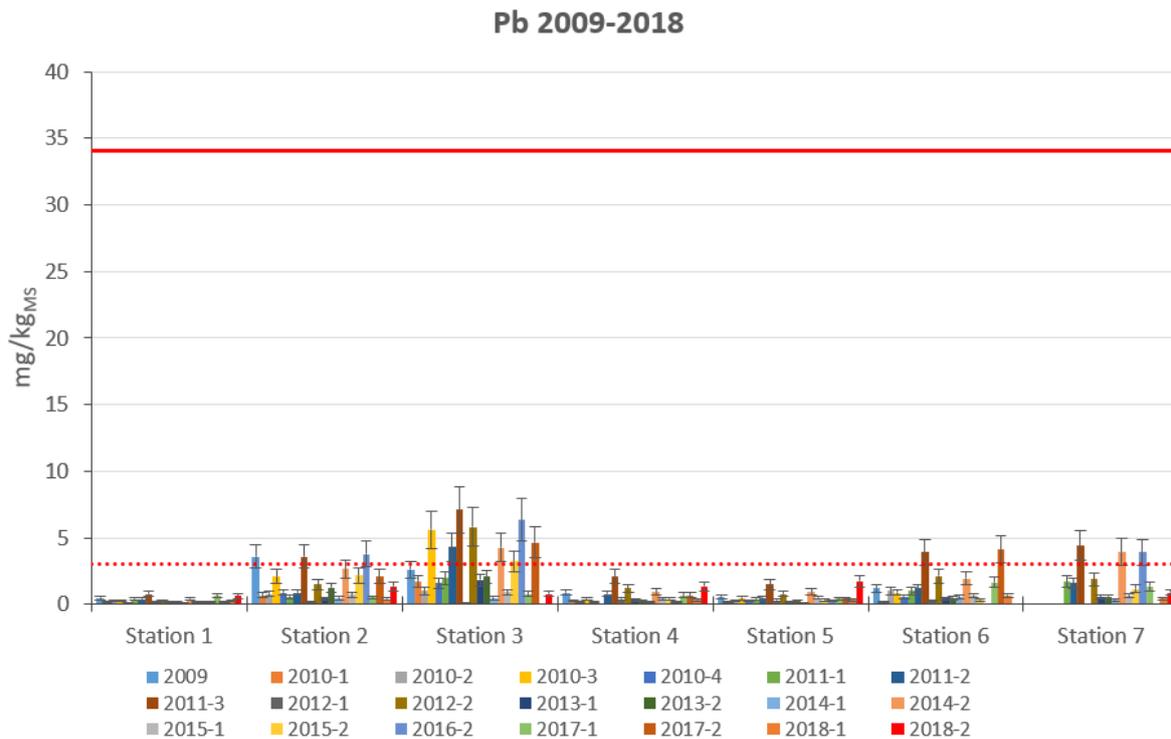


Figure 13. Histogrammes présentant les concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

Les niveaux de plomb apparaissent globalement inférieurs au seuil de retombées significatives depuis le début du programme de mesures. Quelques valeurs ont néanmoins excédé ce seuil :

- sur la station 2 en 2009, 2011 (3^{ème} campagne) et 2016 ;
- sur la station 3 en 2010 (3^{ème} campagne), 2011 (2^{nde} et 3^{ème} campagne, 2012 et 2014 (2^{nde} campagne) et 2016 ;
- la station 6 en 2011 (3^{ème} campagne) ;
- station 7 en 2011 (3^{ème} campagne), 2014 (2^{nde} campagne) et 2016.

Si l'on écarte ces valeurs ponctuelles, on constate que globalement les niveaux varient peu sur la plupart des stations. Les variations observées sur les stations ne témoignent pas d'un changement de la situation par rapport à l'état initial, y compris sur la station 3 où la valeur relevée avant l'activité du site était déjà élevée.

Les variations rencontrées sur les stations ne présentent généralement pas de cohérence avec les taux d'exposition aux vents en provenance du site EveRé : les valeurs supérieures aux seuils concernent aussi bien les stations exposées ou peu ou pas exposées aux vents en provenance d'EveRé. Il ne peut donc être fait de façon directe de lien entre l'activité du site et ces évolutions ponctuelles. Les teneurs relevées lors des campagnes d'été et d'automne 2018 sont dans la gamme basse des valeurs mesurées sur le site depuis 2009.

Dans tous les cas, on notera que l'ensemble des teneurs en Pb de 2009 à 2018 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.

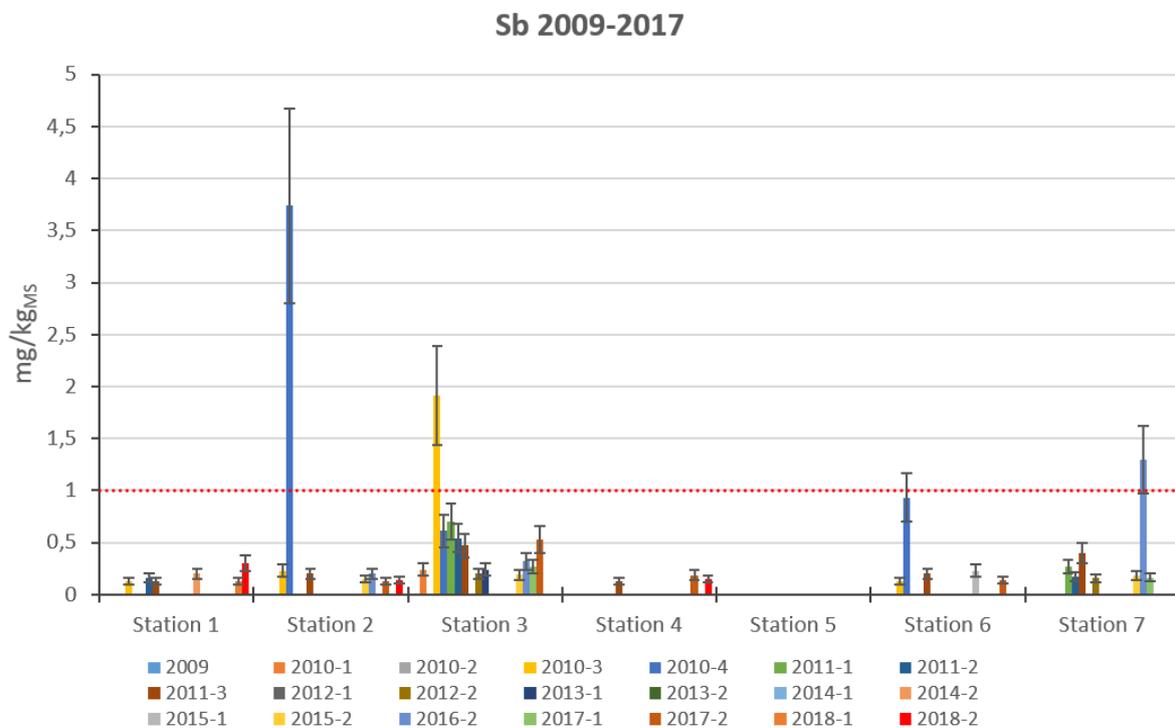


Figure 14. Histogrammes présentant les concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

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 attendus 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 été et en automne 2018, l'élément Sb n'a pu être détecté que sur la station 1 et sur les stations 1, 2 et 3, respectivement, 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. Cet élément n'a été détecté sur aucune station en été 2018, et uniquement sur la station 2, à un niveau bas, en automne 2018. L'interprétation des résultats relatifs à l'étain demeure limitée puisque ses teneurs attendues dans l'environnement sont à l'heure actuelle mal connues.

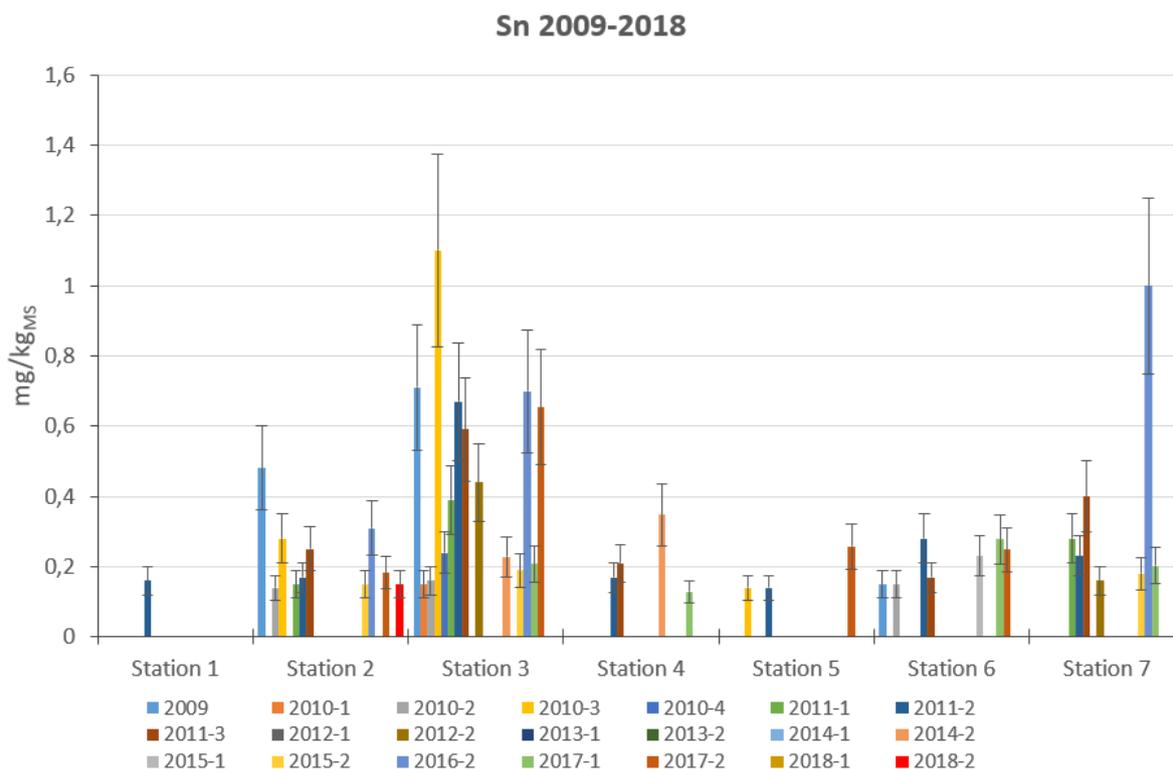


Figure 15. Histogrammes présentant les concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

■ Cas du thallium (Tl)

Le thallium est intégré à la liste des 14 éléments dont l'analyse est demandée dans le cadre du programme de surveillance. Cet élément n'est que rarement quantifié et aucune référence ne permet d'en évaluer l'importance lorsqu'il est décelé. Il a en effet été quantifié uniquement en 2009. 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 2018.

■ Cas du vanadium (V)

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

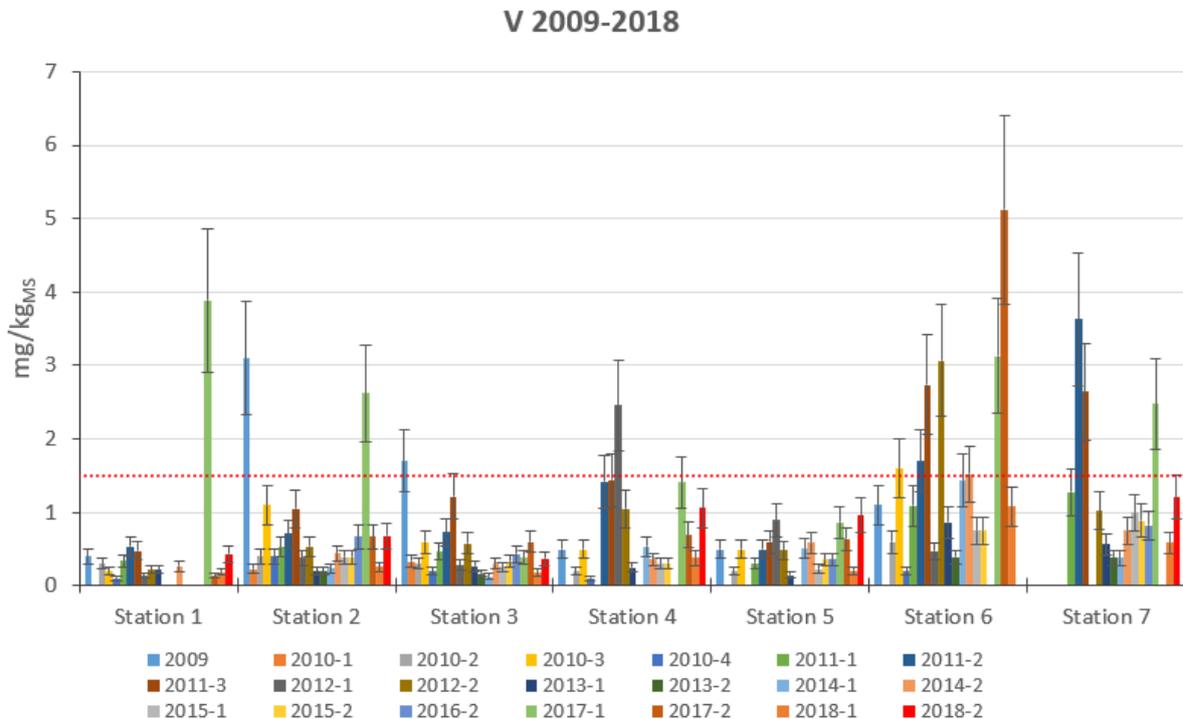


Figure 16. Histogrammes présentant les concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

Si l'on considère les résultats de 2009 à 2016, trois cas apparaissent :

- Le premier cas concerne les stations 1 et 5. Pour ces dernières, les variations entre les années sont très peu significatives et aucune évolution de la situation n'est constatée sur ces stations. Toutes les valeurs obtenues restent nettement inférieures au seuil de retombées significatives.
- Le deuxième cas rassemble les stations 2 et 3. Après des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives obtenues lors de l'état initial de 2009 ainsi qu'en 2010, les valeurs mesurées depuis 2011 sont relativement stables et sont restées en deçà de ce seuil, témoignant de l'absence d'un phénomène de retombées sur ces stations.
- Le troisième cas regroupe les stations 4, 6 et 7. Ces stations présentaient des valeurs supérieures au seuil de retombées en 2010, 2011, 2012 selon les cas. Depuis 2013, la situation s'est améliorée.

En 2017, pour la première campagne de mesures, une hausse des niveaux de V associée à des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives est observée sur la majorité des stations de biosurveillance. Ce phénomène semble témoigner d'un dépôt généralisé de vanadium sur le secteur d'étude. Si une diminution globale est observée pour la deuxième campagne de mesures de 2017, on notera tout de même une valeur supérieure au seuil de retombées significatives sur la station 6, avec la valeur la plus forte enregistrée pour cet élément depuis 2009 dans le cadre du programme de

surveillance. Pour autant, cette situation, comme celles rencontrées depuis le début de la biosurveillance, ne sont pas cohérentes avec les données météorologiques et donc avec les taux d'exposition aux vents en provenance d'EveRé. Ces différents constats associés au contexte industriel important sur la zone d'étude, ne permettent pas d'établir de lien direct entre les évolutions ponctuelles constatées et l'activité du site EveRé. En été 2018, les teneurs mesurées en V sont en baisse en comparaison aux deux campagnes 2017 et se situent dans la gamme médiane à basse des valeurs historiques. En automne 2018, les concentrations en V dans les graminées sont globalement plus élevées qu'en été 2018, mais elles restent dans la gamme médiane des valeurs historiques.

■ Cas du zinc (Zn)

Le seuil de retombées significatives du zinc est de 85 mg/kg de MS. Toutes les teneurs sont représentatives d'une situation habituellement rencontrée dans des zones non impactées, à l'exception de 2 cas, celui des stations 4 et 6 lors de la campagne 1 de 2010 et celui de la station 6, à nouveau, lors de la campagne 2 de 2017. Pour ces trois cas, des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives ont été mesurées, mais l'écart entre les valeurs observées et le seuil est de l'ordre de l'incertitude analytique.

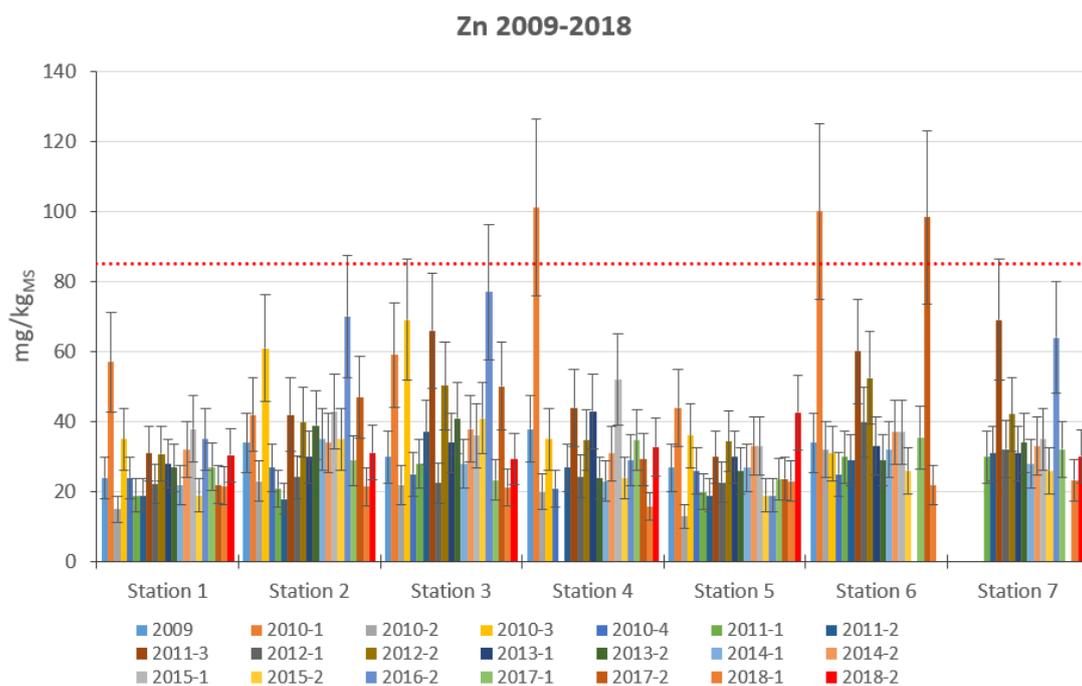


Figure 17. Histogrammes présentant les concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS). Les lignes rouges continue et pointillée indiquent respectivement la valeur réglementaire et le seuil de retombées significatives.

A l'exception de ces trois cas, qui apparaissent comme des événements isolés, les valeurs de Zn sont stables autour des concentrations habituellement observées sur ce type de matrice et conformes à celles mesurées lors de l'état initial. Les campagnes d'été et d'automne 2018 présentent des résultats dans la gamme basse à médiane des valeurs historiques du site, en deçà du seuil de retombées.

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 2018 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 des campagnes d'été et d'automne 2018 qui ont été réalisées du 18 juillet au 13 août et du 25 octobre au 22 novembre sur sept stations déployées dans l'environnement de l'installation EveRé.

Pour la campagne d'été 2018, les résultats relatifs aux **dioxines/furannes** soulignent l'absence de retombées significatives autour du site d'EveRé pour l'ensemble des stations analysées. Aucun impact significatif de l'activité de l'installation sur son environnement ne peut donc être mis en évidence pour cette première période d'exposition des ray-grass. Les résultats de la campagne automnale de 2018 montrent des teneurs plus prononcées sur la zone d'étude, avec notamment un impact au droit des stations 4 et 5. L'étude détaillée des résultats montre toutefois que ces concentrations plus marquées ne semblent pas traduire spécifiquement l'impact de l'installation (car hors des axes de dispersion principaux d'éventuelles retombées venant du site EveRé), mais plutôt une imprégnation générale de la zone d'étude associée à de nombreuses sources potentielles.

Lors de l'état initial en 2009, les niveaux mesurés étaient conformes à ceux relevés dans des zones non impactées (il est à noter que cet état initial avait été réalisé dans une période de sous-activité industrielle dans la ZI de Fos). Une hausse des teneurs associées à des valeurs supérieures au seuil sanitaire sur le secteur a ensuite été observée en 2010 et 2011. Un lien direct avec l'activité du site EveRé n'avait toutefois pas pu être établi. Une baisse généralisée des niveaux de PCDD/F est constatée depuis 2012. Sur les années suivantes de mesures, de 2012 à 2018, les variations des concentrations ne sont pas significatives et sont représentatives de valeurs attendues dans des zones non impactées. On observe une stabilisation des teneurs se rapprochant de celles observées en 2009 lors de l'état initial depuis maintenant plusieurs années sur les stations 1 à 6. Concernant la station 7, les séries de mesures menées depuis 2014 viennent aussi souligner l'amélioration observée sur cette station peu exposée aux vents en provenance d'EveRé sur laquelle des concentrations élevées avaient en effet été

relevées dans le passé. Les teneurs mesurées en 2018 s'inscrivent dans cette tendance d'amélioration constatée depuis 2012. Des teneurs relativement élevées ont été mesurées en automne 2018 au niveau des points d'exposition 4 et 5 mais l'étude détaillée des résultats indique que cet impact ne peut être relié à l'activité de l'installation.

Concernant les **métaux**, les résultats des deux campagnes de 2018 ne montrent aucun phénomène significatif de retombées dans l'environnement de l'installation pour 13 des 14 éléments. Seul le Cr présente des valeurs de l'ordre de la valeur repère de retombées en été, et légèrement supérieures à ce seuil en automne. Ces teneurs ont été mesurées sur les stations 4, 6 et 7 en été et sur la station 4 et 5 en automne. Ces stations présentent une distance et une orientation par rapport au site très variables. Ces résultats soulignent donc un phénomène de dépôts généralisés de Cr dans l'environnement autour d'EveRé, sans lien avec les taux d'exposition aux vents des stations et leur distance au site. Plus généralement, aucun lien direct entre les teneurs en métaux dans les graminées et l'activité du Centre de Traitement Multifilière EveRé ne peut être établi pour les périodes d'exposition d'été et d'automne 2018.

En ce qui concerne l'évolution des métaux, la comparaison des résultats à l'état initial et aux valeurs de référence révèle, pour la majorité des éléments, des teneurs ne traduisant pas de phénomènes de retombées significatives. Des concentrations plus marquées ont néanmoins pu être observées dans le passé notamment en 2010 et 2011 principalement pour l'As, le Cr, le Hg et le V. Les niveaux ont tendance à diminuer depuis. A noter que pour l'As, le Cr, le Pb et le V, un impact environnemental était déjà présent en 2009 avant l'activité du site sur plusieurs stations du réseau de mesures. Tous ces résultats tendent à confirmer le caractère ponctuel et non reproductible des pics de concentrations détectés. On observe également une amélioration globale de la situation depuis les dernières campagnes de mesures et notamment depuis 2012. Le lien entre les résultats observés, la répartition géographique des stations impactées et la fréquence d'exposition potentielle de chacune des stations vis-à-vis de l'installation traduit le contexte industriel multi-sources de la zone d'étude.

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 dominante industrielle. L'absence de lien systématique entre les résultats et les taux d'exposition, et le contexte de sources multiples de la zone, ne permettent pas de mettre en évidence un impact significatif de l'activité de l'installation EveRé sur son environnement.

En ce qui concerne spécifiquement les campagnes d'été et d'automne 2018, les mesures des teneurs en dioxines/furannes et en métaux dans les cultures standardisées de ray-grass disposées dans l'environnement du site EveRé ne révèle aucun impact significatif imputable à l'activité de l'installation.

ANNEXES

Annexe 1 - p. 45 :

Les outils biologiques pour la surveillance des retombées atmosphériques de polluants

Annexe 2 - p. 46 :

Rose des vents enregistrés à Istres du 25 octobre au 22 novembre 2018

Annexe 3 - p. 47 :

Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2018 (période d'exposition du 25 octobre au 22 novembre 2018)

Annexe 4 - p. 54 :

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

Annexe 5 - p. 55 :

Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2018 (période d'exposition du 25 octobre au 22 novembre 2018)

Annexe 6 - p. 67 :

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

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 à Istres du 25 octobre au 22 novembre 2018



ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Année 2018 - Du 25 OCTOBRE au 22 NOVEMBRE

ISTRES (13)

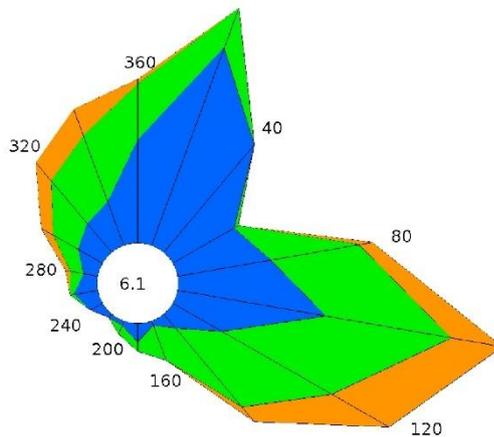
Indicatif : 13047001, alt : 23 m., lat : 43°31'18"N, lon : 04°55'18"E

Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs trihoraires entre 0h00 et 21h00, heure UTC

Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 232
Manquants : 0



Dir.	[1.5;4.5 [[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	9.7	1.9	0.0	11.6
40	6.5	0.0	0.0	6.5
60	3.2	0.2	0.0	3.4
80	4.3	4.1	0.6	9.1
100	6.9	5.8	2.4	15.1
120	2.6	5.8	3.0	11.4
140	0.9	4.7	0.9	6.5
160	0.2	1.7	0.0	1.9
180	0.9	0.4	0.0	1.3
200	0.2	0.4	0.0	0.6
220	0.2	0.0	0.0	0.2
240	0.6	0.0	0.0	0.6
260	1.1	0.2	0.0	1.3
280	0.6	0.6	0.2	1.5
300	1.3	1.3	0.6	3.2
320	1.7	2.6	1.1	5.4
340	2.2	3.2	1.3	6.7
360	4.7	2.6	0.2	7.5
Total	47.8	35.8	10.3	93.9
[0;1.5 [6.1



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 : 06/12/2018 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 2018 (période d'exposition du 25 octobre au 22 novembre 2018)



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

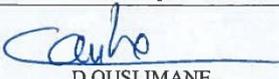
RAPPORT D'ANALYSES BENL008_PCD_R1

BIOMONITOR
 Madame Tiffany AUBRY
 25, rue Anatole France
 54530 PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°18-LC-184 du 23/11/2018

Norme : Méthode interne MOp C-4/57

Technique : HRGC_HRMS

Date	Description	Validé par
04/12/2018	RAPPORT FINAL	 D. OUSLIMANE

Responsable d'analyses



La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s) et 0 annexe(s). L'accréditation de la section Essais du COFRAC atteste de la compétence du laboratoire pour les seules analyses couvertes par l'accréditation et identifiées par un astérisque (*). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.
 En C-10/61 – V11 – 22/06/17

MicroPolluants Technologie SA

Page 1 sur 7

BENL008_PCD_R1

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK040				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/01				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		13,9				
Masse de matière sèche analysée (g)		1,364				
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 *	< 0,260	1	0,000	0,130	0,260	95
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,216	1	0,000	0,108	0,216	121
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,124	0,1	0,000	0,006	0,012	65
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,120	0,1	0,000	0,006	0,012	88
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,130	0,1	0,000	0,007	0,013	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	2,417	0,01	0,024	0,024	0,024	63
OCDD *	3,912	0,0001	0,000	0,000	0,000	53
2,3,7,8 TCDF *	< 0,180	0,1	0,000	0,009	0,018	90
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,139	0,05	0,000	0,003	0,007	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,144	0,5	0,000	0,036	0,072	104
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,098	0,1	0,000	0,005	0,010	62
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,081	0,1	0,000	0,004	0,008	85
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,087	0,1	0,000	0,004	0,009	68
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,092	0,1	0,000	0,005	0,009	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	< 0,171	0,01	0,000	0,001	0,002	59
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,205	0,01	0,000	0,001	0,002	/
OCDF *	0,995	0,0001	0,000	0,000	0,000	49
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,025	0,350	0,675	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,026	0,335	0,644	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,029	0,300	0,571	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,003	0,049	0,094	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,004	0,046	0,089	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,004	0,042	0,079	
Total TCDD	< 5,710					
Total PeCDD	< 3,018					
Total HxCDD	6,060					
Total HpCDD	4,127					
Total PCDD	14,099	< Total < 22,826				
Total TCDF	< 6,826					
Total PeCDF	< 4,044					
Total HxCDF	1,592					
Total HpCDF	< 0,411					
Total PCDF	2,587	< Total < 13,867				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 03/12/2018 à 10:20			
Analyse par GC/HRMS			Le 03/12/2018 à 23:32			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK041				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/02				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		14,1				
Masse de matière sèche analysée (g)		3,452				
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 *	< 0,064	1	0,000	0,032	0,064	96
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,071	1	0,000	0,036	0,071	141
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,189	0,1	0,019	0,019	0,019	69
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,698	0,1	0,070	0,070	0,070	81
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,514	0,1	0,051	0,051	0,051	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	3,104	0,01	0,031	0,031	0,031	65
OCDD *	5,035	0,0001	0,001	0,001	0,001	50
2,3,7,8 TCDF *	0,925	0,1	0,093	0,093	0,093	89
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,619	0,05	0,031	0,031	0,031	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	0,890	0,5	0,445	0,445	0,445	135
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,591	0,1	0,059	0,059	0,059	61
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,550	0,1	0,055	0,055	0,055	78
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,567	0,1	0,057	0,057	0,057	65
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,030	0,1	0,000	0,002	0,003	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	1,411	0,01	0,014	0,014	0,014	58
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,049	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF *	0,982	0,0001	0,000	0,000	0,000	46
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,925	0,994	1,064	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,736	0,805	0,874	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,931	0,982	1,034	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,131	0,140	0,150	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,104	0,114	0,123	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,131	0,139	0,146	
Total TCDD	10,163					
Total PeCDD	12,344					
Total HxCDD	13,508					
Total HpCDD	5,624					
Total PCDD	46,7					
Total TCDF	19,916					
Total PeCDF	9,694					
Total HxCDF	5,712					
Total HpCDF	3,136					
Total PCDF	39,4					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 03/12/2018 à 10:20			
Analyse par GC/HRMS			Le 04/12/2018 à 00:11			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK042				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/03				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		10,8				
Masse de matière sèche analysée (g)		1,428				
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 *	< 0,256	1	0,000	0,128	0,256	92
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,221	1	0,000	0,111	0,221	150
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	< 0,117	0,1	0,000	0,006	0,012	70
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	< 0,103	0,1	0,000	0,005	0,010	88
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	< 0,122	0,1	0,000	0,006	0,012	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	2,049	0,01	0,020	0,020	0,020	70
OCDD *	3,407	0,0001	0,000	0,000	0,000	55
2,3,7,8 TCDF *	< 0,214	0,1	0,000	0,011	0,021	95
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,143	0,05	0,000	0,004	0,007	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,148	0,5	0,000	0,037	0,074	133
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	< 0,086	0,1	0,000	0,004	0,009	70
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	< 0,072	0,1	0,000	0,004	0,007	90
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	< 0,083	0,1	0,000	0,004	0,008	74
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,088	0,1	0,000	0,004	0,009	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	0,810	0,01	0,008	0,008	0,008	66
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,178	0,01	0,000	0,001	0,002	/
OCDF *	< 0,240	0,0001	0,000	0,000	0,000	51
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,029	0,353	0,677	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,030	0,338	0,646	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,032	0,301	0,570	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,003	0,038	0,073	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,003	0,036	0,070	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,003	0,032	0,061	
Total TCDD	11,939					
Total PeCDD	10,813					
Total HxCDD	10,695					
Total HpCDD	5,864					
Total PCDD	42,7					
Total TCDF	< 8,116					
Total PeCDF	< 4,157					
Total HxCDF	< 1,378					
Total HpCDF	3,271					
Total PCDF	3,271 < Total < 17,162					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 03/12/2018 à 10:20				
Analyse par GC/HRMS		Le 04/12/2018 à 00:50				

Légende: < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK043				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/04				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		13,7				
Masse de matière sèche analysée (g)		2,399				
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 *	< 0,136	1	0,000	0,068	0,136	93
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,138	1	0,000	0,069	0,138	132
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,460	0,1	0,046	0,046	0,046	69
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,981	0,1	0,098	0,098	0,098	86
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,867	0,1	0,087	0,087	0,087	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	3,471	0,01	0,035	0,035	0,035	65
OCDD *	6,103	0,0001	0,001	0,001	0,001	53
2,3,7,8 TCDF *	1,237	0,1	0,124	0,124	0,124	91
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,610	0,05	0,031	0,031	0,031	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,058	0,5	0,529	0,529	0,529	118
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,929	0,1	0,093	0,093	0,093	63
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,827	0,1	0,083	0,083	0,083	82
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	1,004	0,1	0,100	0,100	0,100	65
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,296	0,1	0,030	0,030	0,030	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	2,665	0,01	0,027	0,027	0,027	62
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,133	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF *	2,104	0,0001	0,000	0,000	0,000	49
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			1,282	1,419	1,557	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			1,060	1,197	1,335	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			1,289	1,392	1,495	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,176	0,195	0,214	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,146	0,165	0,183	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,177	0,191	0,205	
Total TCDD	7,063					
Total PeCDD	13,136					
Total HxCDD	18,171					
Total HpCDD	6,946					
Total PCDD	51,4					
Total TCDF	25,280					
Total PeCDF	12,425					
Total HxCDF	8,457					
Total HpCDF	4,419					
Total PCDF	52,7					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 03/12/2018 à 10:20				
Analyse par GC/HRMS		Le 04/12/2018 à 01:29				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK044				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/05				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		12,2				
Masse de matière sèche analysée (g)		2,263				
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 *	< 0,105	1	0,000	0,053	0,105	98
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,110	1	0,000	0,055	0,110	151
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,276	0,1	0,028	0,028	0,028	75
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,966	0,1	0,097	0,097	0,097	86
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,677	0,1	0,068	0,068	0,068	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	2,721	0,01	0,027	0,027	0,027	66
OCDD *	4,267	0,0001	0,000	0,000	0,000	55
2,3,7,8 TCDF *	1,125	0,1	0,113	0,113	0,113	90
1,2,3,7,8 PeCDF *	0,749	0,05	0,037	0,037	0,037	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	1,187	0,5	0,594	0,594	0,594	146
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	1,774	0,1	0,177	0,177	0,177	61
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	1,066	0,1	0,107	0,107	0,107	78
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	1,090	0,1	0,109	0,109	0,109	72
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	0,310	0,1	0,031	0,031	0,031	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	3,118	0,01	0,031	0,031	0,031	62
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,118	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF *	3,896	0,0001	0,000	0,000	0,000	49
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			1,419	1,527	1,635	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			1,168	1,276	1,384	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			1,426	1,506	1,587	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,173	0,186	0,200	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,143	0,156	0,169	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,174	0,184	0,194	
Total TCDD	7,321					
Total PeCDD	9,562					
Total HxCDD	11,345					
Total HpCDD	5,694					
Total PCDD	38,2					
Total TCDF	26,850					
Total PeCDF	10,942					
Total HxCDF	11,312					
Total HpCDF	3,118					
Total PCDF	56,1					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 03/12/2018 à 10:20				
Analyse par GC/HRMS		Le 04/12/2018 à 02:09				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

Echantillon reçu le : 26/11/2018

Détermination des teneurs en PCDD/PCDF*

Référence Interne		BENK045				
Référence Externe		18/EVE-FOS/10/G/07				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		14,9				
Masse de matière sèche analysée (g)		1,454				
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 *	< 0,164	1	0,000	0,082	0,164	94
1,2,3,7,8 PeCDD *	< 0,175	1	0,000	0,088	0,175	144
1,2,3,4,7,8 HxCDD *	0,181	0,1	0,018	0,018	0,018	79
1,2,3,6,7,8 HxCDD *	0,693	0,1	0,069	0,069	0,069	93
1,2,3,7,8,9 HxCDD *	0,394	0,1	0,039	0,039	0,039	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD *	3,413	0,01	0,034	0,034	0,034	70
OCDD *	4,409	0,0001	0,000	0,000	0,000	58
2,3,7,8 TCDF *	0,750	0,1	0,075	0,075	0,075	94
1,2,3,7,8 PeCDF *	< 0,197	0,05	0,000	0,005	0,010	/
2,3,4,7,8 PeCDF *	< 0,205	0,5	0,000	0,051	0,103	136
1,2,3,4,7,8 HxCDF *	0,696	0,1	0,070	0,070	0,070	74
1,2,3,6,7,8 HxCDF *	0,503	0,1	0,050	0,050	0,050	85
2,3,4,6,7,8 HxCDF *	0,619	0,1	0,062	0,062	0,062	73
1,2,3,7,8,9 HxCDF *	< 0,057	0,1	0,000	0,003	0,006	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF *	1,371	0,01	0,014	0,014	0,014	66
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF *	< 0,109	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF *	< 0,187	0,0001	0,000	0,000	0,000	52
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,432	0,661	0,890	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,433	0,639	0,846	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,436	0,621	0,807	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,064	0,098	0,132	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,064	0,095	0,126	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,065	0,092	0,120	
Total TCDD	4,793					
Total PeCDD	6,235					
Total HxCDD	10,433					
Total HpCDD	6,887					
Total PCDD	32,8					
Total TCDF	13,879					
Total PeCDF	< 5,739					
Total HxCDF	4,105					
Total HpCDF	4,937					
Total PCDF	22,921 < Total < 28,846					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 03/12/2018 à 10:20				
Analyse par GC/HRMS		Le 04/12/2018 à 02:48				

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 Les incertitudes associées aux résultats quantitatifs sont disponibles auprès du laboratoire.

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)	0,160	0,140	0,090	0,120	0,210	0,170	-
Campagne 1 – 2010	0,000	0,520	0,270	0,110	0,150	0,630	-
Campagne 2 – 2010	0,000	0,330	0,560	0,040	0,120	0,250	-
Campagne 3 – 2010	0,040	1,460	0,060	0,390	0,310	0,780	-
Campagne 4 – 2010	0,180	0,920	1,960	0,550	0,520	1,880	-
Campagne 1 – 2011	0,100	0,850	22,970	-	0,770	0,490	0,860
Campagne 2 – 2011	0,100	1,020	1,320	0,460	0,680	0,690	0,390
Campagne 3 – 2011	0,080	5,160	11,360	0,930	0,960	1,220	2,160
Campagne 1 – 2012	0,040	0,050	0,020	0,440	0,180	0,010	0,060
Campagne 2 – 2012	0,010	0,060	0,160	0,170	0,200	0,560	13,350
Campagne 1 – 2013	0,010	0,050	0,160	0,250	0,090	0,080	0,060
Campagne 2 – 2013	0,020	0,040	0,210	0,080	0,020	0,160	1,200
Campagne 1 – 2014	0,000	0,160	0,100	0,050	0,080	0,160	0,480
Campagne 2 – 2014	0,090	0,580	0,610	0,180	0,280	0,300	0,720
Campagne 1 – 2015	0,010	0,000	0,040	0,000	0,000	0,000	0,070
Campagne 2 - 2015	0,060	0,110	0,080	0,050	0,190	0,060	0,170
2016	0,030	0,010	0,000	0,000	0,250	-	0,030
Campagne 1 - 2017	1,120	0,580	0,910	0,360	0,090	0,160	0,010
Campagne 2 - 2017	0,070	0,110	0,000	0,260	0,260	0,680	-
Campagne 1 - 2018	0,002	0,004	0,003	0,024	0,251	0,003	0,007
Campagne 2 - 2018	0,03	0,74	0,03	1,06	1,17	-	0,43

(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 2018 (période d'exposition du 25 octobre au 22 novembre 2018)



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 BENK058_MET_R1

BIOMONITOR
 Madame Tiffany AUBRY
 25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références N°18-LC-184 du 23/11/2018

Echantillon reçu le 26/11/2018 Analyse effectuée le : 29/11/2018

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date	Description	Validé par
30/11/2018	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/01
 Référence interne : BENK040

Poids frais (g)	17,3
Poids sec (g)	2,4
% Eau	86,1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,43
Cr	0,53
Mn	109
Co	0,35
Ni	3,81
Cu	6,17
Zn	30,5
As	0,15
Cd	0,092
Sn	<0,125
Sb	0,30
Tl	<0,125
Pb	0,62
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,060
Cr	0,074
Mn	15,2
Co	0,049
Ni	0,53
Cu	0,86
Zn	4,24
As	0,021
Cd	0,013
Sn	<0,017
Sb	0,042
Tl	<0,017
Pb	0,086

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/02
 Référence interne : BENK041

Poids frais (g)	34.7
Poids sec (g)	4.9
% Eau	85.9
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,68
Cr	0,86
Mn	102
Co	0,52
Ni	4,58
Cu	5,70
Zn	31,2
As	0,14
Cd	0,14
Sn	0,15
Sb	0,14
Tl	<0,125
Pb	1,35
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,096
Cr	0,12
Mn	14,4
Co	0,073
Ni	0,65
Cu	0,80
Zn	4,40
As	0,020
Cd	0,020
Sn	0,021
Sb	0,020
Tl	<0,018
Pb	0,19

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/03
 Référence interne : BENK042

Poids frais (g)	23.2
Poids sec (g)	2.5
% Eau	89.2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,37
Cr	0,49
Mn	118
Co	0,49
Ni	3,76
Cu	4,98
Zn	29,3
As	0,11
Cd	0,088
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,79
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,040
Cr	0,053
Mn	12,7
Co	0,053
Ni	0,41
Cu	0,54
Zn	3,16
As	0,012
Cd	0,010
Sn	<0,014
Sb	<0,014
Tl	<0,014
Pb	0,085

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/04
 Référence interne : BENK043

Poids frais (g)	26.2
Poids sec (g)	3.6
% Eau	86.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	1,06
Cr	2,28
Mn	129
Co	0,60
Ni	3,97
Cu	5,05
Zn	32,8
As	0,15
Cd	0,11
Sn	<0,125
Sb	0,15
Tl	<0,125
Pb	1,36
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,15
Cr	0,31
Mn	17,7
Co	0,082
Ni	0,54
Cu	0,69
Zn	4,49
As	0,021
Cd	0,015
Sn	<0,017
Sb	0,021
Tl	<0,017
Pb	0,19

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/05
 Référence interne : BENK044

Poids frais (g)	30.3
Poids sec (g)	3.7
% Eau	87.8
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,96
Cr	3,19
Mn	96,6
Co	0,51
Ni	7,44
Cu	7,93
Zn	42,7
As	0,22
Cd	0,11
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	1,74
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,12
Cr	0,39
Mn	11,8
Co	0,062
Ni	0,91
Cu	0,97
Zn	5,21
As	0,027
Cd	0,013
Sn	<0,015
Sb	<0,015
Tl	<0,015
Pb	0,21

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/07
 Référence interne : BENK045

Poids frais (g)	19,5
Poids sec (g)	2,9
% Eau	85,1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	1,21
Cr	0,72
Mn	119
Co	0,36
Ni	4,12
Cu	4,91
Zn	30,1
As	0,14
Cd	0,090
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,89
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,18
Cr	0,11
Mn	17,7
Co	0,054
Ni	0,61
Cu	0,73
Zn	4,48
As	0,021
Cd	0,013
Sn	<0,019
Sb	<0,019
Tl	<0,019
Pb	0,13

MicroPolluants Technologie SA

7 sur 8 Pages

BENK058_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 7 page(s) et 0 annexe(s).
 Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

MicroPolluants Technologie SA

8 sur 8 Pages

BENK058_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte **7 page(s) et 0 annexe(s)**.
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.



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

BENL001_MEG_R1

BIOMONITOR
 Madame Tiffany AUBRY
 25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références N°18-LC-184 du 23/11/2018

Echantillon reçu le 26/11/2018 Analyse effectuée le : 30/11/2018

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date	Description	Validé par
03/12/2018	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/01	
Référence interne : BENK040	
Poids frais (g)	17.3
Poids sec (g)	2.4
% Eau	86.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/02	
Référence interne : BENK041	
Poids frais (g)	34.7
Poids sec (g)	4.9
% Eau	85.9
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,004

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/03	
Référence interne : BENK042	
Poids frais (g)	23.2
Poids sec (g)	2.5
% 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 : 18/EVE-FOS/10/G/04
Référence interne : BENK043

Poids frais (g)	26.2
Poids sec (g)	3.6
% Eau	86.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.034
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.005

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/05
Référence interne : BENK044

Poids frais (g)	30.3
Poids sec (g)	3.7
% Eau	87.8
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.031
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.004

Référence externe : 18/EVE-FOS/10/G/07
Référence interne : BENK045

Poids frais (g)	19.5
Poids sec (g)	2.9
% Eau	85.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.035
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.005

MicroPolluants Technologie SA

4 sur 4 Pages

BENL001_MEG_R1

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 1	0,6	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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 1	0,00	-	-	0,05	0,36	-	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-
Graminées 2	0,00	-	-	0,13	-	-	0,58	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 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	-	-
Graminées 4	0,04	-	-	0,05	0,08	-	0,10	0,16	0,12	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,05	-	-	0,034
Graminées 5	0,00	-	-	0,05	0,26	-	0,05	0,09	0,04	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,03	-	-	0,031
Graminées 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	-
Graminées 7	-	-	-	-	-	0,23	0,62	1,51	-	0,46	0,03	0,06	-	0,04	-	0,04	0,08	0,07	-	0,03	0,035

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	97
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 1	-	-	-	0,13	-	-	0,16	0,13	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	0,13	0,30
Graminées 2	-	-	-	0,23	3,74	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,20	-	0,13	-	0,14
Graminées 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	-	-
Graminées 4	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	0,15
Graminées 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 6	-	-	-	0,13	0,93	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	-	0,14	-	-
Graminées 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
Graminées 1	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 2	0,48	-	0,14	0,28	-	0,15	0,17	0,25	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,31	-	0,18	-	0,15
Graminées 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	-	-
Graminées 4	-	-	-	-	-	-	0,17	0,21	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-	0,13	-	-	-
Graminées 5	-	-	-	0,14	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-
Graminées 6	0,15	-	0,15	-	-	-	0,28	0,17	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	0,28	0,25	-	-
Graminées 7	-	-	-	-	-	0,28	0,23	0,40	-	0,16	-	-	-	-	-	0,18	1,00	0,20	-	-	-

Ti	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
Graminées 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 3	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 4	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 6	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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

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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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
Graminées 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	-
Graminées 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