

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

EveRé - Fos-sur-Mer (13)



*Campagne de biosurveillance – automne 2020
Historique 2009-2020
Rapport d'étude*

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

EveRé - Fos-sur-Mer (13)

Campagne de biosurveillance – automne 2020 Historique 2009-2020

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

N° de dossier : 20-RA-12-MBA-22
N° de version : Version 1.0
Date de remise : Janvier 2021

Destinataires : Mme CHRISTO Mme CRETE
a.christo@evere.fr e.crete@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
2. LES METHODES D'EVALUATION	7
2.1. La surveillance de l'impact sur l'environnement des ICPE.....	7
2.2. La méthode retenue.....	7
2.2.1. Description des dispositifs installés.....	8
2.2.2. Conditions de culture des graminées	9
2.2.3. Phase d'exposition des graminées	9
2.2.4. Échantillonnage et conditionnement des graminées	9
2.3. Procédures analytiques et expression des résultats	10
2.4. Laboratoire d'analyses	10
2.5. Modalités d'interprétation des résultats	10
2.5.1. Comparaison des résultats entre stations.....	10
2.5.2. Comparaison aux seuils de retombées/seuils sanitaires.....	11
2.5.3. Comparaison aux valeurs historiques	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. Micro-implantation des stations	14
4. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES	17
5. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES.....	19
5.1. Les PCDD/F dans les végétaux.....	19
5.2. Résultats de la campagne automnale 2020 pour les PCDD/F	19
5.3. Evolution des résultats depuis 2009	21
6. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE METAUX	23
6.1. Les métaux dans les végétaux	23
6.2. Résultats de la campagne automnale 2020 pour les métaux	23
6.3. Evolution des résultats de 2009 à 2020	25
6.3.1. Principe	25
6.3.2. Analyse élément par élément	26
7. CONCLUSION	40
ANNEXES.....	42

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Présentation du dispositif de mesure (source : BioMonitor).....	9
Figure 2. Plan de localisation des stations de biosurveillance active par les ray-grass autour du centre de traitement multifilière EveRé à Fos-sur-Mer	13
Figure 3. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 20 octobre au 17 novembre 2020 (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. Concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	27
Figure 6. Concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	28
Figure 7. Concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	29
Figure 8. Concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	30
Figure 9. Concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	31
Figure 10. Concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	32
Figure 11. Concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) .	33
Figure 12. Concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	34
Figure 13. Concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	35
Figure 14. Concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	36
Figure 15. Concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	37
Figure 16. Concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	38
Figure 17. Concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)	39

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. Procédures analytiques et expression des résultats	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 20 octobre au 17 novembre 2020	18
Tableau 4. Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 20 octobre au 17 novembre 2020 autour du site EveRé	20
Tableau 5. Concentrations en métaux (en mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 20 octobre au 17 novembre 2020 dans l'environnement du site EveRé	24

1. CADRE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION

1.1. Cadre

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

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

Le programme de surveillance réalisé en **2020** 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 2020, ainsi que l'historique des données obtenues depuis 2009 dans le cadre de la surveillance environnementale du site.

Fait marquant : à partir de 2020, le programme de surveillance est complété par une huitième station, qui constitue un témoin bas représentatif d'une zone de typologie rurale, en complément au témoin haut qui rend compte de l'environnement industriel d'EveRé.

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.

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.

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.

1.3. Organisation des études

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

- au printemps (phase 1) ;
- en automne (phase 2).

Les résultats relatifs à la phase 1 ont été présentés et interprétés dans le rapport 20-RA-08-MBA-12.

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)
Cultures standardisées de graminées, choux et salades	Norme NF X43-901, VDI 3957-3 et NF X43-908 - Indicateurs actifs périodiques (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 2020, la première campagne de mesures a été réalisée du **27 mai au 23 juin 2020** et la deuxième du **20 octobre au 17 novembre 2020**. Elles ont duré toutes les deux **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. Procédures analytiques et expression des résultats

Les contaminants recherchés et les caractéristiques des méthodes analytiques mises en œuvre sont présentés dans le **tableau 2** ci-après.

Les méthodes analytiques et les limites de quantification permettent d'atteindre des concentrations compatibles avec les valeurs attendues dans l'environnement et avec les valeurs réglementaires.

Tableau 2. Procédures analytiques et expression des résultats

Contaminants recherchés	Méthode	Incertitude analytique	Limite de quantification	Unités
PCDD/F (17 congénères)	HRGC/HRMS selon la méthode interne MOp C-4/57	20 %	0,1 pg/g de MS en moyenne	pg OMS ₂₀₀₅ -TEQ/g de MS
Métaux				
As, Cd, Pb	ICP-MS selon la méthode interne MOp C-4/18	25 % en moyenne	0,025 mg/kg MS	mg/kg de MS
Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Sb, Sn, Tl, V			0,125 mg/kg MS	
Zn			0,250 mg/kg MS	
Hg			0,025 mg/kg MS	
	AFS selon la méthode interne MOp C-4/47			

2.4. Laboratoire d'analyses

Les analyses ont été confiées au laboratoire Micropolluants Technologie, partenaire de BioMonitor. Le laboratoire dispose de l'accréditation COFRAC selon la norme NF EN ISO/CEI 17025 (accréditation n°1-1151) attestant de la compétence pour la réalisation de ce type d'analyse.

2.5. Modalités d'interprétation des résultats

2.5.1. Comparaison des résultats entre stations

Le premier niveau d'interprétation des résultats consiste à comparer l'ensemble des résultats obtenus sur les stations d'impact potentiel à ceux relevés sur les stations témoins, stations à l'abri des vents dominants en provenance de l'usine, situées dans l'environnement industriel d'EveRé (témoin haut, **station 1**) et dans un contexte rural (témoin bas, **station 8**). A ce niveau, on tiendra compte des conditions météorologiques et des influences d'autres sources potentielles sur la zone d'étude.

2.5.2. Comparaison aux seuils de retombées/seuils sanitaires

Les teneurs mesurées dans les graminées sont ensuite comparées à des **valeurs repères** obtenues par l'application de la procédure décrite dans la norme AFNOR **XP X43-910**². Cette méthode permet de déterminer une gamme de valeurs repères représentatives d'une typologie donnée (ici la typologie témoin) sur la base des données acquises par l'utilisation de la norme NF X-43-901 par BioMonitor entre 2016 et 2019. Cette gamme permet de caractériser le niveau de concentration attendu dans des environnements non impactés.

L'interprétation des résultats est complétée par une comparaison à un **seuil de retombées**, au-dessus duquel on considère que les teneurs mesurées dans les graminées traduisent un dépôt significatif pour le contaminant concerné. Ces seuils ont été déterminés à partir du traitement statistique des données internes à BioMonitor obtenus par l'application de la norme NF X-43-901.

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 aux valeurs historiques

Les résultats des campagnes réalisées en 2020 seront comparés à ceux obtenus depuis le début de la surveillance environnementale en 2009, de façon à juger l'évolution des teneurs en contaminants sur le domaine d'étude.

² AFNOR norme XP X43-910 Lignes directrices pour l'établissement de valeurs repères en biosurveillance de l'air (juillet 2020)

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

L'implantation des stations de mesures a été définie par l'exploitant et a fait l'objet d'une procédure de validation par la DREAL. Les sites d'exposition ont été choisis en 2009 en tenant compte :

- de l'étude des conditions météorologiques sur la zone ;
- de la présence d'autres émetteurs potentiels sur le secteur d'étude ;
- de l'étude de dispersion mise à disposition par EveRé ;
- des demandes faites par des membres de la Commission Locale d'Information et de Surveillance (CLIS) lors de la réunion du 20 avril 2011 (ajout d'une septième station) et de la Commission de Suivi de Site (CSS) du 12 décembre 2019 (ajout d'une huitième station).

La localisation de certains points a pu légèrement évoluer du fait des contraintes de terrain.

La localisation actuelle des stations est présentée ci-après sur une carte du domaine d'étude (**figure 2**).

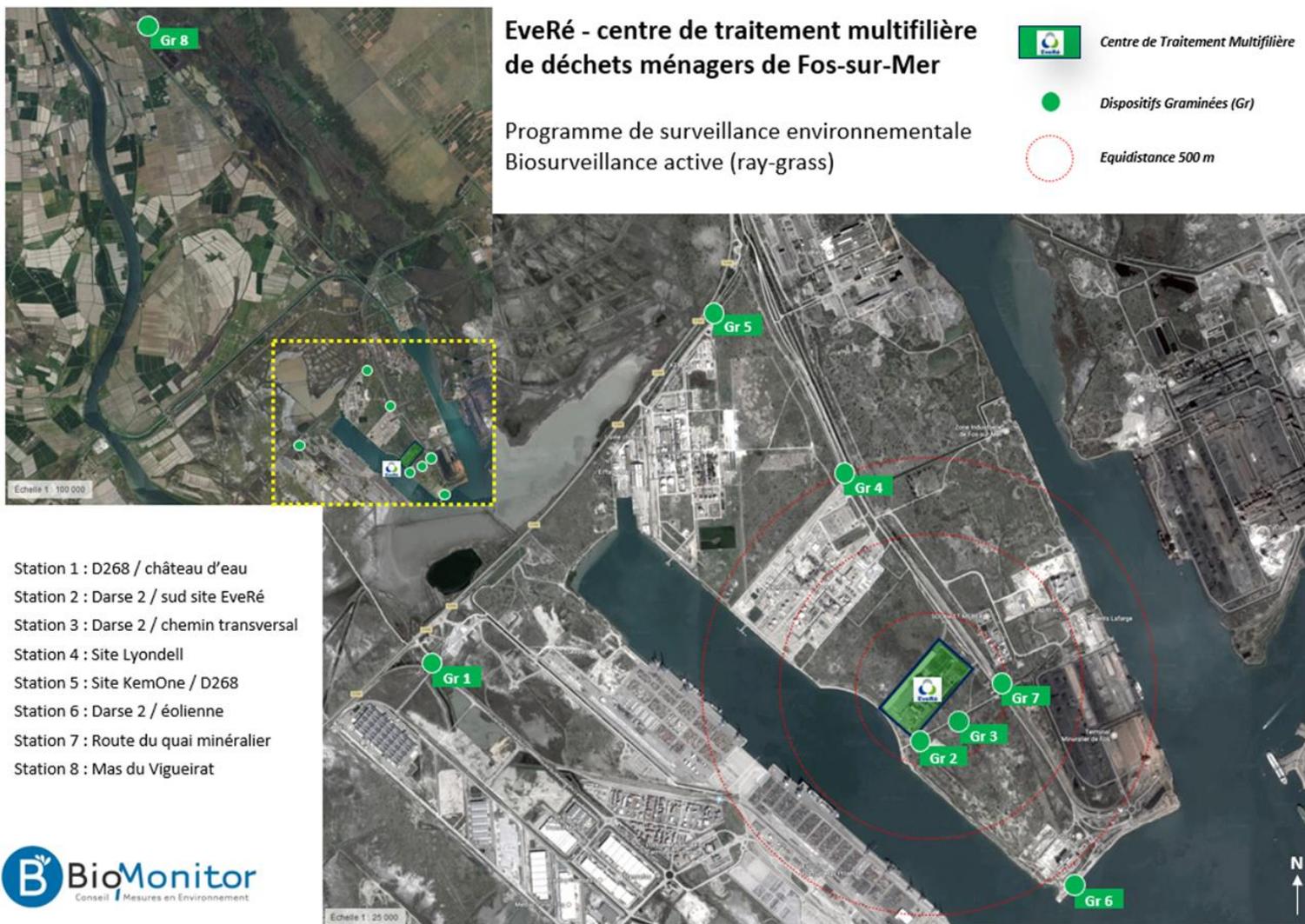
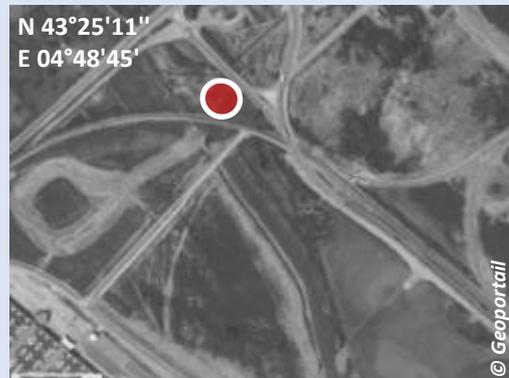


Figure 2. Plan de localisation des stations de biosurveillance active par les ray-grass autour du centre de traitement multifilière EveRé à Fos-sur-Mer

3.3. Micro-implantation des stations

Station 1 : D268 Château d'eau

La station est localisée à l'ouest du site à 3,0 km. Située hors de l'influence directe d'EveRé, elle constitue un site d'exposition témoin représentatif de son environnement industriel (témoin haut).



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

Le site est localisé à 0,5 km au sud en limite de propriété, en zone d'impact potentiel principal.



Station 3 : Darse 2 – Chemin transversal à la Route du Quai Minéralier

La station est située à 0,5 km au sud/sud-est du site EveRé, en zone d'impact potentiel principal.



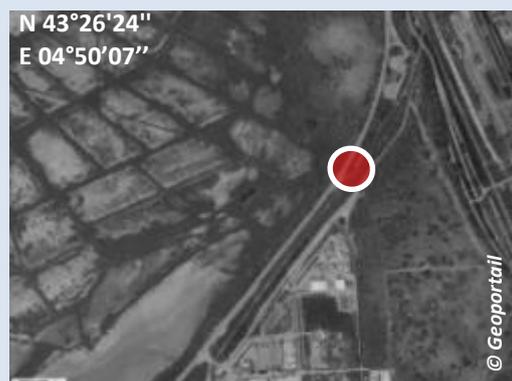
Station 4 : Site Lyondell

Les graminées sont installées à environ 1,5 km au nord/nord-ouest du site, en zone d'impact potentiel secondaire.



Station 5 : Site KemOne D268

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



Station 6 : Darse 2 - Eolienne

Le site d'exposition se situe à 1,6 km au sud/sud-est du site au niveau de l'embouchure de la darse 2, dans l'axe des vents dominants en provenance d'EveRé mais à distance plus importante du site que les stations 2 et 3.



Station 7 : Route du Quai Minéralier – Château d'eau

L'aire est localisée à 0,6 km à l'est/sud-est du site, en zone d'impact potentiel principal.



Station 8 : Mas du Vigueirat

L'aire est localisée à 15,4 km au nord-ouest, en zone rural hors de l'influence directe de la ZIP de Fos-sur-Mer. Elle constitue un site d'exposition témoin représentatif de l'environnement local rural (témoin bas).



Fait marquant :

Les plantes exposées sur la **station 6** ont séché sur pied. L'observation d'un dépôt blanc suggère un stress salin dû aux embruns marins auxquels cette station est particulièrement exposée, notamment pendant cette campagne (voir rose des vents). Faute de biomasse à analyser, les résultats relatifs à ce point de mesure ne pourront pas être exploités dans ce rapport.



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 20 octobre au 17 novembre 2020. 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.

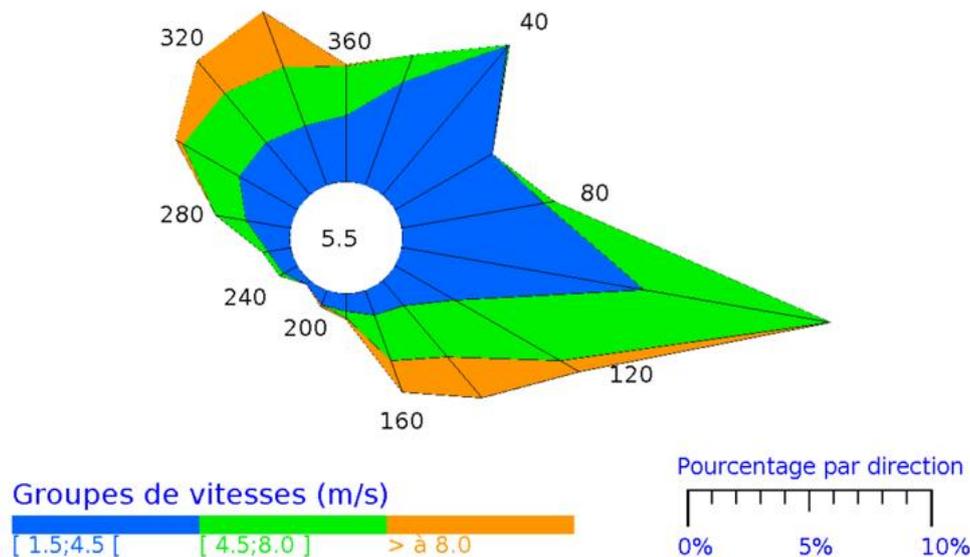


Figure 3. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 20 octobre au 17 novembre 2020 (source : Météo-France)

Comme souvent, la zone d'étude a été venteuse pendant la période d'exposition des graminées avec seulement 5,5 % des observations avec une vitesse inférieure à 1,5 m/s. Les vents observés proviennent de trois directions préférentielles : une dominante en provenance de l'est/sud-est (80° - 140°) regroupant 39 % des observations et deux axes moins importants, le premier en provenance du nord-ouest (300° - 360°) pour 23 % des occurrences et le second d'origine nord-est qui regroupe 21 % des mesures. Les vents en provenance de secteur sud-ouest sont très peu représentés. Les vents mesurés sont majoritairement faibles (54,2 %) à modérés (31,1 %), les vents forts contribuant à seulement 9,2 % des observations. Les vents modérés et forts proviennent exclusivement nord-ouest et du sud-est.

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

rapport à l'émetteur et en calculant la somme des occurrences venteuses en provenance de celui-ci, en tenant compte d'un angle de +/- 30°, conformément aux préconisations de l'INERIS³.

Tableau 3. Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 20 octobre au 17 novembre 2020

Stations	Distance /source (km)	Orientation /source		Occurrence moyenne de vent relative à l'orientation des dispositifs
Station 1	3,4	O	90°	30 - 35 %
Station 2	0,4	S	360°	15 - 20 %
Station 3	0,4	S/SE	340°	15 - 20 %
Station 4	1,5	N/NO	160°	10 - 15 %
Station 5	2,8	NO	140°	15 - 20 %
Station 6	1,7	S/SE	320°	20 -25 %
Station 7	0,6	E/SE	280°	5 - 10 %
Station 8	15,4	NO	150°	15 -20 %

D'après l'analyse des données météorologiques, il apparaît que la station 1 (témoin haut) située à l'ouest d'EveRé a été la plus exposée aux vents en provenance du site. Bien qu'elle soit relativement éloignée des installations, cette station a été sous les vents de la ZIP de Fos-sur-Mer et son statut de témoin pour cette campagne n'est pas garanti. Les stations d'impact potentiel 2 à 5 présentent des taux d'exposition assez proches, compris entre 10 et 20 %. La station 7 apparaît moins exposée aux vents en provenance d'EveRé mais sa proximité par rapport aux installations permet de maintenir sa typologie de station d'impact potentiel. Enfin, la station 8 (témoin bas) a été en théorie sous les vents de la ZIP pour 15 % des observations, mais son éloignement du site lui permet de conserver une typologie de station témoin représentative du niveau de fond local en zone rurale.

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, les stations 2 et 3 peuvent être considérées comme stations d'impact principal tandis que les stations 4, 5 et 7 peuvent être caractérisées comme stations d'impact secondaire. La typologie témoin de la station 1 n'est pas assurée mais celle de la station 8 est confirmée.

³ Guide INERIS DRC-16-158882-12366A relatif à la surveillance dans l'air autour des installations classées, Novembre 2016, 144 pages.

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. Résultats de la campagne automnale 2020 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 2020 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 20 octobre au 17 novembre 2020 autour du site Everé

Stations	Dénomination	Typologie	Orientation /source	Distance /source	PCDD/F pg TEQ _{OMS-2005} / g MS
Station 2	Darse 2 / Sud site Everé		S	0,4	0,54
Station 3	Darse 2 / Chemin transversal	Impact potentiel <i>Axe SE</i>	S/SE	0,4	4,95
Station 6	Darse 2 / Eolienne		S/SE	1,7	nd
Station 7	Route du quai minéralier		E/SE	0,6	0,75
Station 4	Site Lyondell	Impact potentiel	N/NO	1,5	0,71
Station 5	Site KemOne / D268	<i>Axe NO</i>	NO	2,8	0,59
Station 1	D268 / Château d'eau	Témoin haut	O	3,4	0,29
Station 8	Mas du Vigueirat	Témoin bas	NO	15,4	0,37
Gamme de valeurs repères (typologie témoin) ^(a)					0,12 – 0,42
Teneur maximale autorisée dans les fourrages ^(b)					0,85

^(a) Valeurs obtenues sur la base d'un traitement statistique des témoins obtenus par Biomonitor de 2016 à 2019, selon la norme AFNOR XP X43-910.

^(b) Fixée par l'arrêté du 30 octobre 2013 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux.

Les teneurs en PCDD/F dans les ray-grass s'échelonnent de 0,29 à 4,95 pg OMS-TEQ/g MS. Les valeurs les plus faibles sont relevées au niveau des stations 1 (témoin haut) et 8 (témoin bas), à des niveaux conformes à ceux attendus pour des stations de typologie témoin. Les stations identifiées comme potentiels points d'impact (stations 2, 3, 4, 5 et 7) présentent des concentrations supérieures aux deux témoins locaux et à la gamme de valeurs repères pour la typologie « témoin ». A titre indicatif, les concentrations mesurées sur les stations 2, 4, 5 et 7 sont inférieures à la teneur maximale admise dans les fourrages. En revanche, la station 3 affiche une valeur particulièrement élevée (4,95 pg OMS-TEQ/g MS), qui se démarque nettement des autres valeurs et dépasse la valeur réglementaire. Une telle concentration n'est pas observée sur la station 2, pourtant située à la même distance d'Everé et exposée de manière comparable aux vents en provenance du site. De ce fait, il est difficile d'établir un lien direct avec l'activité de l'usine et cette valeur atypique, qui pourrait provenir de retombées très localisées.

Considérant l'ensemble des données recueillies, les résultats indiquent des niveaux de retombées en PCDD/F plus marquées dans la zone d'influence de l'UVE en comparaison aux sites témoins, mais sans corrélation nette avec la distance à l'usine et l'exposition des stations aux vents en provenance de celle-ci. La station 3, située en zone d'impact principal, affiche une valeur élevée, à comparer aux valeurs observées lors des précédentes campagnes de surveillance.

5.3. Evolution des résultats depuis 2009

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

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

- la campagne 2009, qui constitue l'état initial ;
- la période 2010-2011, au cours de laquelle des teneurs marquées sont observées ;
- la période 2013-2020, durant laquelle les teneurs tendent à diminuer puis à se stabiliser.

Situation en 2009 : état initial

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

Situation en 2010-2011 :

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

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

PCDD/F 2009-2020

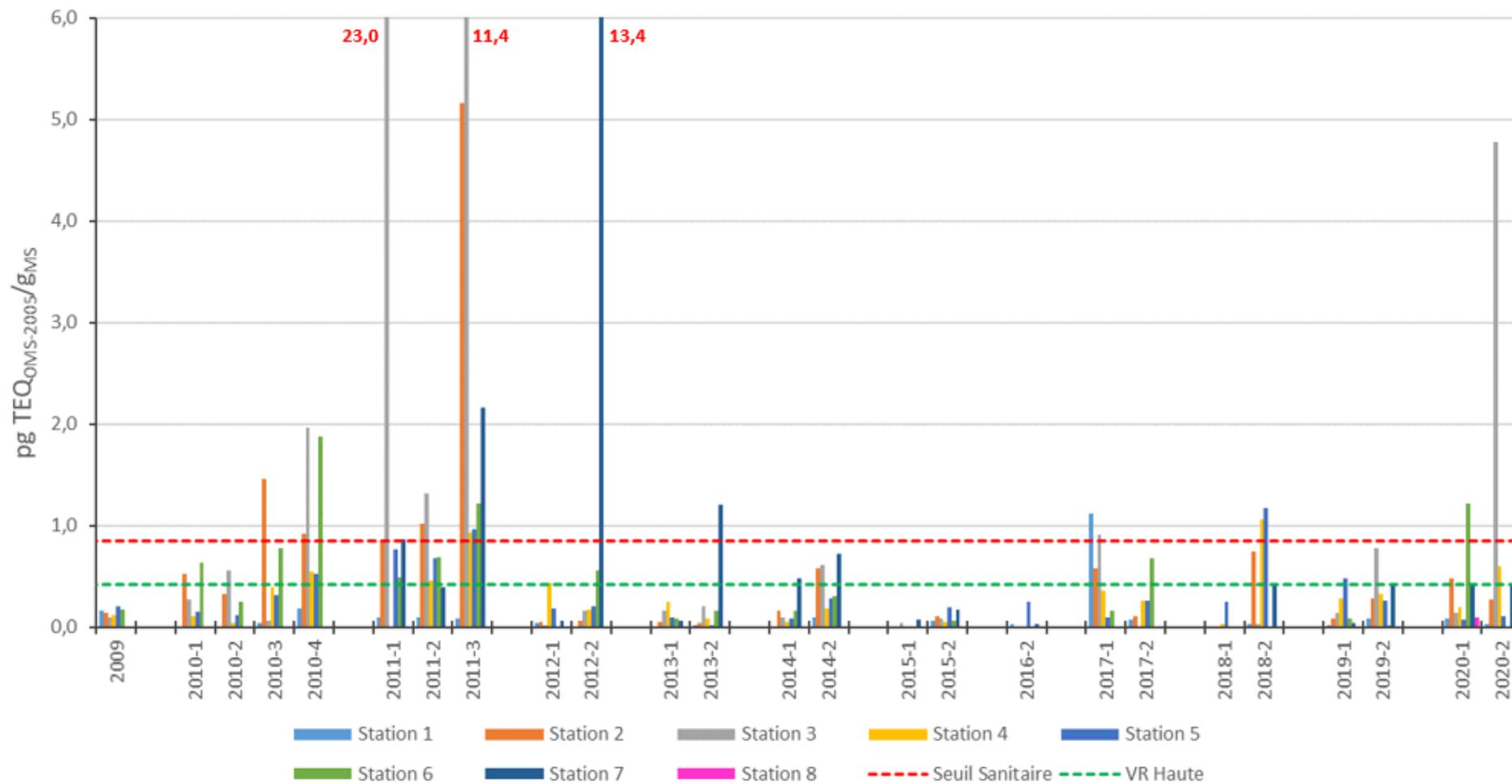


Figure 4. Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées prélevées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer

Situation en 2012 - 2019 :

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

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

Evolution récente :

Les teneurs mesurées en 2020 s'inscrivent globalement dans la continuité des campagnes récentes, confirmant en partie la tendance à l'amélioration depuis 2012. Toutefois, des valeurs marquées ont été détectées au printemps 2020 sur la station 6 et surtout en automne 2020 sur la **station 3**, au niveau de laquelle on a relevé la valeur la plus élevée depuis 2012. Les campagnes qui seront réalisées en 2021 devront permettre de vérifier si cette valeur est une anomalie ponctuelle ou si l'impact détecté a un caractère récurrent.

6. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE METAUX

6.1. Les métaux dans les végétaux

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

6.2. Résultats de la campagne automnale 2020 pour les métaux

Le **tableau 5** ci-après présente les résultats relatifs aux métaux mesurés dans les graminées exposées en automne 2020. Les résultats détaillés sont notifiés dans les bordereaux analytiques en **annexe 5**.

Tableau 5. Concentrations en métaux (en mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 20 octobre au 17 novembre 2020 dans l'environnement du site EveRé (les valeurs supérieures aux deux témoins locaux sont en gras, celles situées au-dessus de la gamme de valeurs repères pour la typologie témoin sont soulignées)

Stations	Nom	Typologie	As	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn
Station 2	Darse 2 Sud EveRé		0,11	<u>0,12</u>	0,35	<u>0,78</u>	<u>10,8</u>	<0,03	42
Station 3	Darse 2 Chemin transv.	Impact potentiel	0,12	<u>0,36</u>	0,36	<u>1,13</u>	<u>11,9</u>	0,03	52
Station 6	Darse 2 Eolienne	Axe SE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Station 7	Route du quai minéralier		0,11	<u>0,13</u>	0,28	<u>1,29</u>	<u>9,3</u>	<u>0,14</u>	48
Station 4	Site Lyondell	Impact potentiel	0,15	<u>0,13</u>	<u>0,43</u>	<u>5,20</u>	<u>10,4</u>	<0,03	49
Station 5	Site KemOne	Axe NO	0,07	0,08	0,24	<u>0,56</u>	6,0	<0,03	41
Station 1	D268 Château d'eau	Témoin haut	0,05	0,07	0,17	0,31	5,3	<0,03	40
Station 8	Mas du Vigueirat	Témoin bas	0,06	0,07	0,35	0,21	6,9	<0,03	32
Gamme de valeurs repères (typologie témoin) ^(a)			0,09 0,22	0,03 0,05	0,14 0,34	0,13 0,34	2,0 5,2	<0,03	21 83
Teneurs maximales ^{(b) (c)}			2,27	1,14	-	-	-	0,11	-

Stations	Nom	Typologie	Ni	Pb	Sb	Sn	Tl	V	Zn
Station 2	Darse 2 Sud EveRé		<u>8,3</u>	<u>3,20</u>	0,18	<u>0,36</u>	<0,13	0,16	<u>43,4</u>
Station 3	Darse 2 Chemin transv.	Impact potentiel	<u>8,7</u>	<u>5,07</u>	<u>0,89</u>	<u>0,75</u>	<0,13	0,18	<u>82,0</u>
Station 6	Darse 2 Eolienne	Axe SE	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Station 7	Route du quai minéralier		7,8	<u>2,13</u>	0,18	<u>0,29</u>	<0,13	<u>0,69</u>	<u>38,7</u>
Station 4	Site Lyondell	Impact potentiel	<u>10,0</u>	<u>1,84</u>	0,15	<u>0,23</u>	<0,13	<u>1,08</u>	<u>47,2</u>
Station 5	Site KemOne	Axe NO	7,2	0,46	<0,13	<0,13	<0,13	<u>0,38</u>	29,8
Station 1	D268 Château d'eau	Témoin haut	7,2	0,15	0,19	<0,13	<0,13	0,13	27,9
Station 8	Mas du Vigueirat	Témoin bas	<u>8,4</u>	0,19	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13	29,5
Gamme de valeurs repères (typologie témoin) ^(a)			2,5 6,1	0,09 0,43	<0,13	<0,13	<0,13	0,13 0,24	12,6 24,4
Teneurs maximales ^{(b) (c)}			-	34,1	-	-	-	-	-

^(a) Valeurs obtenues sur la base d'un traitement statistique des témoins obtenus par Biomonitor de 2016 à 2019, selon la norme AFNOR XP X43-910.

^(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.

Comme c'est généralement le cas, le **Tl** n'a été détecté sur aucune station à un niveau supérieur à sa limite de quantification (LQ).

Les éléments **Hg** et **Sb** n'ont été détectés que sur quelques stations, généralement à des niveaux faibles, à l'exception de la station 7 pour le Hg et la station 3 pour le Sb, pour lesquelles les valeurs sont supérieures à celles relevées sur les sites témoins et dépassent la limite haute de la gamme repère de la typologie témoin.

Le **Sn** présente habituellement des teneurs inférieures aux LQ. C'est aussi le cas lors de cette campagne pour les témoins locaux (stations 1 et 8) et la station 5, mais pas sur les stations d'impact potentiel 2, 3 et 4, au niveau desquelles les teneurs en Sn sont supérieures à celles relevées sur les sites témoins, particulièrement sur la station 3.

Pour les éléments **Co**, **Mn** et **Ni**, les teneurs mesurées dans les graminées sont relativement homogènes, globalement sans écart important entre stations d'impact et stations témoins et sans dépassement significatif des valeurs repères correspondantes.

Pour le reste des métaux (**As**, **Cd**, **Cr**, **Cu**, **Pb**, **V** et **Zn**), les concentrations observées sur les stations d'impact 2, 3, 4 et 7 sont plus élevées que celles mesurées sur les stations 1 et 8 (témoins locaux) et dépassent la gamme de valeurs repères « témoin ». Cette tendance est la plus prononcée pour le Pb, avec des valeurs supérieures d'un ordre de grandeur à celles relevées sur les témoins locaux, et, dans une moindre mesure, pour le Cr. La station qui présente les teneurs métalliques les plus marquées est la station 3 située à 400 m au sud-est de l'UVE, avec notamment une valeur élevée en Pb, suivie de la station 4 au nord/nord-ouest, qui présente en particulier des valeurs fortes en Cr et en V.

Les teneurs maximales en As, Cd et Pb admises dans les fourrages n'ont pas été dépassées. La valeur réglementaire associée au Hg a été atteinte sur la station 7, mais pas dépassée si l'on considère l'incertitude analytique.

Les résultats relatifs aux métaux dans les cultures standardisées de ray-grass révèlent des teneurs marquées sur les stations d'impact principal au sud-est de l'UVE, mais aussi sur la station 4 située au nord du site et plus éloignée de l'usine.

6.3. Evolution des résultats de 2009 à 2020

6.3.1. 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). Les résultats sont également comparés aux valeurs interprétatives (valeurs repères pour la typologie témoin, seuil de retombées et valeurs réglementaires dans les fourrages). Par commodité de lecture, les incertitudes analytiques et les valeurs inférieures aux limites de quantification ne sont pas représentées.

6.3.2. Analyse élément par élément

Les **figures 5 à 17** présentent élément par élément les teneurs métalliques observées depuis 2009. Pour chacun des métaux, la valeur haute de la gamme repère témoin et le seuil de retombées significatives, lorsqu'elles sont disponibles, sont visualisées respectivement par une ligne horizontale verte et rouge. Pour certains métaux, la valeur réglementaire (teneur maximale dans les fourrages) est représentée par une ligne horizontale rouge. Les résultats détaillés depuis 2009 sont fournis en **annexe 6**.

■ Cas de l'arsenic (As)

Pour l'As, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,22 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour l'arsenic est de 0,32 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 2,27 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire reste indicatif car aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée dans les environs immédiats du site EveRé.

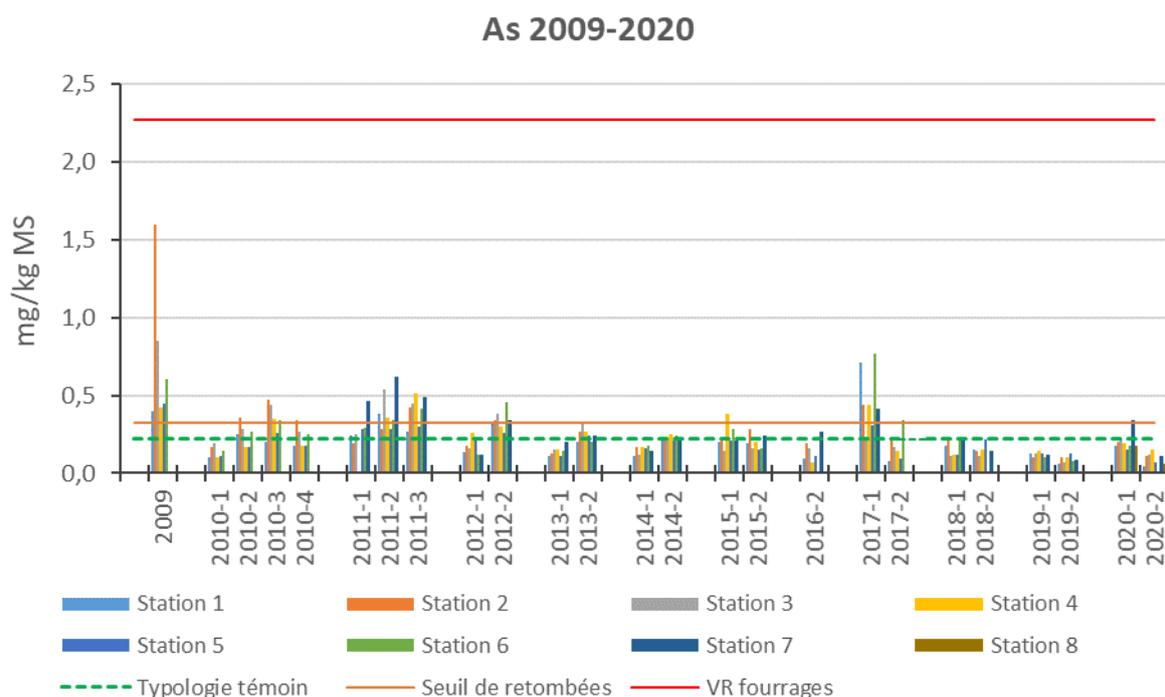


Figure 5. Concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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 conditions d'exposition des stations). Depuis 2018, les teneurs en As sont restées conformes aux valeurs attendues hors influence industrielle, dans la gamme basse à médiane des valeurs historiques, à l'exception d'une valeur atteignant le seuil de retombées au printemps 2020 sur la station 7. Pour cet élément, l'ensemble des concentrations est nettement en-deçà du seuil sanitaire de 2,27 mg/kg de MS.

■ Cas du cadmium (Cd)

Pour le Cd, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,05 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 0,20 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 1,14 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire n'est qu'indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

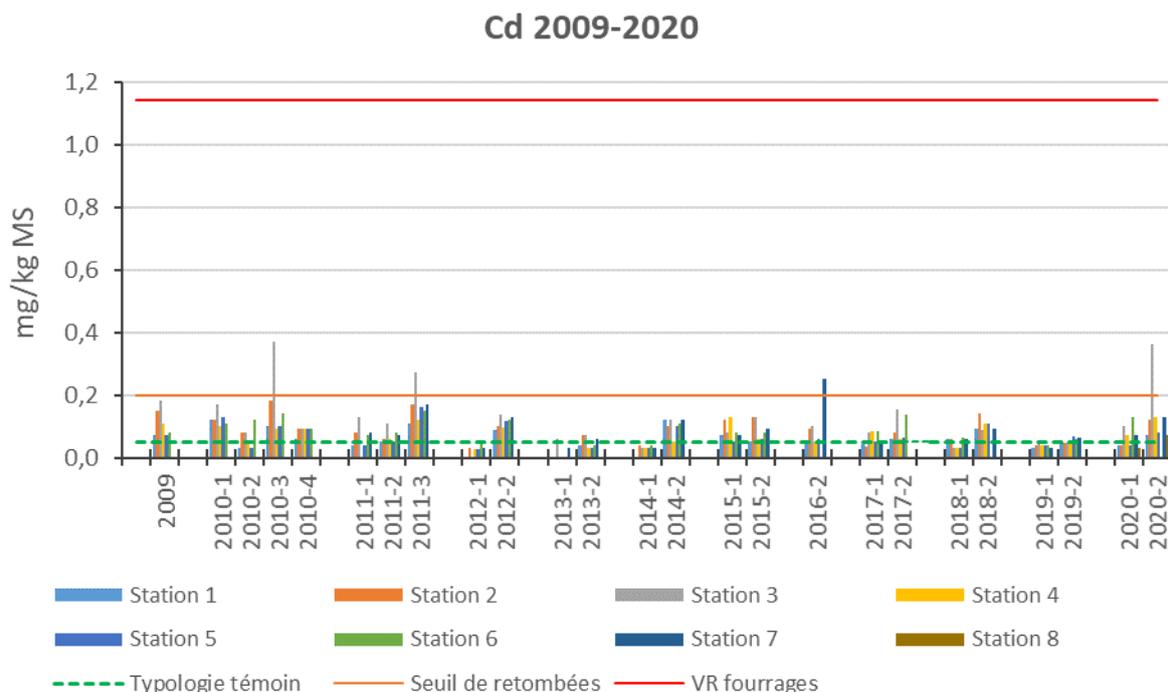


Figure 6. Concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

A l'exception des rares valeurs plus marquées (station 3 en automne 2010, 2011 et 2020 et station 7 en automne 2016), les teneurs en Cd dans les graminées fluctuent autour de la valeur repère témoin. Ce constat reflète le contexte industriel du domaine d'étude, sans révéler d'impact récurrent en lien avec EveRé. Depuis 2012, la majorité des valeurs sont conformes aux valeurs mesurées lors de l'état initial de 2009. On notera toutefois que les teneurs en Cd dans les graminées sont en hausse en 2020. En particulier, la station 3 affiche une concentration marquée, comparable aux valeurs atypiques observées en 2010 et 2011.

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

■ Cas du cobalt (Co)

Pour le Co, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,34 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives défini pour le cobalt est de 1,5 mg/kg de MS.

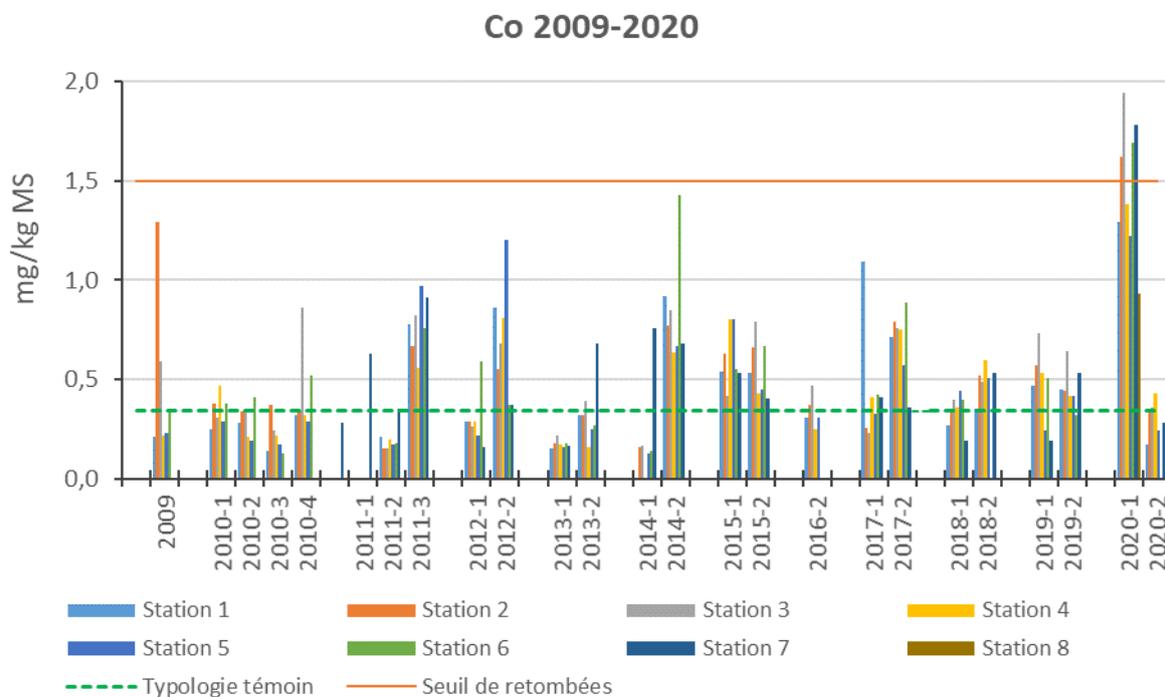


Figure 7. Concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

L'évolution des teneurs en Co apparaît hétérogène entre les années et les campagnes de mesures depuis le début de la surveillance. Même si des valeurs plus marquées que la référence pour la typologie témoin ont pu être observées régulièrement, s'approchant ponctuellement du seuil de retombées, les teneurs en Co sont restées inférieures à cette limite jusqu'en 2019. Au printemps 2020, les niveaux de Co dans les graminées ont été plus élevés que lors des campagnes précédentes. Sur les stations d'impact, le seuil de retombées a été dépassé pour la première fois depuis le début de la surveillance. Toutefois, les concentrations plus élevées ont été mesurées sur l'ensemble des stations, y compris sur les deux sites témoins, suggérant un phénomène de dépôt généralisé sur le domaine d'étude, sans lien direct avec l'UVE. Les résultats de la campagne d'automne montrent un retour à la normale des teneurs en Co, à des niveaux conformes aux valeurs repères témoin.

■ Cas du chrome (Cr)

Pour le Cr, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,34 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 1,10 mg/kg de MS.

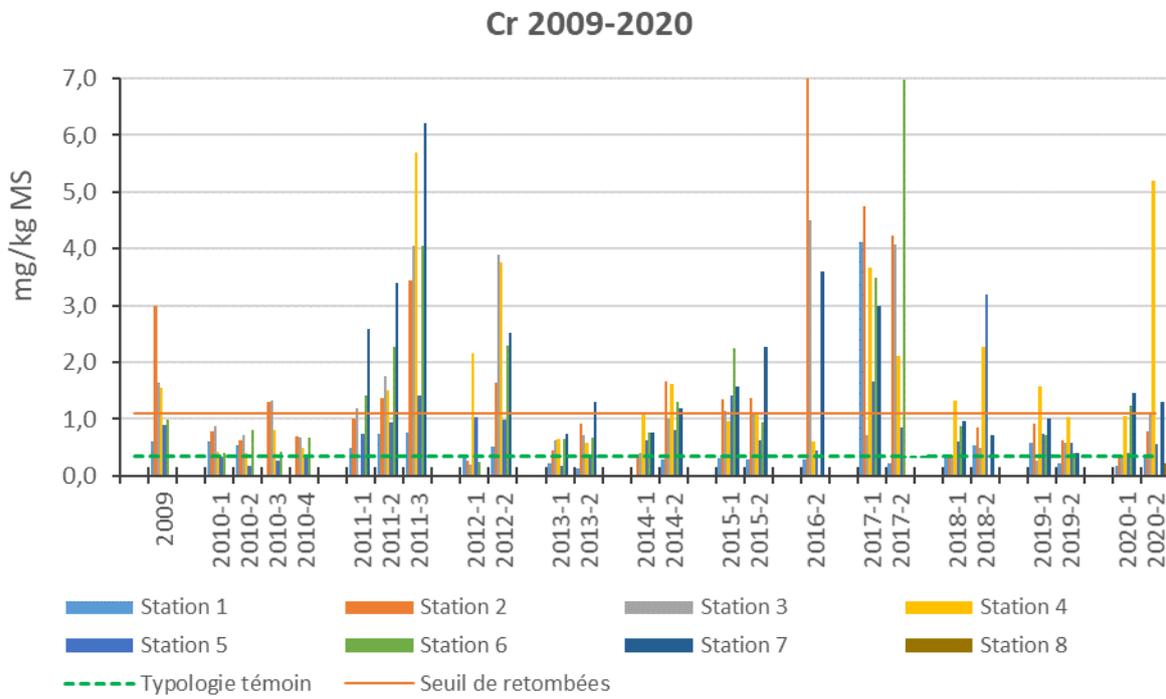


Figure 8. Concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Des valeurs supérieures au seuil de retombées significatives sont observées depuis le début des campagnes sur l'ensemble des stations et ce, dès 2009 avant même le démarrage de l'exploitation du site EveRé. Les périodes 2011-2012 et 2016-2017 concentrent les dépôts de Cr les plus marquées. En 2018 et 2019, les teneurs en Cr dans les graminées sont restées dans la gamme moyenne des valeurs historiques. En 2020, les concentrations en Cr sont en hausse, avec notamment une valeur forte mesurée en automne sur la station 4.

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

■ Cas du cuivre (Cu)

Pour le Cu, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 5,2 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 15 mg/kg de MS.

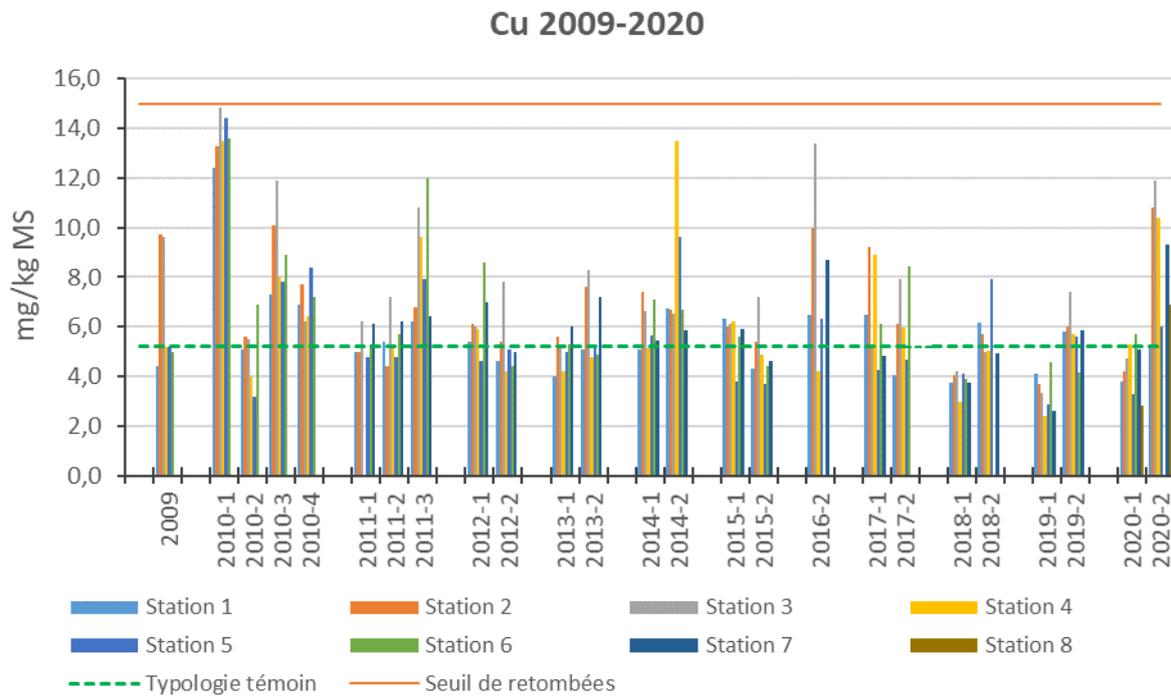


Figure 9. Concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Les niveaux de dépôts en Cu les plus importants ont été relevés début 2010. Depuis cette campagne, les teneurs en Cu dans les graminées sont relativement homogènes d'une station et d'une campagne à l'autre, à des niveaux équivalents à ceux mesurés en 2009 pour l'état initial. Même si l'on observe ponctuellement quelques valeurs plus marquées, celles-ci ne peuvent être mises en relation avec l'activité du site EveRé et elles restent inférieures au seuil de retombées significatives pour cet élément. Les teneurs en Cu mesurées lors de la campagne de printemps 2020 sont dans la gamme moyenne des valeurs historiques, en-dessous de la valeur repère de la typologie témoin. En revanche, les teneurs mesurées en automne 2020 marquent une hausse significative, mais qui concerne aussi les stations témoins et avec des valeurs qui restent en deçà du seuil de retombées.

Les résultats des campagnes de surveillance traduisent des retombées en Cu attendues en zone industrielle mais qui n'indiquent aucun impact spécifique de l'UVE.

■ Cas du mercure (Hg)

Pour le Hg, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,03 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour cet élément est de 0,11 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire fixé également à 0,11 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire n'est qu'indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

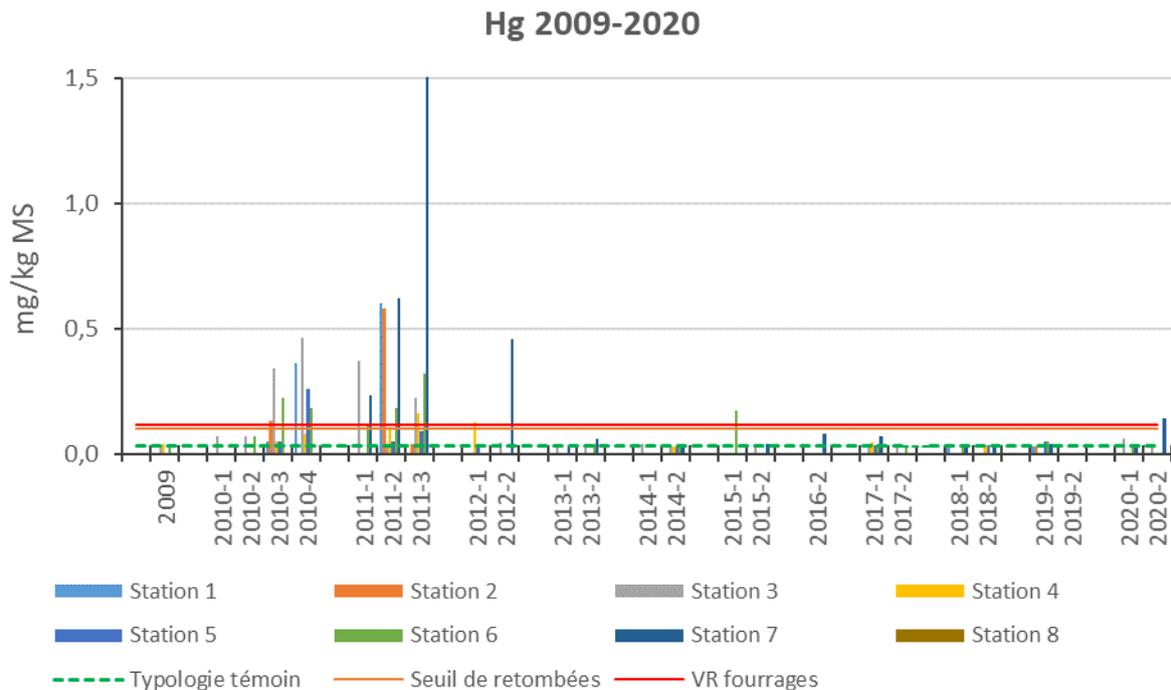


Figure 10. Concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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

Depuis 2012, la situation s'est nettement améliorée avec des valeurs qui s'apparentent à celles attendues en zone de fond. Des valeurs supérieures au seuil de retombées ont été recensées en 2012 (stations 4 et 7), en 2015 (station 6) et en automne 2020 (station 7). Hormis ces cas isolés, les teneurs en Hg restent inférieures au seuil de retombées significatives fixé à 0,11 mg/kg de MS. Néanmoins, en 2020, les concentrations en Hg dans les graminées ont dépassé la limite de quantification pour cet élément sur les stations d'impact potentiel 3, 6 et 7, toutes les trois situées sous les vents de l'UVE au sud-est des installations. Les résultats relatifs au Hg qui seront obtenus lors des campagnes conduites en 2021 seront à surveiller.

■ Cas du manganèse (Mn)

Pour le Mn, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 83 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives du manganèse est fixé à 200 mg/kg de MS.

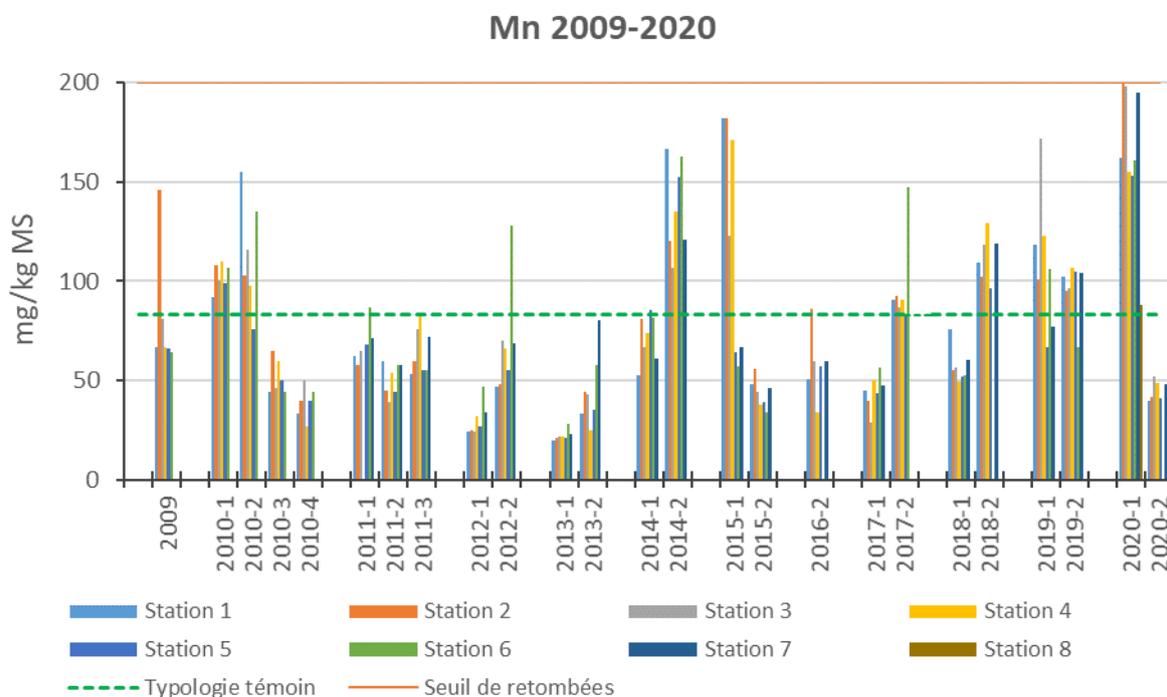


Figure 11. Concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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

Même si elles restent inférieures au seuil de retombées, les teneurs en Mn mesurées au printemps 2020 sont la gamme haute des valeurs historiques. Ce constat concerne cependant l'ensemble des stations présentes sur la ZIP, y compris la station 1 (témoin local), ce qui suggère un phénomène de dépôt généralisé sur le domaine d'étude. Le caractère ponctuel de ces résultats semble confirmer par les concentrations en Mn observées en automne 2020, qui se situent dans la gamme médiane à basse des valeurs historiques.

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

■ Cas du nickel (Ni)

Pour le Ni, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 6,1 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour le nickel est de 14,0 mg/kg de MS.

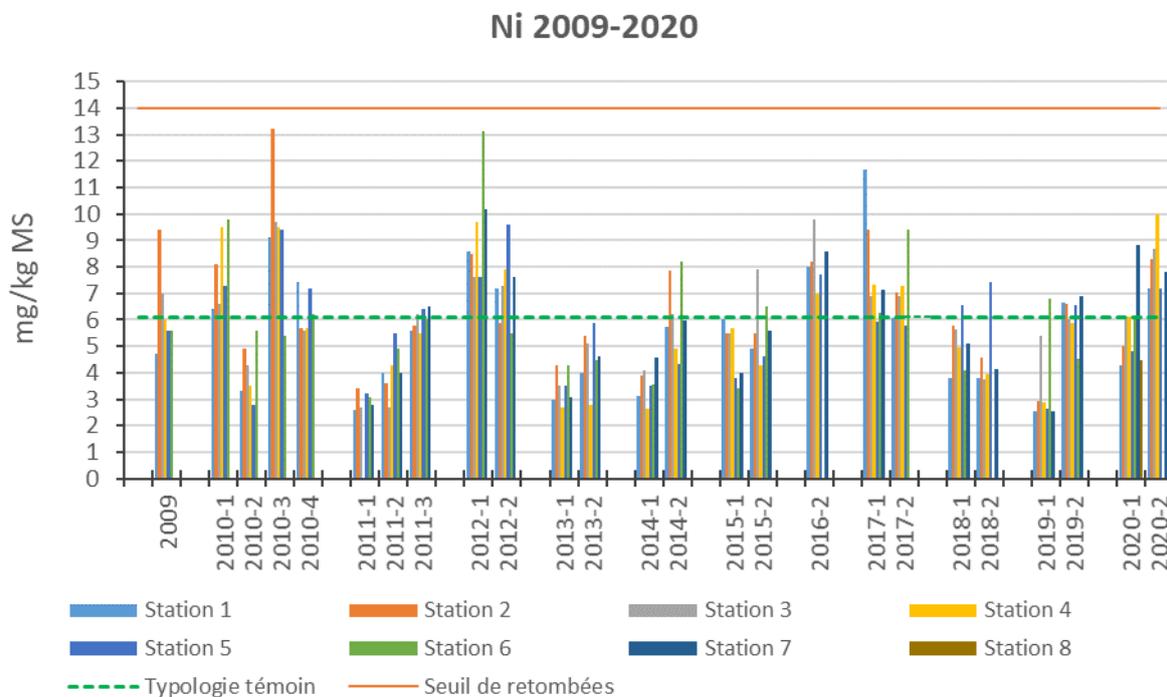


Figure 12. Concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Depuis 2009, les teneurs en Ni dans les graminées fluctuent autour de la valeur haute de la gamme repère témoin. Quelques valeurs plus marquées ont été relevées en 2010, 2012 et 2017, mais elles restent inférieures au seuil de retombées défini pour le Ni.

Pour les campagnes de printemps et d'automne 2020, les teneurs en Ni mesurées dans les graminées sont dans la gamme médiane des valeurs historiques et inférieures au seuil de retombées.

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

■ Cas du Plomb (Pb)

Pour le Pb, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,43 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 3,0 mg/kg de MS. Il existe par ailleurs un seuil sanitaire à 34,1 mg/kg de MS provenant de la directive 2002/32 modifiée par le règlement UE 2015/186 fixant les teneurs maximales pour les substances et produits indésirables dans l'alimentation des animaux. Ce seuil sanitaire reste indicatif car, dans les environs immédiats du site EveRé, aucune culture pour l'alimentation animale n'est réalisée.

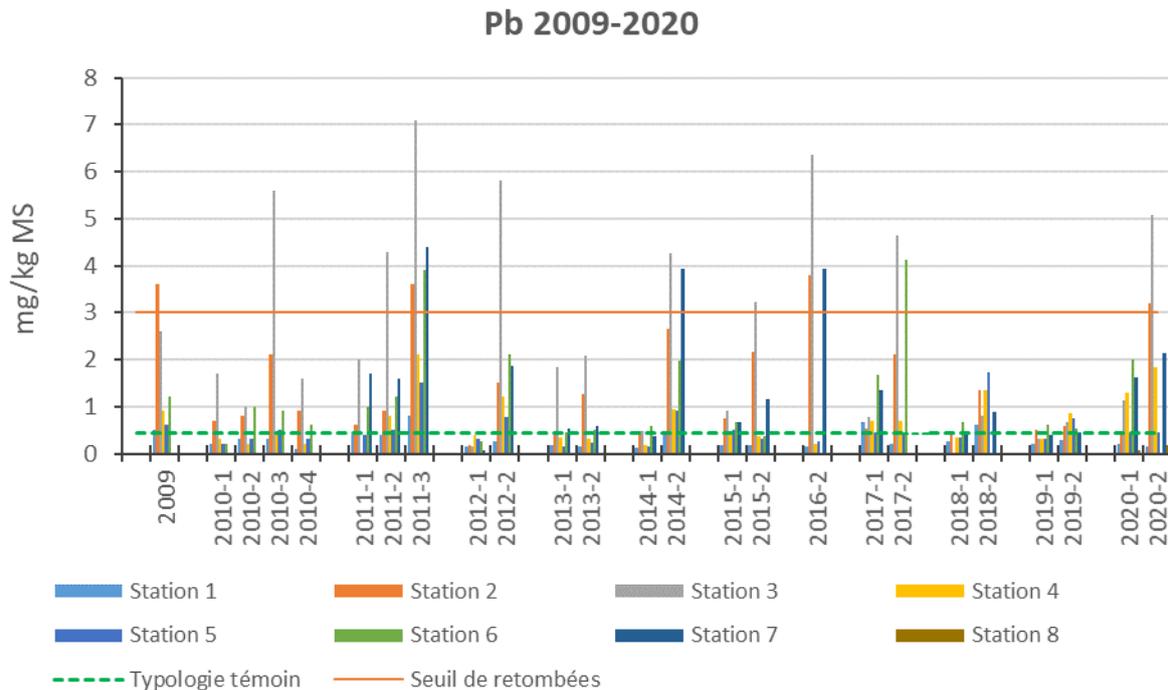


Figure 13. Concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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

Les teneurs relevées lors des campagnes 2018 et 2019 étaient dans la gamme basse des valeurs mesurées sur le secteur d'étude depuis 2009. Les résultats des deux campagnes réalisées en 2020 marquent une tendance à l'augmentation, notamment en automne 2020 avec des valeurs supérieures au seuil de retombées sur les stations 2 et 3.

Dans tous les cas, on notera que l'ensemble des teneurs en Pb de 2009 à 2019 sont très nettement en-deçà du seuil sanitaire de 34,1 mg/kg de MS.

■ Cas de l'antimoine (Sb)

Pour le Sb, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,13 mg/kg MS. Le seuil de retombées est fixé à 1,0 mg/kg de MS.

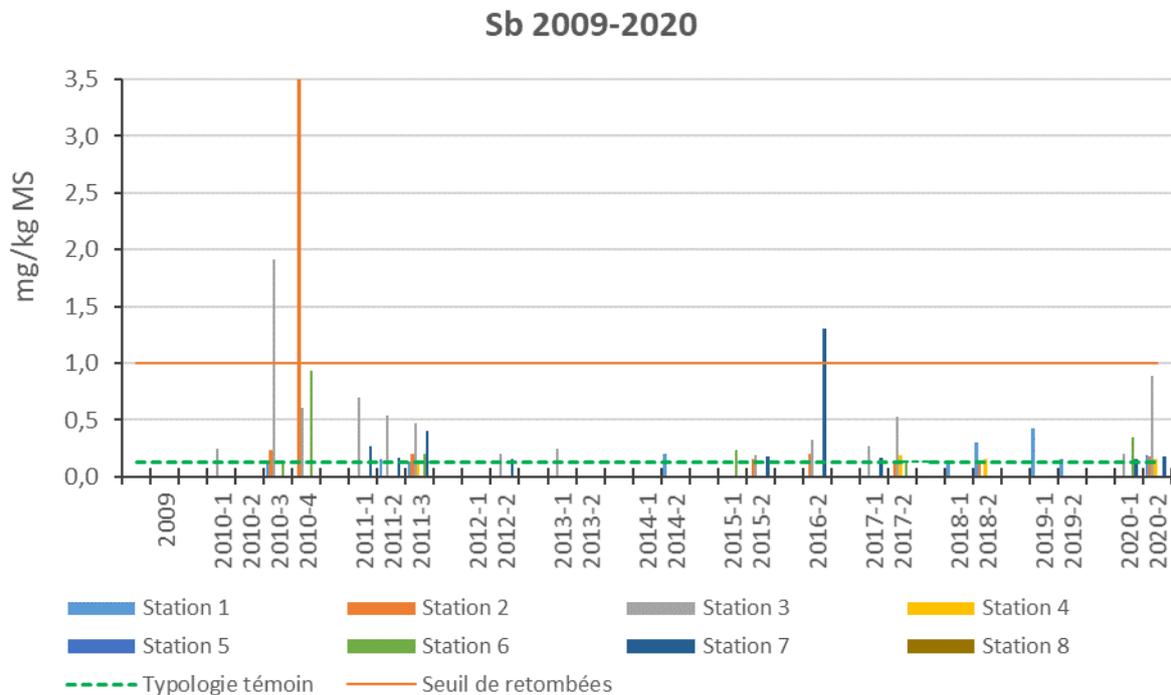


Figure 14. Concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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 2020, l'élément Sb a pu être détecté plus souvent que les années précédentes, avec une valeur proche du seuil de retombées sur la station 3 en automne 2020. Pour les autres stations, les teneurs en Sb restent conformes aux valeurs attendues hors influence industrielle et sont assez largement inférieures au seuil de retombées.

■ Cas de l'étain (Sn)

Pour le Sn, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,13 mg/kg MS. Aucun seuil de retombées n'est disponible pour cet élément.

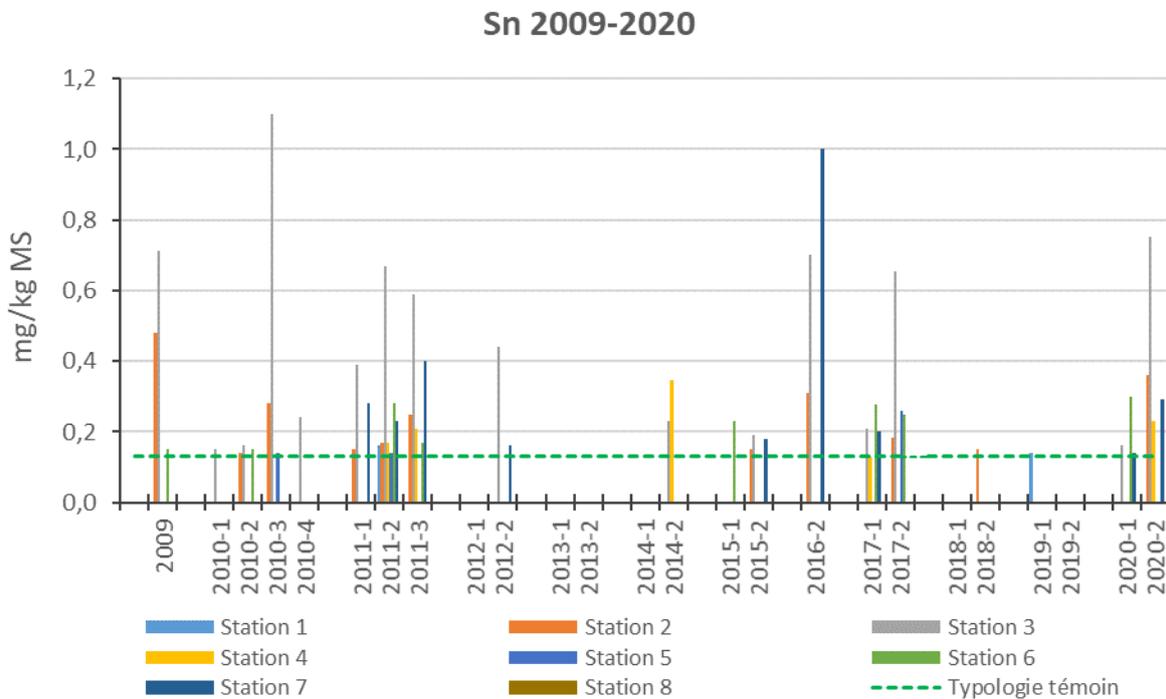


Figure 15. Concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Depuis 2009, l'étain a été quantifié de manière ponctuelle sur le réseau de mesures, avec une majorité de concentrations inférieures à la limite de quantification fixée à 0,125 mg/kg de MS. Il a toutefois été quantifié de manière régulière sur la station 3. En 2018 et 2019, cet élément n'a été détecté qu'à deux reprises et à des niveaux conformes à la gamme témoin. En revanche, le Sb a été détecté plus largement en 2020, particulièrement en automne, avec notamment une valeur marquée sur la station 3. L'interprétation des résultats relatifs à l'étain demeure limitée puisque ses teneurs attendues dans l'environnement sont à l'heure actuelle mal connues. La comparaison à l'état initial ne révèle toutefois aucun impact d'EveRé pour cet élément.

■ Cas du thallium (Tl)

Le thallium n'est que rarement quantifié et aucune référence ne permet d'en évaluer l'importance lorsqu'il est décelé. Les valeurs observées après la mise en service du site restent inférieures à la limite de quantification analytique, y compris pour les campagnes d'été et d'automne 2020. Aucun dépôt de thallium n'est donc mis en évidence sur le domaine d'étude depuis le début de la surveillance.

■ Cas du vanadium (V)

Pour le V, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 0,24 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives du vanadium est fixé à 1,5 mg/kg de MS.

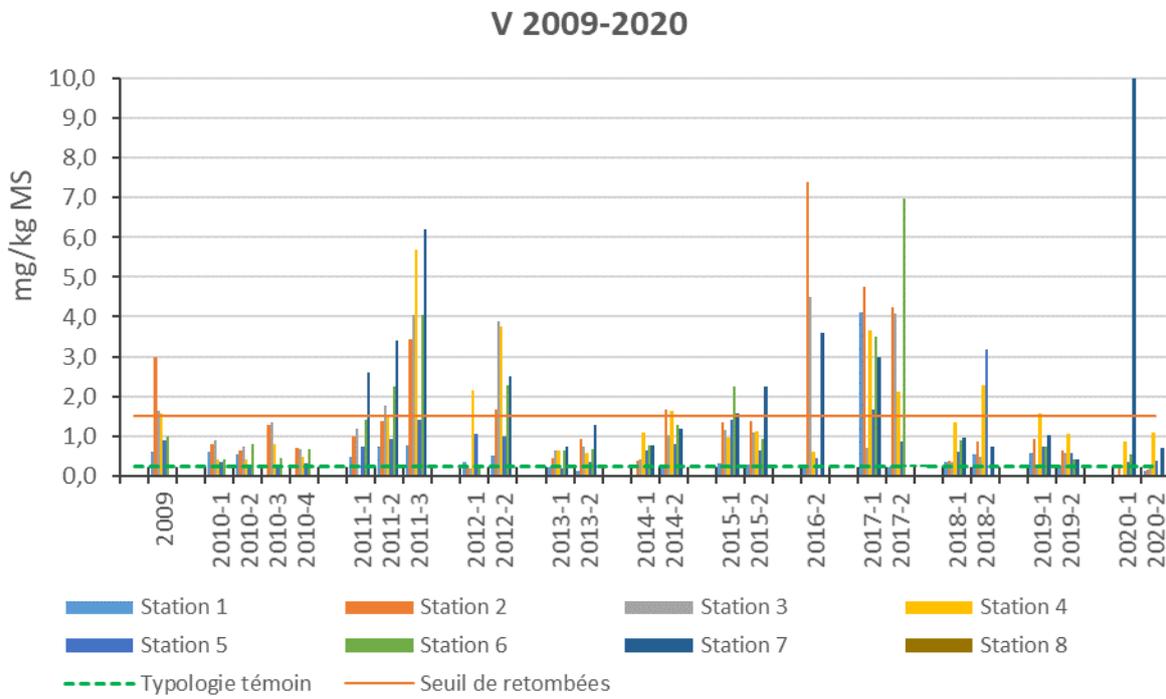


Figure 16. Concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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

En 2018 et 2019, les teneurs en V mesurées dans les graminées sont revenues à des niveaux inférieurs au seuil de retombées correspondant, et équivalents voire inférieurs à ceux mesurés en 2009 à l'état initial. C'est aussi le cas pour les deux campagnes conduites en 2020, à l'exception d'une valeur atypique observée au printemps 2020 sur la station 7 mais non confirmée en automne 2020. Cette anomalie ponctuelle mise à part, les résultats traduisent une tendance à l'amélioration sur la zone d'étude, avec des dépôts conformes à ceux attendus en l'absence d'émetteur.

■ Cas du zinc (Zn)

Pour le Zn, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 24,4 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 85 mg/kg de MS.

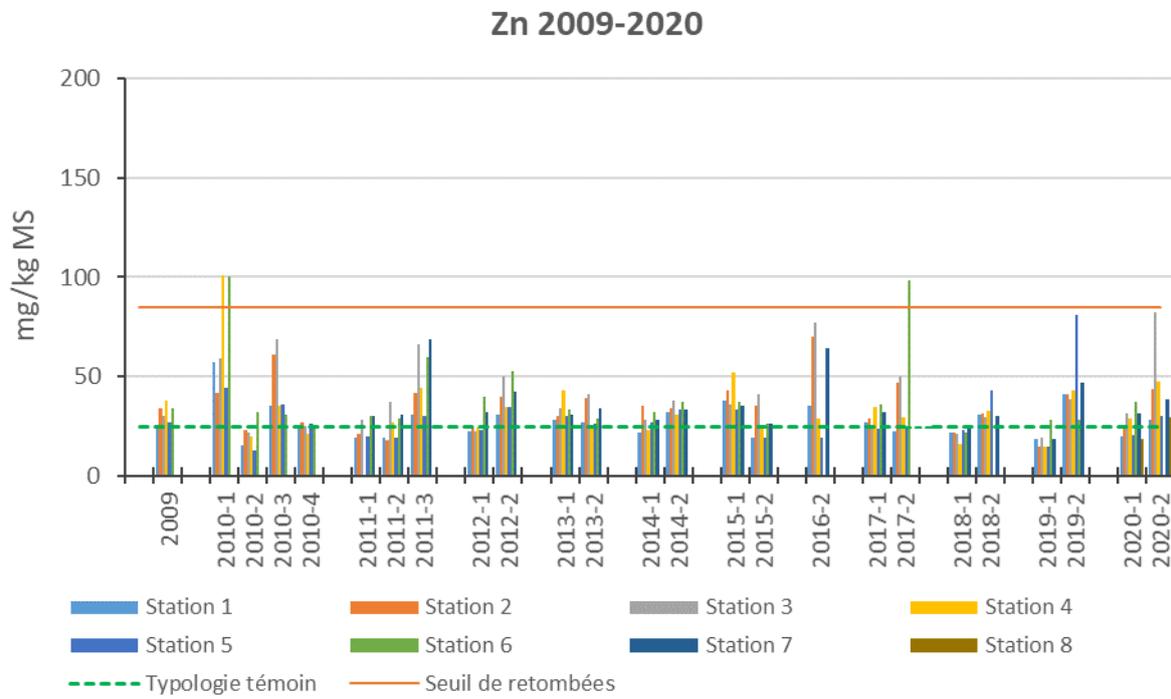


Figure 17. Concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

L'état initial défini en 2009 montrait des teneurs en Zn dans les graminées, conformes à la gamme repère témoin, inférieures au seuil indicateur de retombées significatives pour ce métal et relativement homogènes d'une station à l'autre. Depuis 2009, les valeurs mesurées se maintiennent globalement à des niveaux équivalents. On relève tout de même des teneurs plus marquées, notamment en 2010, 2011, 2016, 2017, 2019 et 2020, mais ces dépôts ponctuels restent de l'ordre de grandeur du seuil de retombées et ne montrent aucune corrélation claire avec les conditions d'exposition des stations vis-à-vis des émissions d'EveRé.

Si les concentrations en Zn enregistrées au printemps 2020 se situent dans la gamme moyenne des valeurs mesurées sur le domaine d'étude depuis 2009, les teneurs mesurées lors de la campagne d'automne 2020 montrent une augmentation globale, avec notamment une valeur plus marquée sur la station 3, demeurant toutefois inférieure au seuil de retombées.

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

7. CONCLUSION

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

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

Le présent rapport s'intéresse aux résultats de la campagne d'automne 2020 conduite du 20 octobre au 17 novembre sur huit stations déployées dans l'environnement d'EveRé et s'attache à replacer ces résultats dans l'historique des données recueillies depuis le début de la surveillance en 2009. La période d'exposition des graminées s'est déroulée en conditions normales de fonctionnement de l'installation, ce qui garantit la représentativité des mesures.

Les campagnes réalisées en 2020 ont vu l'ajout d'une huitième station (**station 8, Mas du Vigueirat**), qui constitue un témoin bas représentatif d'une zone de typologie rurale, en complément au témoin haut (station 1) qui rend compte de l'environnement industriel autour d'EveRé. Au printemps et en automne 2020, les teneurs en contaminants mesurées au droit de cette station se sont révélées conformes aux valeurs attendues pour un site d'exposition de typologie rurale. En comparaison, la station 1, site témoin « haut » localisé dans la ZIP de Fos-sur-Mer, montre des teneurs en contaminants équivalentes, ce qui tend à valider son statut de référence locale pour l'interprétation des résultats.

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

Pour la campagne d'automne 2020, les résultats relatifs aux dioxines/furannes et aux métaux mettent en évidence des retombées marquées au droit de la station 3 située en zone d'impact potentiel au sud-est d'EveRé. Ces dépôts concernent en particulier les PCDD/F, le Cd, le Pb, le Sb, le Sn et le Zn. Plus

globalement, les concentrations des contaminants recherchés apparaissent plus élevées en automne que lors des campagnes précédentes. Toutefois, aucune corrélation claire n'est mise en évidence entre les teneurs en polluants relevées dans les végétaux et la typologie et l'exposition au vent des stations. Aucun lien direct et exclusif ne peut donc être établi entre l'activité de l'installation et les teneurs en contaminants mesurées dans les graminées lors des périodes d'exposition considérées. Les teneurs en PCDD/F et en métaux mesurées dans les graminées traduisent des niveaux de dépôts caractéristiques du contexte industriel de la zone d'étude.

Si les résultats obtenus depuis 2012 traduisaient une évolution favorable de la situation du domaine d'étude, les données enregistrées en 2020 marquent une tendance à la hausse des niveaux des contaminants recherchés. Bien qu'aucun lien direct ne puisse être établi avec l'activité de l'UVE, la situation sera à surveiller lors des prochaines campagnes de mesures.

ANNEXES

Annexe 1 - Les outils biologiques pour la surveillance des retombées atmosphériques de polluants.	43
Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 20 octobre au 17 novembre 2020	44
Annexe 3 - Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2020 (période d'exposition du 20 octobre au 17 novembre 2020)	45
Annexe 4 - Évolution des teneurs en PCDD/F dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009	53
Annexe 5 - Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2020 (période d'exposition du 20 octobre au 17 novembre 2020)	54
Annexe 6 - Évolution des teneurs en métaux dans les graminées dans l'environnement d'EveRé depuis 2009	67

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

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

Les lichens (biosurveillance passive)

NF X 43-904

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

Les bryophytes terrestres (biosurveillance passive)

NF EN 16414

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

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

NF X 43-901

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

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

VDI 3957-3

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

Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 20 octobre au 17 novembre 2020



ROSE DES VENTS

Vent horaire à 10 mètres, moyenné sur 10 mn

Année 2020 - Du 20 OCTOBRE au 17 NOVEMBRE

ISTRES (13)

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

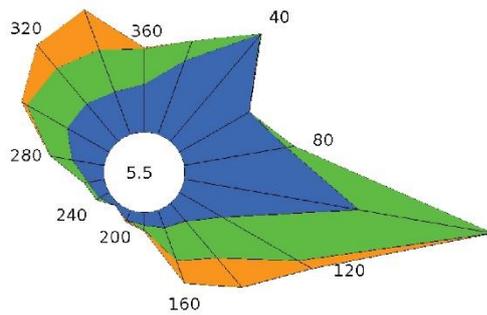
Fréquence des vents en fonction de leur provenance en %

Valeurs horaires entre 0h00 et 23h00, heure UTC

Tableau de répartition

Nombre de cas étudiés : 695

Manquants : 1



Dir.	[1.5;4.5 [[4.5;8.0]	> 8.0 m/s	Total
20	4.5	1.2	0.0	5.7
40	8.0	+	0.0	8.1
60	4.6	0.0	0.0	4.6
80	5.9	0.4	0.0	6.3
100	10.1	7.8	0.0	17.8
120	2.8	5.0	0.9	8.7
140	1.4	2.7	2.2	6.3
160	1.1	2.0	1.4	4.5
180	0.7	0.3	+	1.1
200	0.6	0.0	+	0.7
220	0.2	0.0	0.0	0.2
240	0.6	0.2	0.0	0.9
260	0.9	0.2	0.0	1.2
280	1.9	1.2	0.0	3.1
300	2.7	2.7	0.4	5.8
320	2.8	2.7	1.7	7.2
340	2.6	2.6	2.4	7.6
360	2.7	2.0	+	4.8
Total	54.2	31.1	9.2	94.5
[0;1.5 [5.5

Groupes de vitesses (m/s)



Pourcentage par direction



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 : 20/11/2020 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

METEO-FRANCE Nord-Est - Division des Etudes
 Parc d'Innovation - Bld G. d'Andernach - BP 50120 67403 Illkirch Cedex
 : 03 88 40 42 56 ou 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 2020 (période d'exposition du 20 octobre au 17 novembre 2020)



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 BEPL036_PCD_R1

BIOMONITOR
 Monsieur Michaël BUSNELLO
 25, rue Anatole France
 54530 PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°20-LC-136 du 19/11/2020

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

Date	Description	Validé par
15/12/2020	RAPPORT FINAL	 D.OUSLIMANE Responsable d'analyses

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne	BEPK040					
Référence Externe	20/EVE-FOS/10/G/01					
Nature	Bio-indicateur / Végétaux					
Taux de matière sèche (%)	11,5					
Masse de matière sèche analysée (g)	5,077					
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	< 0,085	1	0,000	0,043	0,085	68
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,085	1	0,000	0,043	0,085	82
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,059	0,1	0,000	0,003	0,006	62
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,069	0,1	0,000	0,003	0,007	44
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,147	0,1	0,015	0,015	0,015	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,086	0,01	0,011	0,011	0,011	42
OCDD	1,762	0,0001	0,000	0,000	0,000	40
2,3,7,8 TCDF	< 0,112	0,1	0,000	0,006	0,011	44
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,075	0,05	0,000	0,002	0,004	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,076	0,5	0,000	0,019	0,038	56
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,062	0,1	0,000	0,003	0,006	48
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,077	0,1	0,000	0,004	0,008	37
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,077	0,1	0,000	0,004	0,008	32
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,105	0,1	0,000	0,005	0,011	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,714	0,01	0,007	0,007	0,007	38
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,024	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF	0,699	0,0001	0,000	0,000	0,000	33
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,033	0,167	0,301	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,033	0,159	0,285	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,035	0,148	0,261	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,004	0,019	0,035	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,004	0,018	0,033	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,004	0,017	0,030	
Total TCDD	1,906					
Total PeCDD	1,279					
Total HxCDD	1,953					
Total HpCDD	2,793					
Total PCDD	9,7					
Total TCDF	< 4,251					
Total PeCDF	< 2,140					
Total HxCDF	< 0,990					
Total HpCDF	1,388					
Total PCDF	2,087 < Total < 9,468					
Marquage de l'extrait avant injection				Le 27/11/2020 à 13:17		
Analyse par GC/HRMS				Le 01/12/2020 à 17:10		

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK041				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/02				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		11,1				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,137				
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	< 0,116	1	0,000	0,058	0,116	76
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,115	1	0,000	0,058	0,115	85
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,138	0,1	0,014	0,014	0,014	57
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,223	0,1	0,022	0,022	0,022	67
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,132	0,1	0,000	0,007	0,013	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,225	0,01	0,012	0,012	0,012	51
OCDD	1,769	0,0001	0,000	0,000	0,000	47
2,3,7,8 TCDF	0,342	0,1	0,034	0,034	0,034	52
1,2,3,7,8 PeCDF	0,242	0,05	0,012	0,012	0,012	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,305	0,5	0,153	0,153	0,153	66
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,278	0,1	0,028	0,028	0,028	48
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,215	0,1	0,022	0,022	0,022	54
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,272	0,1	0,027	0,027	0,027	38
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,258	0,1	0,000	0,013	0,026	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,884	0,01	0,009	0,009	0,009	44
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,040	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF	2,197	0,0001	0,000	0,000	0,000	40
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,333	0,468	0,603	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,268	0,403	0,538	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,336	0,443	0,549	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,037	0,052	0,067	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,030	0,045	0,060	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,037	0,049	0,061	
Total TCDD	3,743					
Total PeCDD	4,043					
Total HxCDD	3,378					
Total HpCDD	2,860					
Total PCDD	15,8					
Total TCDF	11,104					
Total PeCDF	4,583					
Total HxCDF	< 3,224					
Total HpCDF	1,706					
Total PCDF	19,589 < Total < 22,813					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 17:49			

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK042				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/03				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		10,0				
Masse de matière sèche analysée (g)		4,789				
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	< 0,181	1	0,000	0,091	0,181	81
1,2,3,7,8 PeCDD	1,181	1	1,181	1,181	1,181	93
1,2,3,4,7,8 HxCDD	1,730	0,1	0,173	0,173	0,173	66
1,2,3,6,7,8 HxCDD	4,897	0,1	0,490	0,490	0,490	62
1,2,3,7,8,9 HxCDD	2,094	0,1	0,209	0,209	0,209	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	47,845	0,01	0,478	0,478	0,478	49
OCDD	128,925	0,0001	0,013	0,013	0,013	36
2,3,7,8 TCDF	0,803	0,1	0,080	0,080	0,080	60
1,2,3,7,8 PeCDF	0,987	0,05	0,049	0,049	0,049	/
2,3,4,7,8 PeCDF	2,229	0,5	1,115	1,115	1,115	76
1,2,3,4,7,8 HxCDF	2,418	0,1	0,242	0,242	0,242	47
1,2,3,6,7,8 HxCDF	2,982	0,1	0,298	0,298	0,298	46
2,3,4,6,7,8 HxCDF	4,877	0,1	0,488	0,488	0,488	39
1,2,3,7,8,9 HxCDF	1,761	0,1	0,176	0,176	0,176	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	20,695	0,01	0,207	0,207	0,207	37
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	1,192	0,01	0,012	0,012	0,012	/
OCDF	5,102	0,0001	0,001	0,001	0,001	30
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			5,212	5,302	5,393	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			4,773	4,864	4,954	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			4,742	4,832	4,923	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,520	0,529	0,538	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,477	0,486	0,495	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,473	0,482	0,491	
Total TCDD	38,333					
Total PeCDD	56,440					
Total HxCDD	89,850					
Total HpCDD	115,231					
Total PCDD	428,8					
Total TCDF	41,729					
Total PeCDF	34,008					
Total HxCDF	36,294					
Total HpCDF	29,225					
Total PCDF	146,4					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 18:28			

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK043				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/04				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		10,8				
Masse de matière sèche analysée (g)		4,659				
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	< 0,108	1	0,000	0,054	0,108	87
1,2,3,7,8 PeCDD	0,207	1	0,207	0,207	0,207	100
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,083	0,1	0,000	0,004	0,008	68
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,379	0,1	0,038	0,038	0,038	70
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,253	0,1	0,025	0,025	0,025	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,842	0,01	0,018	0,018	0,018	55
OCDD	2,610	0,0001	0,000	0,000	0,000	53
2,3,7,8 TCDF	0,565	0,1	0,057	0,057	0,057	66
1,2,3,7,8 PeCDF	0,311	0,05	0,016	0,016	0,016	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,385	0,5	0,193	0,193	0,193	80
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,283	0,1	0,028	0,028	0,028	50
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,299	0,1	0,030	0,030	0,030	51
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,329	0,1	0,033	0,033	0,033	48
1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,200	0,1	0,020	0,020	0,020	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,381	0,01	0,014	0,014	0,014	45
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,138	0,01	0,001	0,001	0,001	/
OCDF	1,614	0,0001	0,000	0,000	0,000	43
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,680	0,738	0,796	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,598	0,656	0,714	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,580	0,638	0,696	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,073	0,080	0,086	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,064	0,071	0,077	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,063	0,069	0,075	
Total TCDD	3,705					
Total PeCDD	3,664					
Total HxCDD	4,861					
Total HpCDD	3,951					
Total PCDD	18,8					
Total TCDF	16,500					
Total PeCDF	7,450					
Total HxCDF	2,835					
Total HpCDF	2,492					
Total PCDF	30,9					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 19:07			

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK044				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/05				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		11,9				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,027				
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	< 0,138	1	0,000	0,069	0,138	83
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,189	1	0,000	0,095	0,189	95
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,219	0,1	0,000	0,011	0,022	66
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,200	0,1	0,000	0,010	0,020	74
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,233	0,1	0,000	0,012	0,023	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,918	0,01	0,009	0,009	0,009	53
OCDD	1,282	0,0001	0,000	0,000	0,000	47
2,3,7,8 TCDF	0,202	0,1	0,020	0,020	0,020	64
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,191	0,05	0,000	0,005	0,010	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,195	0,5	0,000	0,049	0,098	80
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,289	0,1	0,029	0,029	0,029	51
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,238	0,1	0,024	0,024	0,024	55
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,195	0,1	0,020	0,020	0,020	50
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,206	0,1	0,000	0,010	0,021	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,653	0,01	0,007	0,007	0,007	42
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,098	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	1,313	0,0001	0,000	0,000	0,000	34
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,108	0,369	0,629	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,109	0,348	0,587	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,111	0,324	0,537	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,013	0,044	0,075	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,013	0,041	0,070	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,013	0,038	0,064	
Total TCDD	< 3,042					
Total PeCDD	< 2,648					
Total HxCDD	2,304					
Total HpCDD	2,062					
Total PCDD	5,649	Total < 11,339				
Total TCDF	6,763					
Total PeCDF	9,616					
Total HxCDF	< 3,237					
Total HpCDF	1,063					
Total PCDF	18,754	Total < 21,991				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 19:46			

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK045				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/07				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		11,8				
Masse de matière sèche analysée (g)		4,920				
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	< 0,154	1	0,000	0,077	0,154	82
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,182	1	0,000	0,091	0,182	95
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,308	0,1	0,031	0,031	0,031	64
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,553	0,1	0,055	0,055	0,055	71
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,312	0,1	0,031	0,031	0,031	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	2,156	0,01	0,022	0,022	0,022	55
OCDD	2,946	0,0001	0,000	0,000	0,000	49
2,3,7,8 TCDF	0,554	0,1	0,055	0,055	0,055	63
1,2,3,7,8 PeCDF	0,308	0,05	0,015	0,015	0,015	/
2,3,4,7,8 PeCDF	0,303	0,5	0,152	0,152	0,152	77
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,303	0,1	0,030	0,030	0,030	52
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,321	0,1	0,032	0,032	0,032	54
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,281	0,1	0,028	0,028	0,028	45
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,203	0,1	0,000	0,010	0,020	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,127	0,01	0,011	0,011	0,011	44
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,061	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,814	0,0001	0,000	0,000	0,000	40
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,463	0,642	0,820	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,397	0,576	0,754	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,467	0,600	0,733	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,055	0,076	0,097	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,047	0,068	0,089	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,055	0,071	0,086	
Total TCDD	4,726					
Total PeCDD	6,868					
Total HxCDD	7,277					
Total HpCDD	4,825					
Total PCDD	26,6					
Total TCDF	13,041					
Total PeCDF	< 8,428					
Total HxCDF	3,120					
Total HpCDF	1,682					
Total PCDF	18,657	< Total < 27,085				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 20:26			

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

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Référence Interne		BEPK046				
Référence Externe		20/EVE-FOS/10/G/08				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		10,5				
Masse de matière sèche analysée (g)		4,956				
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	< 0,095	1	0,000	0,048	0,095	95
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,138	1	0,000	0,069	0,138	107
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,124	0,1	0,000	0,006	0,012	72
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,112	0,1	0,000	0,006	0,011	87
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,144	0,1	0,014	0,014	0,014	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,873	0,01	0,009	0,009	0,009	63
OCDD	1,165	0,0001	0,000	0,000	0,000	64
2,3,7,8 TCDF	< 0,131	0,1	0,000	0,007	0,013	72
1,2,3,7,8 PeCDF	0,187	0,05	0,009	0,009	0,009	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,105	0,5	0,000	0,026	0,053	86
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,070	0,1	0,000	0,004	0,007	57
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,160	0,1	0,016	0,016	0,016	63
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,083	0,1	0,008	0,008	0,008	56
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,075	0,1	0,000	0,004	0,008	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,255	0,01	0,003	0,003	0,003	51
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,051	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	< 0,109	0,0001	0,000	0,000	0,000	49
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,059	0,228	0,397	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,056	0,214	0,372	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,060	0,195	0,329	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,006	0,024	0,042	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,006	0,023	0,039	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,006	0,021	0,035	
Total TCDD	< 2,086					
Total PeCDD	< 1,929					
Total HxCDD	2,253					
Total HpCDD	1,878					
Total PCDD	5,297 < Total < 9,312					
Total TCDF	5,927					
Total PeCDF	< 2,949					
Total HxCDF	< 1,123					
Total HpCDF	0,583					
Total PCDF	6,510 < Total < 10,691					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 27/11/2020 à 13:17			
Analyse par GC/HRMS			Le 01/12/2020 à 21:05			

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

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	Gr 8
2009 (Etat initial)	0,16	0,14	0,09	0,12	0,21	0,17	-	-
Campagne 1 – 2010	0,00	0,52	0,27	0,11	0,15	0,63	-	-
Campagne 2 – 2010	0,00	0,33	0,56	0,04	0,12	0,25	-	-
Campagne 3 – 2010	0,04	1,46	0,06	0,39	0,31	0,78	-	-
Campagne 4 – 2010	0,18	0,92	1,96	0,55	0,52	1,88	-	-
Campagne 1 – 2011	0,10	0,85	22,97	-	0,77	0,49	0,86	-
Campagne 2 – 2011	0,10	1,02	1,32	0,46	0,68	0,69	0,39	-
Campagne 3 – 2011	0,08	5,16	11,36	0,93	0,96	1,22	2,16	-
Campagne 1 – 2012	0,04	0,05	0,02	0,44	0,18	0,01	0,06	-
Campagne 2 – 2012	0,01	0,06	0,16	0,17	0,20	0,56	13,35	-
Campagne 1 – 2013	0,01	0,05	0,16	0,25	0,09	0,08	0,06	-
Campagne 2 – 2013	0,02	0,04	0,21	0,08	0,02	0,16	1,20	-
Campagne 1 – 2014	0,00	0,16	0,10	0,05	0,08	0,16	0,48	-
Campagne 2 – 2014	0,09	0,58	0,61	0,18	0,28	0,30	0,72	-
Campagne 1 – 2015	0,01	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,07	-
Campagne 2 - 2015	0,06	0,11	0,08	0,05	0,19	0,06	0,17	-
2016	0,03	0,01	0,00	0,00	0,25	-	0,03	-
Campagne 1 - 2017	1,12	0,58	0,91	0,36	0,09	0,16	0,01	-
Campagne 2 - 2017	0,07	0,11	0,00	0,26	0,26	0,68	-	-
Campagne 1 - 2018	0,00	0,00	0,00	0,02	0,25	0,00	0,01	-
Campagne 2 - 2018	0,03	0,74	0,03	1,06	1,17	-	0,43	-
Campagne 1 - 2019	0,01	0,09	0,13	0,28	0,48	0,09	0,04	-
Campagne 2 - 2019	0,08	0,28	0,78	0,33	0,26	0,02	0,41	-
Campagne 1 - 2020	0,08	0,48	0,14	0,19	0,07	1,21	0,42	0,10
Campagne 2 - 2020	0,03	0,27	4,77	0,60	0,11	-	0,40	0,06

(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 2020 (période d'exposition du 20 octobre au 17 novembre 2020)



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 BEPK030_MET_R1

BIOMONITOR

Monsieur Michaël BUSNELLO

25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°20-LC-136 du 19/11/2020

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Analyse effectuée le : 25/11/2020

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 4.2 °C

(Température Conforme)

Date	Description	Validé par
26/11/2020	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/01
 Référence interne : BEPK040

Poids frais (g)	187,5
Poids sec (g)	21,6
% eau	88,5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,13
Cr	0,31
Mn	40,0
Co	0,17
Ni	7,17
Cu	5,32
Zn	27,9
As	0,047
Cd	0,065
Sn	<0,125
Sb	0,19
Tl	<0,125
Pb	0,15
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,015
Cr	0,036
Mn	4,60
Co	0,020
Ni	0,82
Cu	0,61
Zn	3,21
As	0,005
Cd	0,007
Sn	<0,014
Sb	0,022
Tl	<0,014
Pb	0,017

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/02
 Référence interne : BEPK041

Poids frais (g)	197.1
Poids sec (g)	21.8
% eau	88.9
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,16
Cr	0,78
Mn	41,6
Co	0,35
Ni	8,34
Cu	10,8
Zn	43,4
As	0,11
Cd	0,12
Sn	0,36
Sb	0,18
Tl	<0,125
Pb	3,20
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,018
Cr	0,087
Mn	4,62
Co	0,039
Ni	0,93
Cu	1,20
Zn	4,82
As	0,012
Cd	0,013
Sn	0,040
Sb	0,020
Tl	<0,014
Pb	0,36

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/03
 Référence interne : BEPK042

Poids frais (g)	181,3
Poids sec (g)	18,1
% eau	90
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,18
Cr	1,13
Mn	52,4
Co	0,36
Ni	8,74
Cu	11,9
Zn	82,0
As	0,12
Cd	0,36
Sn	0,75
Sb	0,89
Tl	<0,125
Pb	5,07
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,018
Cr	0,11
Mn	5,24
Co	0,036
Ni	0,87
Cu	1,19
Zn	8,20
As	0,012
Cd	0,036
Sn	0,075
Sb	0,089
Tl	<0,013
Pb	0,51

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/04
 Référence interne : BEPK043

Poids frais (g)	125.1
Poids sec (g)	13,5
% eau	89.2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	1,08
Cr	5,20
Mn	49,2
Co	0,43
Ni	9,95
Cu	10,4
Zn	47,2
As	0,15
Cd	0,13
Sn	0,23
Sb	0,15
Tl	<0,125
Pb	1,84
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,12
Cr	0,56
Mn	5,31
Co	0,046
Ni	1,07
Cu	1,12
Zn	5,10
As	0,016
Cd	0,014
Sn	0,025
Sb	0,016
Tl	<0,014
Pb	0,20

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/05
 Référence interne : BEPK044

Poids frais (g)	178,5
Poids sec (g)	21,2
% eau	88,1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,38
Cr	0,56
Mn	40,7
Co	0,24
Ni	7,18
Cu	6,00
Zn	29,8
As	0,073
Cd	0,076
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,46
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,045
Cr	0,067
Mn	4,84
Co	0,029
Ni	0,85
Cu	0,71
Zn	3,55
As	0,009
Cd	0,009
Sn	<0,015
Sb	<0,015
Tl	<0,015
Pb	0,055

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/07
 Référence interne : BEPK045

Poids frais (g)	129
Poids sec (g)	15,2
% eau	88,2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	0,69
Cr	1,29
Mn	48,1
Co	0,28
Ni	7,75
Cu	9,30
Zn	38,7
As	0,11
Cd	0,13
Sn	0,29
Sb	0,18
Tl	<0,125
Pb	2,13
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,081
Cr	0,15
Mn	5,68
Co	0,033
Ni	0,91
Cu	1,10
Zn	4,57
As	0,013
Cd	0,015
Sn	0,034
Sb	0,021
Tl	<0,015
Pb	0,25

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/08
 Référence interne : BEPK046

Poids frais (g)	204,9
Poids sec (g)	21,6
% eau	89,5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	<0,125
Cr	0,21
Mn	31,7
Co	0,35
Ni	8,44
Cu	6,89
Zn	29,5
As	0,058
Cd	0,073
Sn	<0,125
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	0,19
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	<0,013
Cr	0,022
Mn	3,33
Co	0,037
Ni	0,89
Cu	0,72
Zn	3,10
As	0,006
Cd	0,008
Sn	<0,013
Sb	<0,013
Tl	<0,013
Pb	0,020

MicroPolluants Technologie SA

8 sur 9 Pages

BEPK030_MET_R1

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

Légende:

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

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

** MF: matière fraîche
MS: matière sèche.

MicroPolluants Technologie SA

9 sur 9 Pages

BEPK030_MET_R1

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il compose 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

BEPK034_MEG_R1

BIOMONITOR

Monsieur Michaël BUSNELLO

25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°20-LC-136 du 19/11/2020

Echantillon reçu le : 19/11/2020

Analyse effectuée le : 26/11/2020

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 4.2 °C

(Température Conforme)

Date	Description	Validé par
27/11/2020	Rapport final	Marie VINGERT 

Responsable d'analyse

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/01	
Référence interne : BEPK040	
Poids frais (g)	187.5
Poids sec (g)	21.6
% Eau	88.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/02	
Référence interne : BEPK041	
Poids frais (g)	197.1
Poids sec (g)	21.8
% Eau	88.9
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/03	
Référence interne : BEPK042	
Poids frais (g)	181.3
Poids sec (g)	18.1
% Eau	90
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.029
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.003

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/04
 Référence interne : BEPK043

Poids frais (g)	125.1
Poids sec (g)	13.5
% 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 : 20/EVE-FOS/10/G/05
 Référence interne : BEPK044

Poids frais (g)	178.5
Poids sec (g)	21.2
% Eau	88.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/07
 Référence interne : BEPK045

Poids frais (g)	129
Poids sec (g)	15,2
% Eau	88,2
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0,14
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0,017

Référence externe : 20/EVE-FOS/10/G/08
 Référence interne : BEPK046

Poids frais (g)	204,9
Poids sec (g)	21,6
% Eau	89,5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	<0,025
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	<0,003

MicroPolluants Technologie SA

4 sur 4 Pages

BEPK034_MEG_R1

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

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

Métaux (mg/kg MS) :

As	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,40	0,10	0,25	0,20	0,18	0,24	0,38	0,27	0,13	0,31	0,11	0,20	0,11	0,21	0,20	0,19	0,09	0,71	0,08	0,18	0,15	0,13	0,07	0,18	0,05
Station 2	1,60	0,17	0,36	0,47	0,34	0,19	0,28	0,42	0,18	0,34	0,13	0,27	0,17	0,21	0,21	0,28	0,19	0,44	0,22	0,21	0,14	0,10	0,10	0,20	0,11
Station 3	0,85	0,19	0,28	0,44	0,27	0,25	0,54	0,45	0,16	0,38	0,15	0,32	0,12	0,21	0,14	0,16	0,16	0,23	0,17	0,11	0,11	0,13	0,07	0,22	0,12
Station 4	0,42	0,10	0,17	0,35	0,18	-	0,36	0,51	0,26	0,30	0,15	0,27	0,17	0,25	0,38	0,20	0,07	0,44	0,14	0,12	0,15	0,14	0,10	0,19	0,15
Station 5	0,45	0,11	0,17	0,26	0,18	0,28	0,28	0,30	0,22	0,26	0,11	0,24	0,16	0,21	0,21	0,15	0,11	0,31	0,09	0,12	0,22	0,13	0,13	0,15	0,07
Station 6	0,60	0,14	0,27	0,34	0,25	0,29	0,34	0,41	0,12	0,46	0,14	0,20	0,18	0,24	0,28	0,16	-	0,77	0,34	0,22	-	0,10	0,08	0,18	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,46	0,62	0,49	0,12	0,34	0,20	0,24	0,14	0,21	0,21	0,24	0,27	0,41	-	0,21	0,14	0,12	0,09	0,34	0,11
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,18	0,06

Cd	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,07	0,12	0,03	0,10	0,06	0,04	0,05	0,11	-	0,09	-	0,04	-	0,12	0,07	0,05	0,05	0,04	0,06	0,06	0,09	0,03	0,05	0,04	0,07
Station 2	0,15	0,12	0,08	0,18	0,09	0,08	0,06	0,17	0,03	0,10	-	0,07	0,04	0,10	0,12	0,13	0,09	0,04	0,08	0,06	0,14	0,04	0,05	0,04	0,12
Station 3	0,18	0,17	0,08	0,37	0,09	0,13	0,11	0,27	-	0,14	0,06	0,07	0,03	0,12	0,08	0,13	0,10	0,08	0,15	0,03	0,09	0,05	0,05	0,10	0,36
Station 4	0,11	0,1	0,05	0,09	0,09	-	0,06	0,12	0,03	0,10	-	0,03	0,03	0,05	0,13	0,06	0,05	0,08	0,06	0,03	0,11	0,04	0,06	0,07	0,13
Station 5	0,07	0,13	0,03	0,10	0,09	0,04	0,05	0,16	0,03	0,12	-	0,03	0,03	0,10	0,05	0,06	0,06	0,05	0,06	0,03	0,11	0,04	0,07	0,04	0,08
Station 6	0,08	0,11	0,12	0,14	0,09	0,07	0,08	0,15	0,05	0,12	-	0,04	0,04	0,11	0,08	0,08	-	0,08	0,14	0,06	-	0,04	0,06	0,13	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,08	0,07	0,17	0,03	0,13	0,03	0,06	0,03	0,12	0,07	0,09	0,25	0,05	-	0,06	0,09	0,03	0,06	0,07	0,13
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	0,07

Co	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,21	0,25	0,28	0,14	0,32	-	0,21	0,78	0,29	0,86	0,15	0,32	-	0,92	0,54	0,53	0,31	1,09	0,72	0,27	0,35	0,47	0,45	1,29	0,17
Station 2	1,29	0,38	0,34	0,37	0,34	-	0,15	0,67	0,29	0,55	0,18	0,32	0,16	0,77	0,63	0,66	0,37	0,26	0,79	0,35	0,52	0,57	0,44	1,62	0,35
Station 3	0,59	0,31	0,34	0,24	0,86	-	0,15	0,82	0,26	0,68	0,22	0,39	0,17	0,85	0,42	0,79	0,47	0,229	0,76	0,40	0,49	0,73	0,64	1,94	0,36
Station 4	0,22	0,47	0,21	0,22	0,32	-	0,20	0,56	0,29	0,81	0,17	0,16	-	0,64	0,80	0,43	0,25	0,41	0,75	0,36	0,6	0,53	0,42	1,38	0,43
Station 5	0,23	0,29	0,19	0,17	0,29	-	0,17	0,97	0,22	1,20	0,16	0,25	0,13	0,67	0,80	0,45	0,31	0,32	0,57	0,44	0,51	0,24	0,42	1,22	0,24
Station 6	0,33	0,38	0,41	0,13	0,52	-	0,18	0,76	0,59	0,37	0,18	0,27	0,14	1,43	0,55	0,67	-	0,43	0,89	0,40	-	0,51	0,32	1,69	-
Station 7	-	-	-	-	-	-	0,28	0,63	0,35	0,91	0,16	0,37	0,16	0,68	0,76	0,68	0,53	0,41	-	0,41	0,36	0,19	0,53	1,78	0,28
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,93	0,35

Cr	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,60	0,61	0,53	-	-	0,49	0,73	0,76	0,35	0,52	0,21	0,13	-	0,28	0,32	0,29	0,29	4,12	0,21	0,35	0,53	0,58	0,23	0,17	0,31
Station 2	3,00	0,79	0,62	1,29	0,70	1,00	1,38	3,45	0,26	1,65	0,45	0,92	0,38	1,66	1,34	1,36	7,39	4,74	4,23	0,38	0,86	0,92	0,62	0,37	0,78
Station 3	1,63	0,88	0,72	1,33	0,67	1,18	1,76	4,05	0,20	3,89	0,62	0,72	0,41	1,01	1,15	1,09	4,49	0,71	4,08	0,35	0,49	0,26	0,58	0,35	1,13
Station 4	1,56	0,42	0,41	0,81	0,48	-	1,51	5,7	2,15	3,75	0,65	0,57	1,09	1,62	0,96	1,11	0,60	3,66	2,12	1,33	2,28	1,58	1,04	1,05	5,2
Station 5	0,89	0,33	0,17	0,26	0,30	0,74	0,94	1,41	1,04	0,98	0,18	0,36	0,62	0,81	1,41	0,63	0,44	1,66	0,86	0,61	3,19	0,73	0,57	0,39	0,56
Station 6	0,98	0,41	0,81	0,43	0,68	1,42	2,26	4,05	0,24	2,29	0,65	0,68	0,77	1,29	2,25	0,93	-	3,49	6,97	0,88	-	0,72	0,41	1,24	-
Station 7	-	-	-	-	-	2,59	3,39	6,22	-	2,51	0,74	1,29	0,76	1,18	1,57	2,26	3,60	2,98	-	0,96	0,72	1,01	0,41	1,46	1,29
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,21

Cu	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	4,4	12,4	5,1	7,3	6,9	5,0	5,4	6,2	5,4	4,6	4,0	5,1	5,1	6,7	6,3	4,3	6,5	6,5	4,1	3,8	6,2	4,1	5,8	3,8	5,3
Station 2	9,7	13,3	5,6	10,1	7,7	5,0	4,4	6,8	6,1	5,4	5,6	7,6	7,4	6,7	6,0	5,4	10,0	9,2	6,1	4,1	5,7	3,7	6,0	4,2	10,8
Station 3	9,6	14,8	5,5	11,9	6,2	6,2	7,2	10,8	6,0	7,8	5,2	8,3	6,6	6,5	6,1	7,2	13,4	5,3	7,9	4,2	5,0	3,3	7,4	4,7	11,9
Station 4	5,2	13,5	4,0	8,0	6,4	-	5,2	9,6	5,9	4,2	4,2	4,8	5,1	13,5	6,2	4,9	4,2	8,9	6,0	3,0	5,1	2,4	5,7	5,3	10,4
Station 5	5,2	14,4	3,2	7,8	8,4	4,8	4,8	7,9	4,6	5,1	5,0	5,2	5,7	9,6	3,8	3,7	6,3	4,3	4,7	4,1	7,9	2,9	5,6	3,3	6,0
Station 6	5,0	13,6	6,9	8,9	7,2	5,3	5,7	12,0	8,6	4,4	5,3	4,9	7,1	6,7	5,6	4,4	-	6,1	8,5	3,9	-	4,6	4,1	5,7	
Station 7	-	-	-	-	-	6,1	6,2	6,4	7,0	5,0	6,0	7,2	5,4	5,9	5,9	4,6	8,7	4,9	-	3,8	4,9	2,6	5,8	5,1	9,3
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	6,9

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	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,00	-	-	0,05	0,36	-	0,60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	0,03	-	-	-
Station 2	0,00	-	-	0,13	-	-	0,58	0,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,03	-	-	-
Station 3	0,03	0,07	0,07	0,34	0,46	0,37	0,03	0,22	-	0,04	0,03	0,04	0,04	0,03	-	0,03	-	0,03	0,03	-	-	-	-	0,06	0,03
Station 4	0,04	-	-	0,05	0,08	-	0,10	0,16	0,12	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,05	-	-	0,03	-	-	-	-
Station 5	0,00	-	-	0,05	0,26	-	0,05	0,09	0,04	-	-	-	-	0,03	-	-	-	0,03	-	-	0,03	0,05	-	-	-
Station 6	0,04	-	0,07	0,22	0,18	0,12	0,18	0,32	-	-	-	0,04	-	0,03	0,17	-	-	0,04	0,03	0,04	-	0,05	-	0,03	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,23	0,62	1,51	-	0,46	0,03	0,06	-	0,04	-	0,04	0,08	0,07	-	0,03	0,04	0,04	-	0,03	0,14
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Mn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	67,0	92,0	155,0	44,0	33,0	62,0	60,0	53,0	24,0	47,0	20,0	33,0	52,8	166,4	182,0	48,0	51,0	44,7	90,9	75,7	109,0	118,0	102,0	162	40
Station 2	146,0	108,0	103,0	65,0	40,0	58,0	45,0	60,0	25,0	48,0	21,0	44,0	81,2	120,1	182,0	56,0	86,0	39,5	92,9	55,0	102,0	101,0	95,3	217	42
Station 3	81,0	100,0	116,0	46,0	50,0	65,0	39,0	76,0	24,0	70,0	22,0	43,0	66,7	106,6	123,0	44,0	60,0	28,6	87,0	56,8	118,0	172,0	96,6	198	52
Station 4	67,0	110,0	98,0	60,0	27,0	-	54,0	84,0	32,0	66,0	22,0	25,0	74,2	135,1	171,0	38,0	34,0	50,2	90,3	49,1	129,0	123,0	107,0	155	49
Station 5	66,0	99,0	76,0	50,0	40,0	68,0	44,0	55,0	27,0	55,0	21,0	35,0	85,4	152,1	64,0	39,0	57,0	43,7	83,1	52,0	96,6	66,7	105,0	153	41
Station 6	64,0	107,0	135,0	44,0	44,0	87,0	58,0	55,0	47,0	128,0	28,0	58,0	81,5	162,7	57,0	34,0	-	56,8	147,3	52,8	-	106,0	67,1	161	-
Station 7	-	-	-	-	-	71,0	58,0	72,0	34,0	69,0	23,0	80,0	61,1	121,0	67,0	46,0	60,0	47,2	-	60,1	119,0	77,3	104,0	195	48
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	32

Ni	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	4,7	6,4	3,3	9,1	7,4	2,6	4,0	5,6	8,6	7,2	3,0	4,0	3,1	5,7	6,0	4,9	8,0	11,7	6,1	3,8	3,8	2,6	6,7	4,3	7,2
Station 2	9,4	8,1	4,9	13,2	5,7	3,4	3,6	5,8	8,5	5,9	4,3	5,4	3,9	7,8	5,5	5,5	8,2	9,4	7,0	5,8	4,6	2,9	6,6	5,0	8,3
Station 3	7,0	6,6	4,3	9,7	5,6	2,7	2,7	6,2	7,6	7,3	3,5	5,1	4,1	6,2	5,5	7,9	9,8	6,9	6,9	5,6	3,8	5,4	6,0	6,0	8,7
Station 4	6,0	9,5	3,5	9,5	5,7	-	4,3	5,5	9,7	7,9	2,7	2,8	2,6	4,9	5,7	4,3	7,0	7,4	7,3	5,0	4,0	2,9	5,9	6,1	10,0
Station 5	5,6	7,3	2,8	9,4	7,2	3,2	5,5	6,4	7,6	9,6	3,5	5,9	3,5	4,4	3,8	4,6	7,7	5,9	5,8	6,5	7,4	2,6	6,6	4,8	7,2
Station 6	5,6	9,8	5,6	5,4	6,2	3,1	4,9	6,0	13,1	5,5	4,3	4,5	3,6	8,2	3,4	6,5	-	6,3	9,4	4,1	-	6,8	4,5	6,1	-
Station 7	-	-	-	-	-	2,8	4,0	6,5	10,2	7,6	3,1	4,6	4,6	6,0	4,0	5,6	8,6	7,1	-	5,1	4,1	2,6	6,9	8,8	7,8
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	8,4

Pb	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,50	0,20	0,30	0,30	0,10	0,40	0,40	0,80	0,15	0,27	0,17	0,16	0,12	0,40	0,17	0,17	0,15	0,66	0,20	0,26	0,62	0,20	0,29	0,20	0,15
Station 2	3,60	0,70	0,80	2,10	0,90	0,60	0,90	3,60	0,17	1,50	0,45	1,27	0,48	2,65	0,74	2,16	3,80	0,53	2,11	0,41	1,35	0,50	0,59	0,41	3,20
Station 3	2,60	1,70	1,00	5,60	1,60	2,00	4,30	7,10	0,14	5,81	1,83	2,07	0,47	4,27	0,91	3,23	6,36	0,77	4,65	0,33	0,79	0,30	0,66	1,13	5,07
Station 4	0,90	0,30	0,20	0,40	0,20	-	0,80	2,10	0,40	1,22	0,34	0,30	0,17	0,95	0,45	0,38	0,21	0,71	0,71	0,33	1,36	0,30	0,86	1,29	1,84
Station 5	0,60	0,20	0,30	0,50	0,30	0,40	0,50	1,50	0,31	0,78	0,15	0,24	0,14	0,92	0,51	0,32	0,26	0,45	0,44	0,35	1,74	0,30	0,75	0,43	0,46
Station 6	1,20	0,20	1,00	0,90	0,60	1,00	1,20	3,90	0,26	2,12	0,45	0,50	0,59	1,96	0,67	0,36	-	1,67	4,12	0,68	-	0,60	0,52	2,00	-
Station 7	-	-	-	-	-	1,70	1,60	4,40	0,07	1,87	0,54	0,58	0,37	3,94	0,67	1,16	3,93	1,36	-	0,45	0,89	0,40	0,46	1,61	2,13
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,06	0,19

Sb	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	-	-	-	0,13	-	-	0,16	0,13	-	-	-	-	-	0,20	-	-	-	-	-	0,13	0,30	0,43	0,15	-	0,19
Station 2	-	-	-	0,23	3,74	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,20	-	0,13	-	0,14	-	-	-	0,18
Station 3	-	0,24	-	1,91	0,61	0,70	0,54	0,47	-	0,20	0,24	-	-	-	-	0,19	0,32	0,27	0,53	-	-	-	-	0,20	0,89
Station 4	-	-	-	-	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,19	-	0,15	-	-	-	0,15
Station 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 6	-	-	-	0,13	0,93	-	-	0,20	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	-	0,14	-	-	-	-	0,35	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,27	0,17	0,40	-	0,16	-	-	-	-	-	0,18	1,30	0,16	-	-	-	-	-	0,15	0,18
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Sn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	-	-	-	-	-	-	0,16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,14	-	-	-
Station 2	0,48	-	0,14	0,28	-	0,15	0,17	0,25	-	-	-	-	-	-	-	0,15	0,31	-	0,18	-	0,15	-	-	-	0,36
Station 3	0,71	0,15	0,16	1,10	0,24	0,39	0,67	0,59	-	0,44	-	-	-	0,23	-	0,19	0,70	0,21	0,65	-	-	-	-	0,16	0,75
Station 4	-	-	-	-	-	-	0,17	0,21	-	-	-	-	-	0,35	-	-	-	0,13	-	-	-	-	-	-	0,23
Station 5	-	-	-	0,14	-	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,26	-	-	-	-	-	-
Station 6	0,15	-	0,15	-	-	-	0,28	0,17	-	-	-	-	-	-	0,23	-	-	0,28	0,25	-	-	-	-	0,30	-
Station 7	-	-	-	-	-	0,28	0,23	0,40	-	0,16	-	-	-	-	-	0,18	1,00	0,20	-	-	-	-	-	0,14	0,29
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tl	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 2	0,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 3	0,59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 4	0,21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 6	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 7	0,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

V	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	0,40	-	0,30	0,20	0,10	0,34	0,54	0,48	0,14	0,22	0,22	-	-	0,27	-	-	-	3,89	0,14	0,19	0,43	0,21	-	-	0,13
Station 2	3,10	0,23	0,40	1,10	0,40	0,53	0,71	1,05	0,38	0,53	0,20	0,20	0,24	0,44	0,39	0,39	0,67	2,62	0,67	0,26	0,68	0,22	0,17	0,18	0,16
Station 3	1,70	0,33	0,30	0,60	0,20	0,47	0,73	1,22	0,28	0,58	0,27	0,17	0,13	0,30	0,26	0,33	0,43	0,38	0,60	0,18	0,37	-	-	-	0,18
Station 4	0,50	-	0,20	0,50	0,10	-	1,42	1,44	2,46	1,05	0,25	-	0,54	0,36	0,30	0,31	-	1,41	0,69	0,38	1,06	0,98	0,38	0,85	1,08
Station 5	0,50	-	0,20	0,50	-	0,31	0,50	0,60	0,90	0,49	0,15	-	0,51	0,59	0,23	0,36	0,36	0,87	0,64	0,21	0,96	1,28	0,23	0,33	0,38
Station 6	1,10	-	0,60	1,60	0,20	1,09	1,70	2,74	0,47	3,07	0,87	0,39	1,43	1,52	0,75	0,75	-	3,13	5,12	1,08	-	0,68	0,50	0,55	-
Station 7	-	-	-	-	-	1,28	3,63	2,64	-	1,02	0,57	0,38	0,38	0,75	1,00	0,89	0,82	2,48	-	0,59	1,21	1,04	0,37	9,99	0,69
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zn	2009	2010-1	2010-2	2010-3	2010-4	2011-1	2011-2	2011-3	2012-1	2012-2	2013-1	2013-2	2014-1	2014-2	2015-1	2015-2	2016-2	2017-1	2017-2	2018-1	2018-2	2019-1	2019-2	2020-1	2020-2
Station 1	24,0	57,0	15,0	35,0	24,0	19,0	19,0	31,0	22,3	30,9	28,0	27,0	22,0	32,0	38,0	19,0	35,0	27,2	22,1	21,7	30,5	18,6	41,1	20,1	27,9
Station 2	34,0	42,0	23,0	61,0	27,0	21,0	18,0	42,0	24,3	39,8	30,0	39,0	35,0	34,0	43,0	35,0	70,0	28,9	46,9	21,5	31,2	14,5	41,1	24,1	43,4
Station 3	30,0	59,0	22,0	69,0	25,0	28,0	37,0	66,0	22,5	50,2	34,0	41,0	28,0	38,0	36,0	41,0	77,0	23,4	50,1	21,3	29,3	19,4	38,7	31,4	82,0
Station 4	38,0	101,0	20,0	35,0	21,0	-	27,0	44,0	24,3	34,7	43,0	24,0	23,0	31,0	52,0	24,0	29,0	34,7	29,2	15,9	32,8	14,7	42,7	28,6	47,2
Station 5	27,0	44,0	13,0	36,0	26,0	20,0	19,0	30,0	22,8	34,4	30,0	26,0	27,0	33,0	33,0	19,0	19,0	23,5	23,8	23,1	42,7	14,9	80,8	20,3	29,8
Station 6	34,0	100,0	32,0	31,0	25,0	30,0	29,0	60,0	39,8	52,6	33,0	29,0	32,0	37,0	37,0	26,0	-	35,6	98,3	21,9	-	28,2	28,3	37,0	-
Station 7	-	-	-	-	-	30,0	31,0	69,0	32,3	42,2	31,0	34,0	28,0	33,0	35,0	26,0	64,0	32,2	-	23,4	30,1	18,2	46,8	31,7	38,7
Station 8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,5	29,5