

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

EveRé - Fos-sur-Mer (13)



Campagne de biosurveillance – automne 2024
Historique 2009-2024

Rapport d'étude
Version 1.0

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

EveRé - Fos-sur-Mer (13)

Campagne de biosurveillance – automne 2024 Historique 2009-2024

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

N° de dossier : 24-RA-12-LS-44
N° de version : Version 1.0
Date de rendu : Décembre 2024

Destinataires : Eugénie MIRABEL
 Chargée de mission environnement
emirabel@evere.fr

Aurélie CHRISTO
 Responsable Environnement, Laboratoire et Communication
achristo@evere.fr

Affaire suivie par : Matthieu BAGARD
 Responsable d'études
matthieu.bagard@biomonitor.fr

Ce rapport comporte **63 pages** y compris les annexes. La reproduction de ce rapport n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

| | Rédaction | Vérification | Approbation |
|------------------|---|--|---|
| Nom | L. STENGER | M. BAGARD | J. MERSCH |
| Fonction | Chargé d'études | Responsable d'études | Gérant |
| <i>Signature</i> |  |  |  |

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| LISTE DES FIGURES | 4 |
| LISTE DES TABLEAUX..... | 4 |
| 1. CADRE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION | 5 |
| 1.1. Cadre | 5 |
| 1.2. Objectifs..... | 5 |
| 1.3. Organisation des études..... | 6 |
| 2. DESCRIPTION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE..... | 6 |
| 2.1. Méthode mise en œuvre | 6 |
| 2.2. Localisation des stations de mesures | 6 |
| 2.2.1. Aire d'étude..... | 6 |
| 2.2.2. Macro-implantation..... | 7 |
| 2.2.3. Micro-implantation..... | 9 |
| 2.3. Déroulement de la campagne | 11 |
| 2.4. Procédures analytiques et expression des résultats | 11 |
| 2.5. Laboratoire d'analyses | 12 |
| 2.6. Modalités d'interprétation des résultats | 12 |
| 2.6.1. Comparaison des résultats entre stations..... | 12 |
| 2.6.2. Comparaison aux valeurs repères | 12 |
| 2.6.3. Comparaison aux valeurs de gestion | 13 |
| 2.6.4. Comparaison aux valeurs historiques | 13 |
| 3. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES | 13 |
| 3.1. Analyse de la rose des vents | 13 |
| 3.2. Fréquence d'exposition des stations de mesures | 14 |
| 4. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES..... | 15 |
| 4.1. Résultats de la campagne automnale 2024 pour les PCDD/F | 15 |
| 4.2. Evolution des résultats depuis 2009 | 16 |
| 5. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE MÉTAUX..... | 19 |
| 5.1. Résultats de la campagne automnale 2024 pour les métaux | 19 |
| 5.2. Evolution des résultats de 2009 à 2024 | 21 |
| 5.2.1. Principe | 21 |
| 5.2.2. Analyse élément par élément | 21 |
| 6. CONCLUSION | 34 |
| ANNEXES..... | 35 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|---|----|
| Figure 1. Plan de localisation des stations de biosurveillance active par les ray-grass autour du centre de traitement multifilière EveRé à Fos-sur-Mer | 8 |
| Figure 2. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 1 ^{er} au 29 octobre 2024 (source : Météo-France) | 14 |
| Figure 3. Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées exposées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer | 17 |
| Figure 4. Concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 22 |
| Figure 5. Concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 23 |
| Figure 6. Concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 23 |
| Figure 7. Concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 24 |
| Figure 8. Concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 25 |
| Figure 9. Concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 26 |
| Figure 10. Concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) .. | 27 |
| Figure 11. Concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 28 |
| Figure 12. Concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 29 |
| Figure 13. Concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 30 |
| Figure 14. Concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 31 |
| Figure 15. Concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 32 |
| Figure 16. Concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS) | 33 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1. Procédures analytiques et expression des résultats | 12 |
| Tableau 2. Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 1 ^{er} au 29 octobre 2024 | 15 |
| Tableau 3. Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 1 ^{er} au 29 octobre 2024 autour du site EveRé | 16 |
| Tableau 4. Concentrations en métaux (en mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 1 ^{er} au 29 octobre 2024 dans l'environnement du site EveRé | 20 |

1. CADRE ET OBJECTIFS DE L'INTERVENTION

1.1. Cadre

L'étude réalisée concerne la surveillance de l'impact sur l'environnement 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 de 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'incinération, dans l'arrêté du 20 septembre 2002. C'est sur cette base que les modalités de surveillance environnementale du site ont été prescrites, avec en particulier le suivi des traceurs spécifiques de l'UVE (dioxines/furannes et 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.

Depuis la publication de l'**arrêté n°2021-86-PC du 17 août 2021**, la surveillance environnementale des retombées atmosphériques de PCDD/F au voisinage d'EveRé est assurée à fréquence semestrielle au moyen d'un réseau de sept stations de mesure (jauges Owen). À la demande de l'exploitant, le suivi des retombées dans les graminées a été maintenu depuis 2022, ce qui permet de préserver la surveillance de l'impact environnemental des émissions atmosphériques d'EveRé sur les végétaux, conformément à l'AM du 20 septembre 2002 et à l'article 1.1 de l'APC du 17 août 2021. Le suivi dans les graminées a démarré en 2009 par l'établissement d'un état initial puis a été renouvelé chaque année depuis 2010, en période de fonctionnement nominal du site EveRé.

Le programme de surveillance réalisé en **2024** suit la procédure déjà appliquée les années précédentes, avec deux campagnes annuelles de biosurveillance active à l'aide de cultures standardisées de ray-grass (norme NF X 43-901). Le présent rapport s'applique à présenter les résultats de la seconde des deux campagnes annuelles, réalisée en **automne 2024**, ainsi que l'**historique depuis 2009** des données obtenues dans le cadre de la surveillance environnementale du site.

1.2. Objectifs

Dans le cadre du programme de surveillance environnemental engagé par EveRé, la société BioMonitor a été chargée des mesures sur les **cibles végétales**.

L'étude consiste en :

- la réalisation de mesures fondées sur une méthode de biosurveillance¹ active normalisée NF X43-901 ;
- 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 24-RA-07-LS-27.

2. DESCRIPTION DU PROGRAMME DE SURVEILLANCE

2.1. Méthode mise en œuvre

La méthode retenue pour cette étude fait appel à des cultures standardisées de ray-grass selon la norme AFNOR **NF X43-901**. Cette méthode de biosurveillance active permet d'évaluer de manière standardisée les retombées atmosphériques sur des matrices végétales sur des sites et des périodes d'exposition choisies. L'existence de valeurs repères issues d'une large base de données et de valeurs réglementaires laissent la possibilité d'effectuer une interprétation approfondie des résultats.

2.2. Localisation des stations de mesures

2.2.1. 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 dense en matière d'activités industrielles. À proximité de l'installation sont ainsi recensés :

- au nord-est, les installations des sociétés LafargeHolcim et Solamat ;
- au nord/nord-est, l'aciérie Ascometal ;
- au nord-ouest, une zone de friche puis le site de pétrochimie 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.

2.2.2. Macro-implantation

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 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 (**figure 1**).

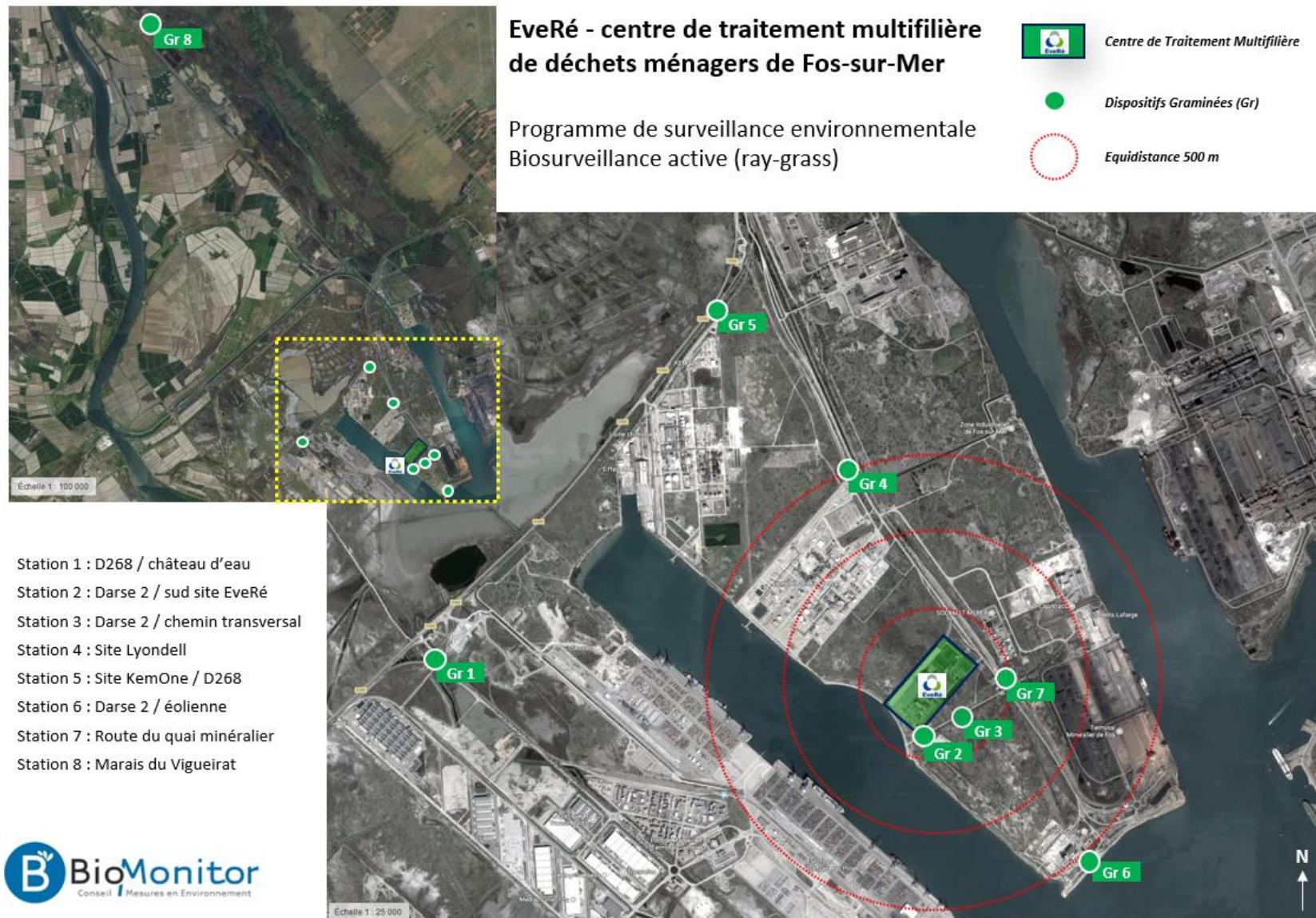
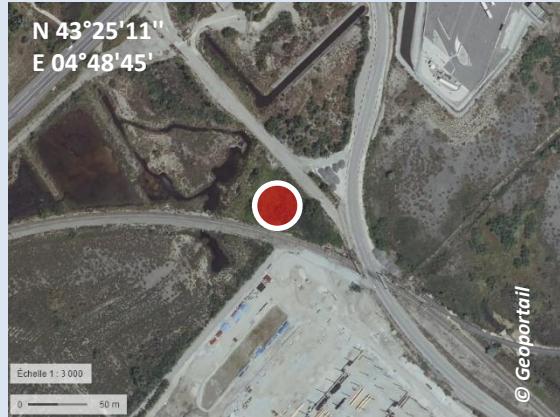


Figure 1. Plan de localisation des stations de biosurveillance active par les ray-grass autour du centre de traitement multifilière EveRé à Fos-sur-Mer

2.2.3. Micro-implantation

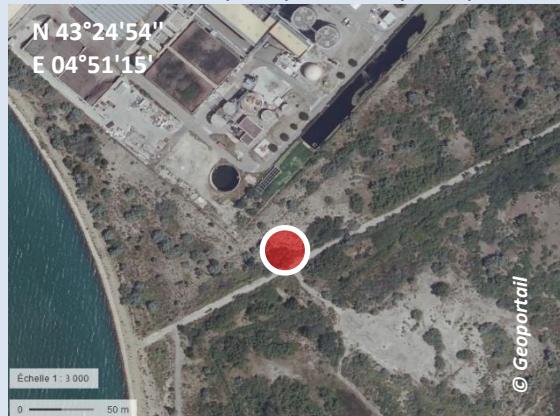
Station 1 : D268 Château d'eau

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).



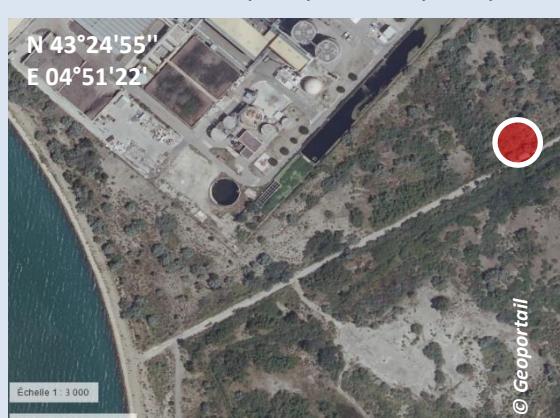
Station 2 : Darse 2 - Limite de propriété sud du site

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.

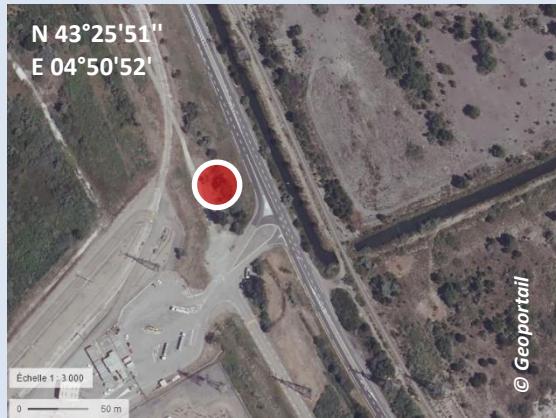


Station 4 : Site Lyondell

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



Source: BioMonitor



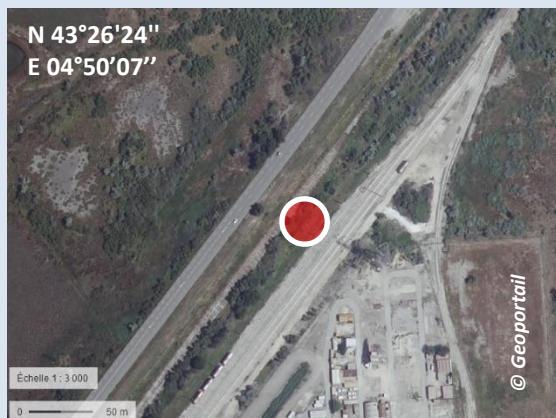
© Geoportail

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.



Source: BioMonitor



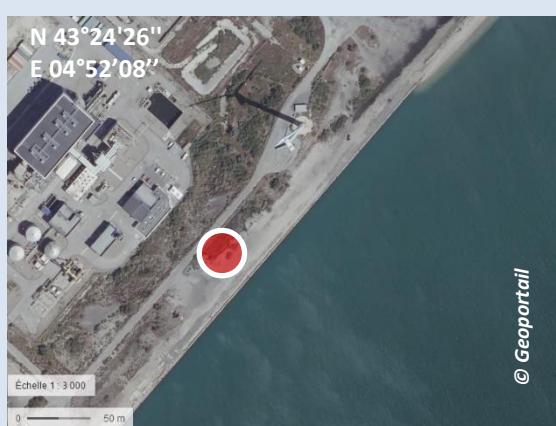
© Geoportail

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.



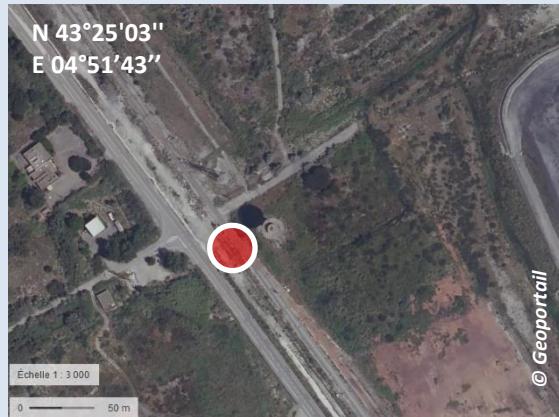
Source: BioMonitor



© Geoportail

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 : Marais 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).



2.3. Déroulement de la campagne

Les plantes ont été pré-cultivées sous serre pendant 6 semaines puis installées sur site le **1^{er} octobre 2024 et retirées le 29 octobre 2024**, soit une durée de **28 jours** conforme aux prescriptions de la norme NF X 43-901 (28 +/- 2 jours).

D'après les informations communiquées par l'exploitant, l'UVE a fonctionné en régime normal lors de la période d'exposition des graminées.

2.4. Procédures analytiques et expression des résultats

Les contaminants recherchés et les caractéristiques des méthodes analytiques mises en œuvre sont présentés dans le **tableau 1** 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 1. Procédures analytiques et expression des résultats

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

(a) Chromatographie gazeuse haute résolution avec spectromètre de masse haute résolution.

(b) Plasma à couplage inductif avec spectromètre de masse.

(c) Spectrométrie de fluorescence atomique.

(d) Incertitude analytique exprimée par élément : As=20%, Cd=30%, Co=25%, Cr=30%, Cu=30%, Hg=25%, Mn=25%, Ni=35%, Pb=30%, Sb=25%, Sn=25% Tl= 25%, V=25% et Zn=25%

2.5. 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.

2.6. Modalités d'interprétation des résultats

2.6.1. 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**). À ce niveau, on tiendra compte des conditions météorologiques et des influences d'autres sources potentielles sur la zone d'étude.

2.6.2. Comparaison aux valeurs repères

Pour certaines matrices (air ambiant, denrées alimentaires, alimentation animale, etc.), les résultats des campagnes de surveillance peuvent être comparés à des valeurs réglementaires (teneurs maximales, seuils d'intervention, etc.). Pour la méthode de biosurveillance des retombées par les

graminées, il n'existe pas de valeurs réglementaires ou de seuils basés sur des travaux récents permettant de qualifier le degré d'impact observé en cas de dépassement de la référence locale. Pour permettre une interprétation approfondie des données de surveillance environnementale à l'aide d'outils standardisés et actualisés, BioMonitor a mis au point une grille d'interprétation fondée sur l'analyse statistique des données de surveillance collectées par notre bureau d'études pendant les quatre dernières années sur l'ensemble du territoire français. La méthodologie de construction de cette grille est détaillée en **annexe 1**. Les valeurs repères ainsi déterminées sont présentées dans les tableaux de résultats ci-après.

La grille d'évaluation de BioMonitor est composée de deux seuils :

- le **seuil de vigilance**, en-dessous duquel les résultats sont considérés comme conformes aux valeurs attendues hors influence industrielle (valeur haute de la gamme témoin) ;
- le **seuil de retombées significatives**, au-dessus duquel on identifie des dépôts nettement supérieurs au niveau de fond attendu hors influence industrielle, dont la source doit être confirmée par des investigations complémentaires.

Les valeurs dépassant le seuil de vigilance mais qui restent inférieures au seuil de retombées significatives indiquent des dépôts plus marqués qu'attendus hors influence industrielle mais qui ne traduisent pas nécessairement un impact environnemental préoccupant. De telles valeurs restent à surveiller, notamment dans le cas d'une tendance à la hausse, d'un caractère récurrent ou d'un changement d'usage des milieux.

2.6.3. Comparaison aux valeurs de gestion

À titre indicatif, dans le cas de certains contaminants, 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.

2.6.4. Comparaison aux valeurs historiques

Les résultats des campagnes réalisées en 2024 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.

3. CONDITIONS D'EXPOSITION DES STATIONS DE MESURES

3.1. Analyse de la rose des vents

L'analyse météorologique est réalisée à partir des données horaires collectées auprès de la station Météo-France d'Istres (43°31'21"N ; 04°55'39"E) localisée à 12 km au NNE du site. La **figure 2** ci-après présente les roses des vents correspondant à la période d'exposition des graminées du 01 au 29

octobre 2024. 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.

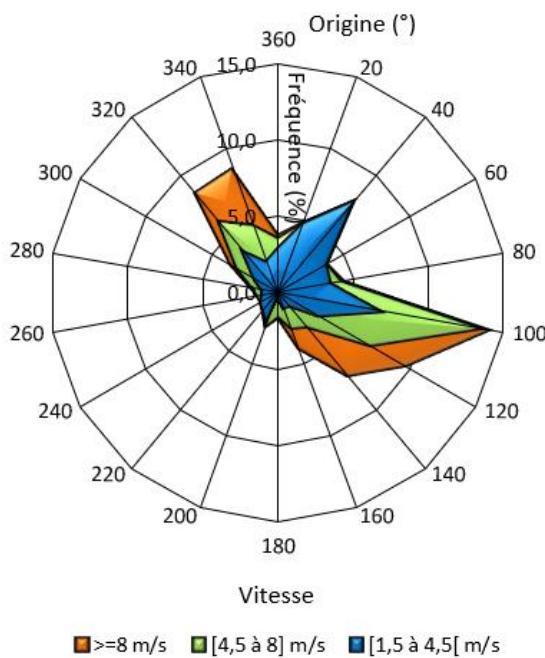


Figure 2. Régime des vents enregistrés lors de la période d'exposition des cultures standardisées de ray-grass du 1^{er} au 29 octobre 2024 (source : Météo-France)

La période d'exposition des graminées a été venteuse avec seulement 9,8 % des observations pour lesquelles les vents sont considérés comme calmes (vitesse inférieure à 1,5 m/s), c'est-à-dire sans influence significative sur la dispersion des rejets atmosphériques. Les vents observés proviennent de l'est/sud-est (90° - 150°) dans 30,8 % des cas et dans une moindre mesure du nord-ouest (310° - 350°) pour 17,1 % des occurrences et du nord-est (30° - 50°, 7,8 % des cas). Les vents en provenance du secteur sud-ouest sont très peu représentés. Les vents mesurés sont faibles (entre 1,5 et 4,5 m/s) pour 49,6 % des observations, modérés (entre 4,5 et 8 m/s) pour 24,3 % des cas et forts (supérieur à 8 m/s) pour des 16,3 % des enregistrements.

3.2. Fréquence d'exposition des stations de mesures

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

Tableau 2. Taux d'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé des stations de graminées lors de la période d'exposition du 1^{er} au 29 octobre 2024

| Stations | Distance /source (km) | Orientation /source | Occurrence moyenne de vent relative à l'orientation des dispositifs | |
|------------------|-----------------------|---------------------|---|------------------|
| Station 1 | 3,4 | O | 90° | 25 - 30 % |
| Station 2 | 0,4 | S | 360° | 15 - 20 % |
| Station 3 | 0,4 | S/SE | 340° | 20 - 25 % |
| Station 4 | 1,5 | N/NO | 160° | 10 - 15 % |
| Station 5 | 2,8 | NO | 140° | 20 - 25 % |
| 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 les stations 3, 5 et 6 ont été les plus exposées aux vents en provenance du site pendant la période d'exposition des graminées, suivie par la station 2. Les stations 4 et 7 présentent les taux d'exposition les plus faibles de la zone d'étude. L'éloignement important de la station 8 permet de confirmer sa typologie de témoin rural. Le témoin haut (station 1) a quant à lui été plus exposé qu'habituellement aux vents en provenance de l'UVE.

4. RETOMBÉES ATMOSPHERIQUES DE DIOXINES/FURANNES

4.1. Résultats de la campagne automnale 2024 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 2024 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière EveRé sont détaillées dans le **tableau 3** 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 (TEQ_{max}), c'est-à-dire que les valeurs inférieures aux seuils de quantification ont été considérées comme étant égales à ces mêmes seuils.

Les teneurs en PCDD/F les plus faibles de la zone d'étude, conformes aux valeurs attendues hors influence industrielle, sont enregistrées sur les **stations 1 et 8**, ce qui confirme leur statut de témoins d'étude. Sur les stations d'impact potentiel, les concentrations sont homogènes et toutes équivalentes à celles mesurées sur les deux témoins (stations 1 et 8). À titre indicatif, la teneur maximale admise dans les fourrages, fixée à 0,85 pg OMS-TEQ/g MS, est respectée sur l'ensemble de la zone d'étude.

Aucun impact significatif en lien avec les activités de l'UVE n'est mis en évidence concernant les PCDD/F lors de cette campagne de mesures.

Tableau 3. Concentrations en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g de matière sèche – TEF 2005) dans les graminées exposées du 1^{er} au 29 octobre 2024 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 | 0,28 |
| Station 3 | Darse 2 / Chemin transversal | Impact potentiel | S/SE | 0,4 | 0,26 |
| Station 6 | Darse 2 / Eolienne | Axe SE | S/SE | 1,7 | 0,26 |
| Station 7 | Route du quai minéralier | | E/SE | 0,6 | 0,27 |
| Station 4 | Site Lyondell | Impact potentiel | N/NO | 1,5 | 0,30 |
| Station 5 | Site KemOne / D268 | Axe NO | NO | 2,8 | 0,31 |
| Station 1 | D268 / Château d'eau | Témoin haut | O | 3,4 | 0,25 |
| Station 8 | Mas du Vigueirat | Témoin bas | NO | 15,4 | 0,25 |
| Seuil de vigilance ^(a) | | | | | 0,40 |
| Seuil de retombées atmosphériques^(b) | | | | | 0,74 |
| Teneur maximale autorisée dans les fourrages ^(c) | | | | | 0,85 |

(a) Valeur haute de la gamme de valeurs de sites d'exposition témoin obtenue par Biomonitor selon la norme XP X 43-910.

(b) Seuil de retombées significatives déterminé selon Cecconi et al. (2019)

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

4.2. Evolution des résultats depuis 2009

La **figure 3** 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.

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

- la campagne 2009, qui constitue l'état initial ;
- la période 2010-2011, au cours de laquelle des teneurs marquées ont été observées ;
- la période 2012-2019, durant laquelle les teneurs tendent à diminuer puis à se stabiliser ;
- la période 2020-2022, pendant laquelle des concentrations élevées sont de nouveau relevées.
- les campagnes 2023 et 2024, qui correspondent à une baisse des concentrations.

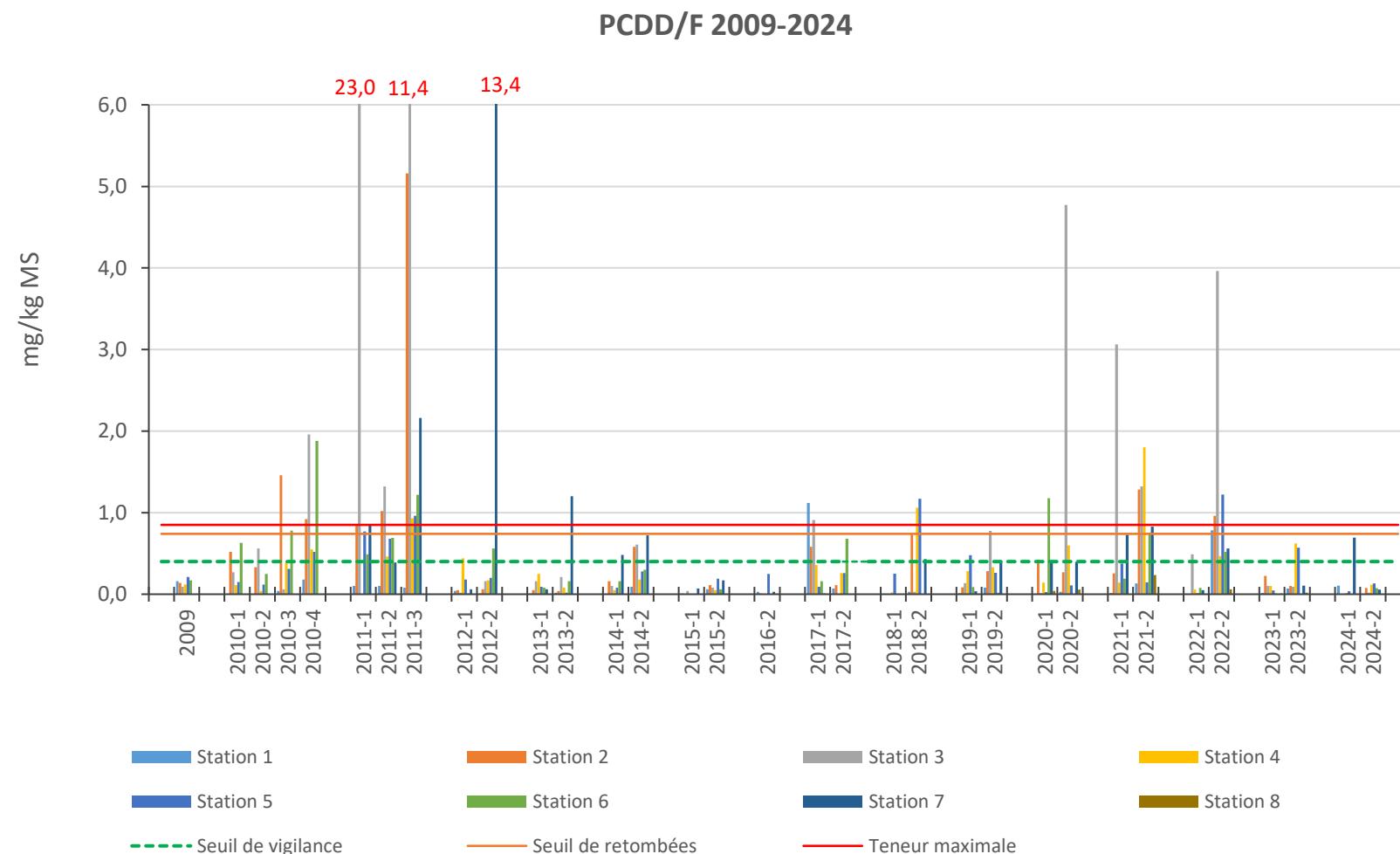


Figure 3. Evolution des teneurs en dioxines/furannes (pg OMS-TEQ/g – TEF 2005 de MS) dans les graminées exposées depuis 2009 dans l'environnement du Centre de Traitement Multifilière de déchets ménagers EveRé à Fos-sur-Mer

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 industriel peu impacté, voire en milieu rural pour certaines stations. Il est également à noter que ces mesures ont été réalisées durant une période de sous-activité industrielle de la ZIP de Fos-sur-Mer (certains sites étaient en effet en activité réduite 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.

Situation en 2012 - 2019 :

Une tendance à la baisse des niveaux de PCDD/F est constatée par rapport à 2011. Les teneurs sont pour la plupart inférieures au seuil sanitaire et restent globalement conformes aux valeurs attendues dans des zones non impactées par un émetteur. Quelques valeurs plus élevées sont observées, excédant parfois le seuil réglementaire, notamment en 2012 et 2013 pour la station 7, en 2017 pour la station 1 et en 2018 pour les stations 4 et 5. Toutefois, ces observations restent ponctuelles et sont souvent décorrélées de l'exposition des stations aux vents en provenance d'EveRé.

Situation en 2020-2022 :

Les résultats relevés depuis 2020 montrent des valeurs plus élevées, notamment sur la station 3. Lors des campagnes d'automne, les concentrations relevées apparaissent en moyenne supérieures à celles enregistrées lors des campagnes de printemps. Les niveaux de retombées en PCDD/F sont également plus marqués dans la zone d'influence de l'UVE en comparaison aux sites témoins.

Evolution récente (2023-2024) :

Comme en 2023, l'année 2024 est caractérisée par des concentrations en PCDD/F faibles. Aucune valeur ne dépasse le seuil de retombées significatives.

5. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES DE METAUX

5.1. Résultats de la campagne automnale 2024 pour les métaux

Le **tableau 4** ci-après présente les résultats relatifs aux métaux mesurés dans les graminées exposées en automne 2024. Les résultats détaillés sont notifiés dans les bordereaux analytiques en **annexe 4**. Les valeurs supérieures aux deux témoins locaux sont soulignées, celles supérieures au seuil de vigilance sont en gras et celles excédant le seuil de retombées sont indiquées en orange.

Les **stations 1 et 8** présentent des teneurs globalement conformes à celles attendues dans une zone hors influence de source émettrice. Cependant, sur la **station 1**, les concentrations en Cu, Ni et Zn sont supérieures au seuil de vigilance tandis que celle en Pb excède le seuil de retombées significatives. Seules les niveaux en Cu et Ni dépassent le seuil de vigilance sur la **station 8**.

Dans la majorité des cas, les concentrations relevées sur les stations d'impact potentiel ne se démarquent pas significativement de celles mesurées sur le témoin haut (**station 1**). Toutefois, les teneurs en As et Co sur les **stations 1 et 2**, en Cd sur la **station 1**, en Cr sur les **stations 1, 2 et 4** et en V sur les **stations 2, 3, 4, 6 et 7** sont supérieures aux valeurs observées sur les deux témoins (**stations 1 et 8**). Dans le cas de l'As et du Co, les niveaux restent dans la gamme des valeurs caractéristiques d'une zone non impactée. La plupart des stations, y compris les **stations 1 et 8**, témoins de l'étude, affichent des valeurs en Cu, Ni et Zn supérieures au seuil de vigilance. Le seuil de retombées significatives est atteint pour le Cr sur les **stations 3 et 4**, pour le Cu sur la **station 3** et pour le Pb sur les **stations 2, 3, 4, 5 et 7** mais aussi sur la **station 1**, témoin industriel de l'étude.

Ces résultats mettent en avant une imprégnation globale de la zone d'étude en éléments métalliques concernant également le témoin haut de l'étude (**station 1**) pour le Cu, le Ni, le Pb et le Zn. Pour l'ensemble des éléments recherchés, aucune corrélation claire avec les conditions d'exposition des stations aux vents en provenance de l'UVE n'est mise en évidence. Ces résultats rappellent le contexte industriel de la zone d'étude et la présence d'autres sources émettrices au voisinage de l'UVE.

À titre indicatif, les teneurs maximales en As, Cd, Hg et Pb admises dans les fourrages n'ont pas été dépassées.

Tableau 4. Concentrations en métaux (en mg/kg de MS) dans les graminées exposées du 1^{er} au 29 octobre 2024 dans l'environnement du site EveRé

| Stations | Nom | Typologie | As | Cd | Co | Cr | Cu | Hg | Mn | Ni | Pb | Sb | Sn | Tl | V | Zn |
|---|--------------------------|--------------------------|------|------|------|------|------|-------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|----|
| Station 2 | Darse 2 Sud EveRé | | 0,12 | 0,10 | 0,30 | 0,83 | 5,9 | <0,03 | 30 | 3,3 | 1,23 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,32 | 34 |
| Station 3 | Darse 2 Chemin transv. | Impact principal Axe SE | 0,11 | 0,06 | 0,27 | 1,13 | 11,9 | <0,03 | 23 | 8,7 | 2,19 | <0,13 | 0,19 | <0,13 | 0,32 | 50 |
| Station 7 | Route du quai minéralier | | 0,08 | 0,06 | 0,20 | 0,51 | 10,0 | <0,03 | 22 | 9,3 | 0,78 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,32 | 43 |
| Station 6 | Darse 2 Eolienne | | 0,10 | 0,06 | 0,20 | 0,37 | 9,8 | <0,03 | 22 | 9,1 | 0,27 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,34 | 45 |
| Station 4 | Site Lyondell | Impact secondaire Axe NO | 0,08 | 0,06 | 0,17 | 1,50 | 8,7 | <0,03 | 21 | 7,9 | 0,90 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,28 | 37 |
| Station 5 | Site KemOne | | 0,09 | 0,07 | 0,21 | 0,45 | 10,3 | <0,03 | 20 | 9,6 | 0,71 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,20 | 46 |
| Station 1 | D268 Château d'eau | Témoin haut | 0,07 | 0,05 | 0,16 | 0,33 | 9,6 | <0,03 | 18 | 9,3 | 1,81 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 0,15 | 42 |
| Station 8 | Marais du Vigueirat | Témoin bas | 0,07 | 0,04 | 0,16 | 0,14 | 9,2 | <0,03 | 16 | 9,0 | 0,08 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | <0,13 | 37 |
| Seuil de vigilance^(a) | | | 0,14 | 0,06 | 0,49 | 0,40 | 4,1 | 0,03 | 93 | 5,5 | 0,19 | 0,13 | - | 0,13 | 0,15 | 29 |
| Seuils de retombées significatives^(b) | | | 0,26 | 0,11 | 0,91 | 0,74 | 7,7 | 0,05 | 174 | 10,2 | 0,36 | 0,23 | - | 0,23 | 0,28 | 54 |
| Teneurs maximales^(c,d) | | | 2,27 | 1,14 | - | - | - | 0,11 | - | - | 34,1 | - | - | - | - | |

(a) Seuil haut de la gamme de valeurs repères représentatives de sites d'exposition témoin déterminée par Biomonitor selon la norme XP X 43-910

(b) Seuil de retombées significatives déterminé selon Cecconi et al. (2019)

(c) 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.

(d) 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

5.2. Evolution des résultats de 2009 à 2024

5.2.1. 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. L'historique des résultats est présenté pour les éléments régulièrement détectés sous formes d'histogrammes (**figures 4 à 16**). 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 (association entre éléments et origine des dépôts). Les résultats sont également comparés aux valeurs interprétatives (seuil de vigilance, 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.

5.2.2. Analyse élément par élément

Les **figures 4 à 16** présentent élément par élément les teneurs métalliques observées depuis 2009. Pour chacun des métaux, le seuil de vigilance et le seuil de retombées significatives sont visualisés respectivement par une ligne horizontale verte et orange. Pour certains métaux, la valeur réglementaire (teneur maximale dans les fourrages) est représentée par une ligne horizontale rouge.

■ Cas de l'arsenic (As)

Pour l'As, le seuil de vigilance est fixé à 0,14 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour l'arsenic est de 0,26 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.

Pour cet élément, la situation a globalement évolué favorablement depuis l'état initial établi en 2009. 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). 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, sur les stations d'impact potentiel, 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 de trois valeurs atteignant le seuil de retombées au printemps 2020 sur la station 7 et à l'automne 2021 sur la station 4. En 2024, l'ensemble des valeurs sur les deux campagnes sont inférieures au seuil de vigilance. Pour cet élément, l'ensemble des concentrations est nettement en-deçà du seuil sanitaire de 2,27 mg/kg de MS.

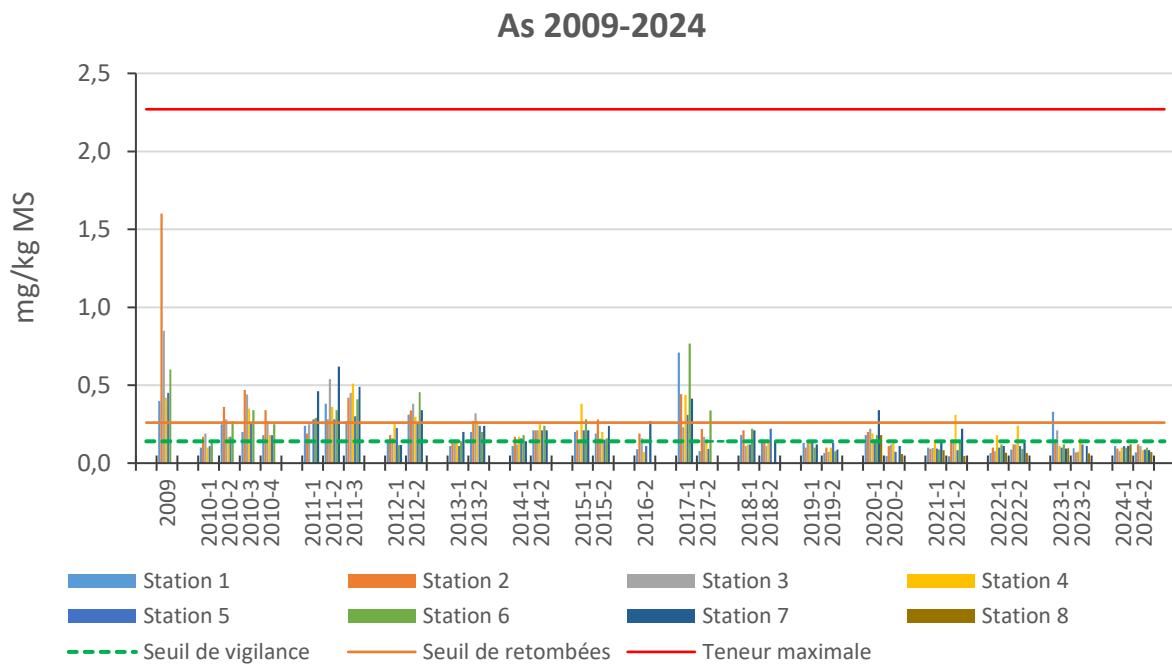


Figure 4. Concentrations en arsenic (As) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

■ Cas du cadmium (Cd)

Pour le Cd, le seuil de vigilance est fixé à 0,06 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 0,11 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.

À 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 du seuil de vigilance. 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. Entre 2020 et 2022, l'imprégnation moyenne des stations d'impact potentiel est plus marquée à l'automne qu'au printemps.

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.

Cd 2009-2024

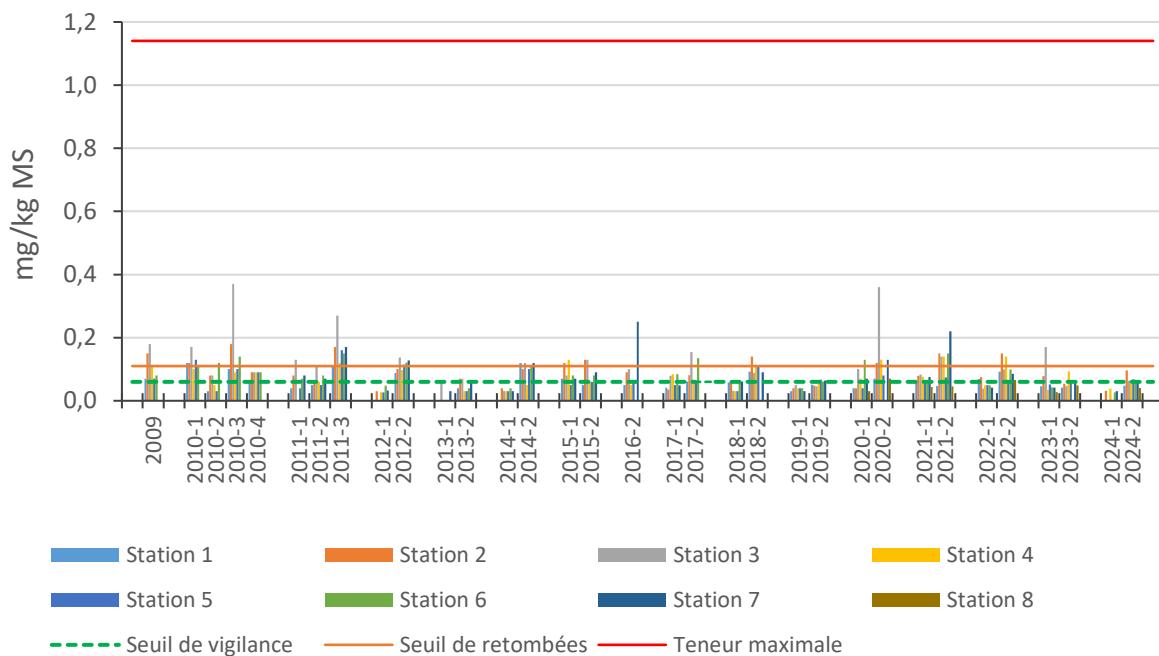


Figure 5. Concentrations en cadmium (Cd) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

■ Cas du cobalt (Co)

Pour le Co, le seuil de vigilance est fixé à 0,49 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives définis pour le cobalt est de 0,91 mg/kg de MS.

Co 2009-2024

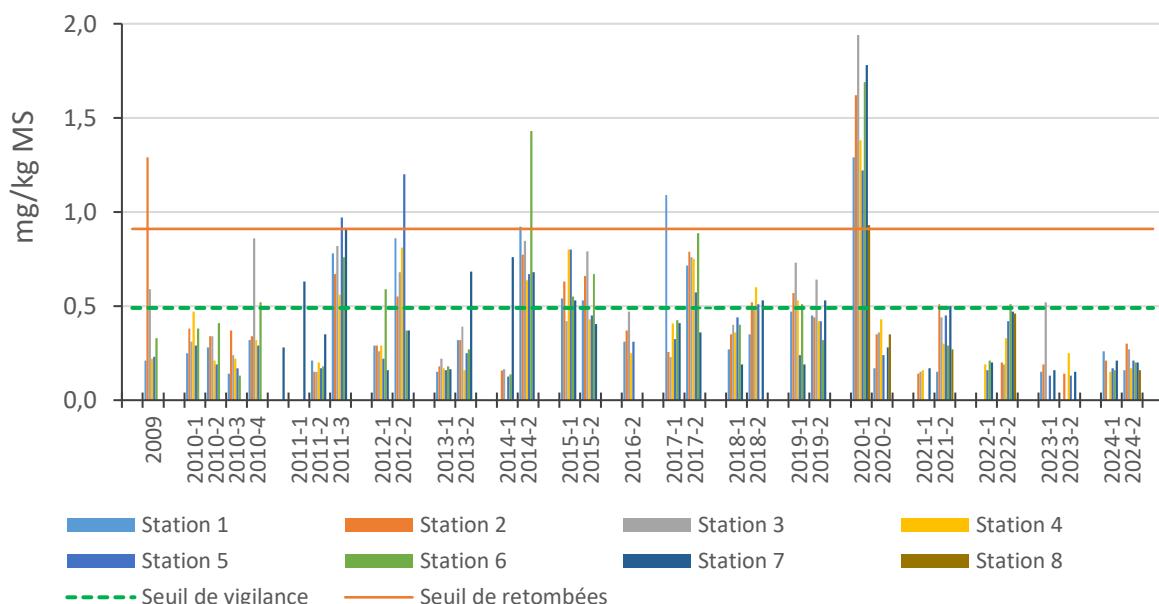


Figure 6. Concentrations en cobalt (Co) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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, la valeur est supérieure au seuil de retombées. 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 2020 montrent un retour à la normale des teneurs en Co, à des niveaux conformes aux valeurs repères témoin. Depuis lors, les résultats des différentes campagnes viennent confirmer ce constat : toutes les concentrations mesurées sur la zone d'étude sont inférieures au seuil de vigilance.

■ Cas du chrome (Cr)

Pour le Cr, le seuil de vigilance est fixé à 0,40 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 0,74 mg/kg de MS.

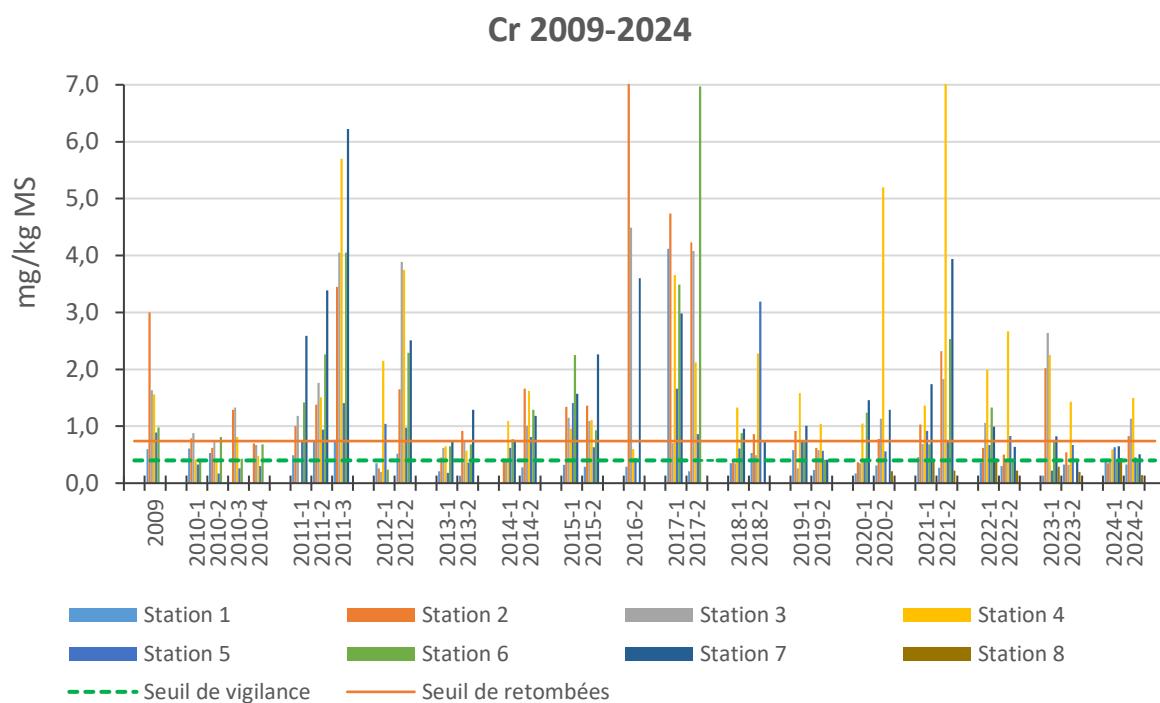


Figure 7. Concentrations en chrome (Cr) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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, 2016-2017 et 2021 concentrent les dépôts de Cr les plus marquées. Les campagnes réalisées depuis 2022 mettent en avant une baisse des concentrations par rapport à celles d'automne 2021, mais les valeurs demeurent élevées, notamment 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. À 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 industrielo-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, le seuil de vigilance est fixé à 4,1 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 7,7 mg/kg de MS.

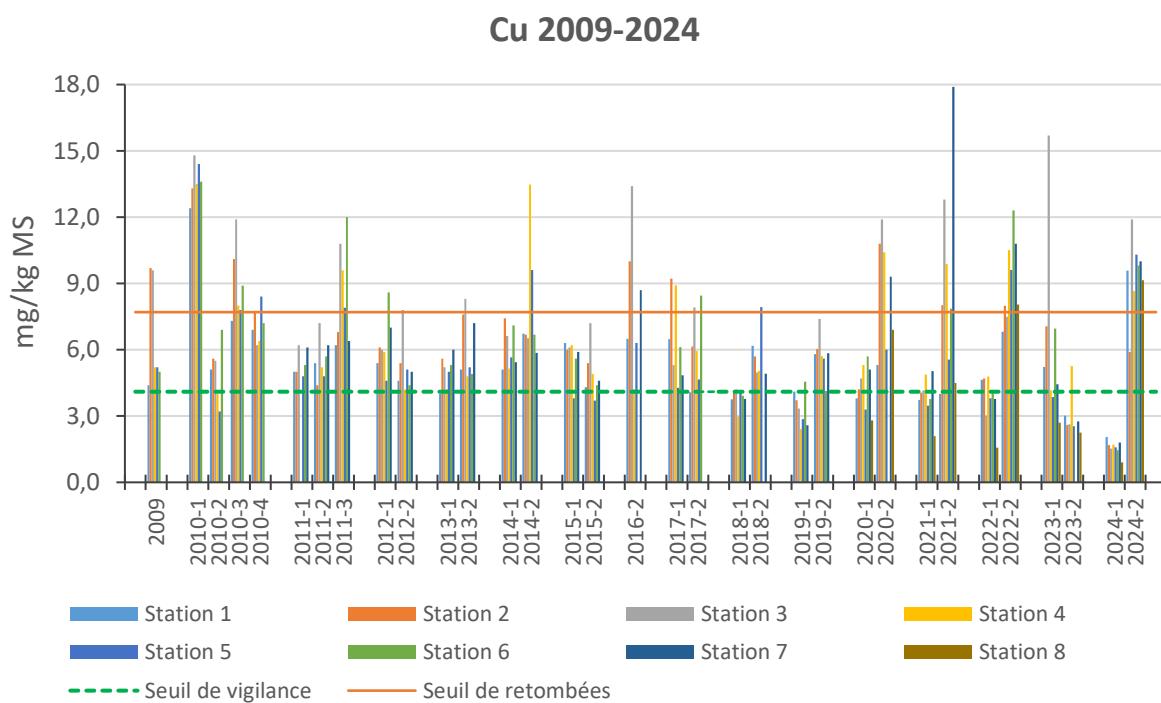


Figure 8. Concentrations en cuivre (Cu) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Les niveaux de dépôts en Cu les plus importants ont été relevés début 2010. Depuis cette campagne, les teneurs en Cu affichent une certaine homogénéité d'une station et d'une année à l'autre. Des valeurs ponctuellement plus marquées sont observées. Celles-ci ne peuvent pas être mises en relation avec l'activité du site d'EveRé mais elles excèdent régulièrement le seuil de retombées significatives. Entre 2020 et 2022 et en 2024, les campagnes automnales font apparaître des niveaux de Cu nettement supérieurs à ceux relevés lors des campagnes printanières et fluctuant autour du seuil de retombées significatives. Ce phénomène concerne également les témoins d'étude (stations 1 et 8). Les résultats des campagnes de surveillance traduisent des retombées en Cu à des niveaux attendus en zone industrielle mais qui n'indiquent pas d'impact spécifique de l'UVE.

■ Cas du mercure (Hg)

Pour le Hg, le seuil de vigilance est fixé à 0,03 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour cet élément est de 0,05 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.

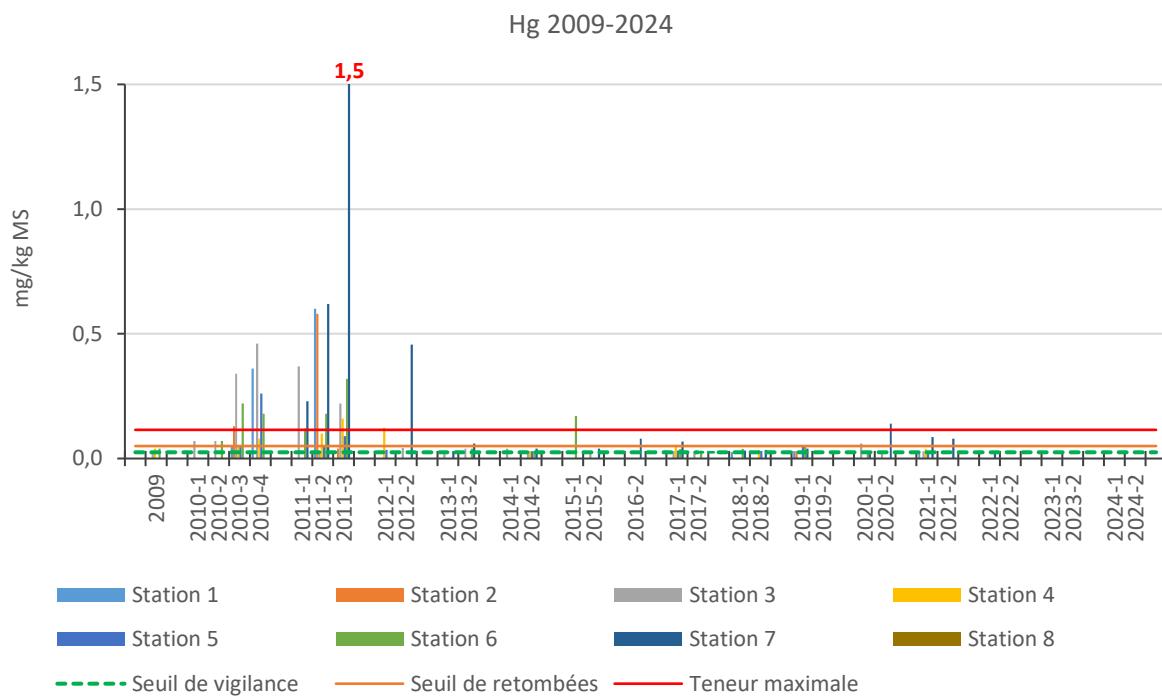


Figure 9. Concentrations en mercure (Hg) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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 2020 et 2021 (station 7). Hormis ces cas isolés, les teneurs en Hg restent en général inférieures aux limites de quantification, et donc au seuil de retombées significatives fixé à 0,11 mg/kg de MS.

■ Cas du manganèse (Mn)

Pour le Mn, le seuil de vigilance est fixé à 93 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives du manganèse est fixé à 174 mg/kg de MS.

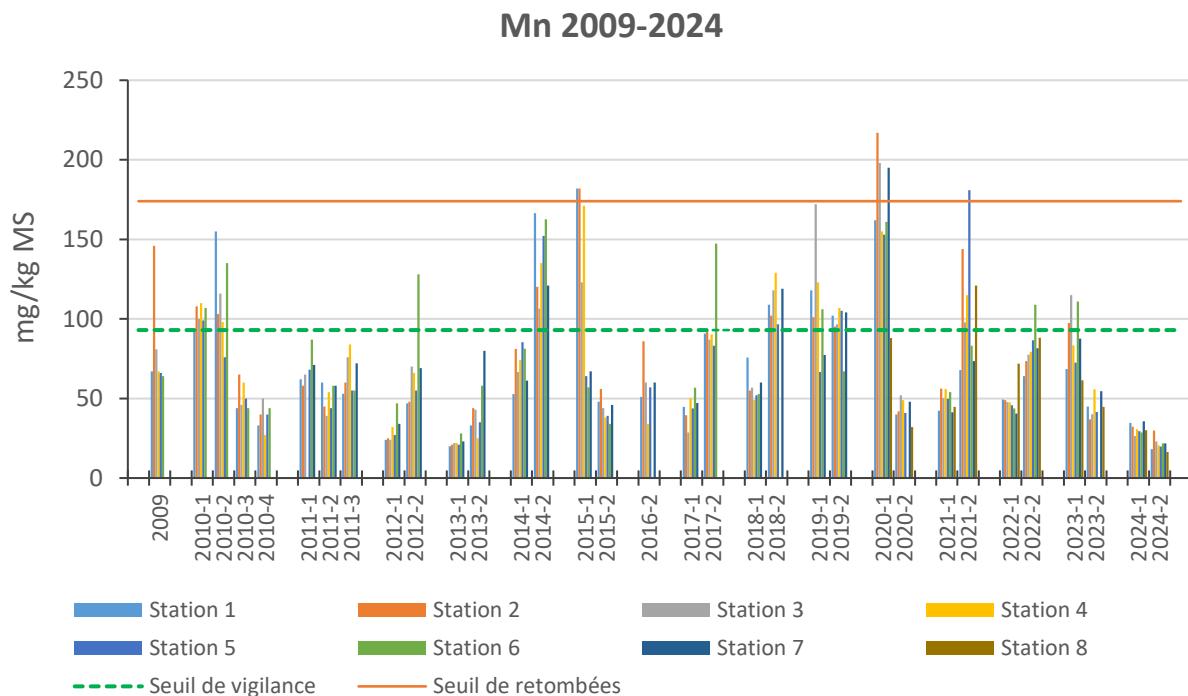


Figure 10. Concentrations en manganèse (Mn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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

Les concentrations, plus marquées, obtenues lors des campagnes de printemps 2020 et d'automne 2021 ne sont plus observées depuis 2022. En 2024, les teneurs sont les plus faibles depuis le début de la surveillance autour de l'UVE.

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, le seuil de vigilance est fixé à 5,5 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives pour le nickel est de 10,2 mg/kg de MS.

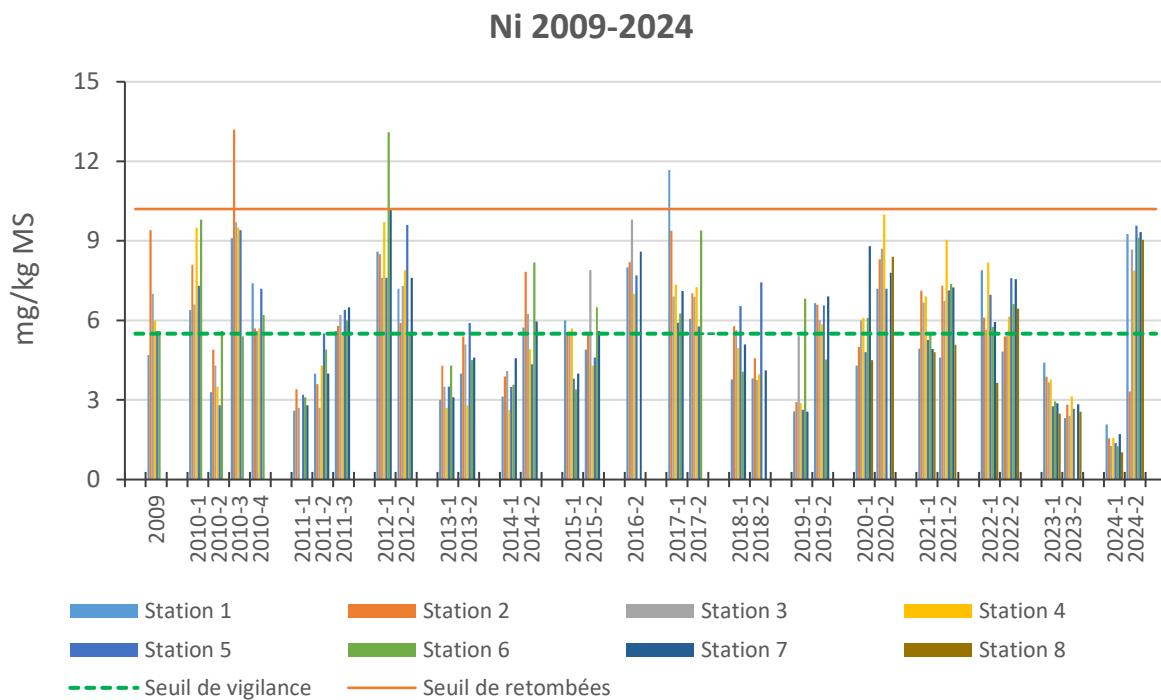


Figure 11. Concentrations en nickel (Ni) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Depuis 2009, les teneurs en Ni dans les graminées fluctuent autour du seuil de vigilance. Quelques valeurs plus marquées ont été relevées en 2010, 2012 et 2017, mais elles restent inférieures au seuil de retombées significatives, en tenant compte l'incertitude analytique.

L'année 2024 est marquée par une nette augmentation des teneurs en Ni entre la campagne automnale et la campagne printanière. Le phénomène est également observé sur les stations témoins et ne semble donc pas en lien avec les activités de l'UVE.

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, le seuil de vigilance est fixé à 0,19 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 0,36 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.

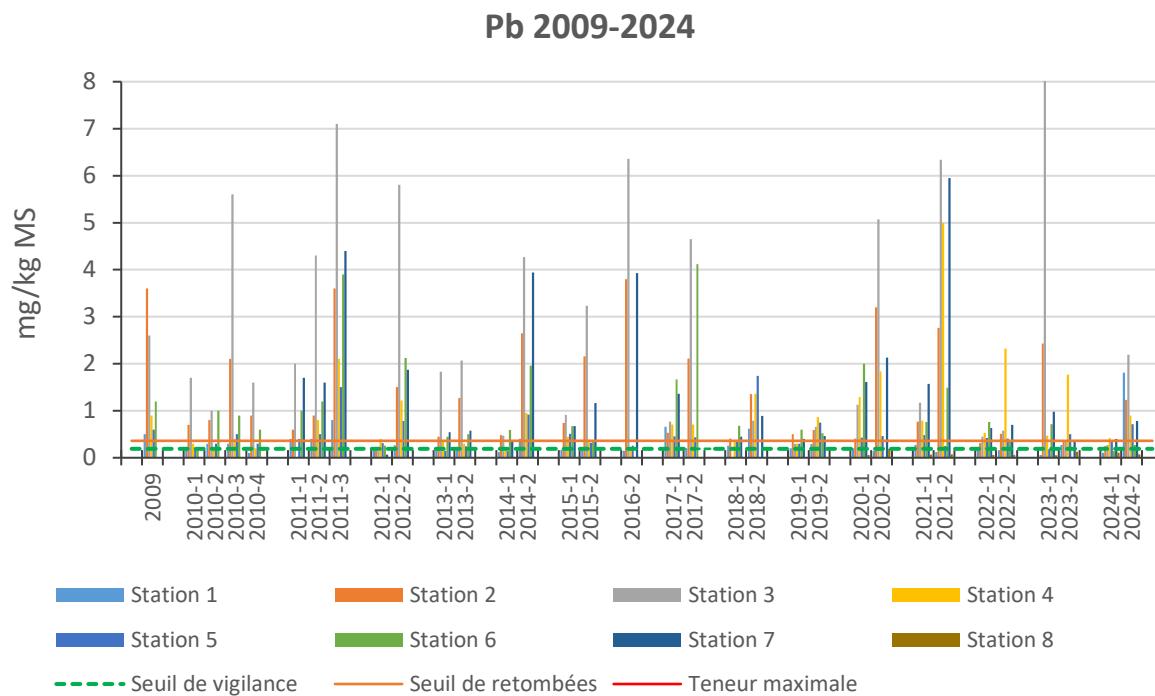


Figure 12. Concentrations en plomb (Pb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Les niveaux de Pb dans les graminées sont régulièrement supérieurs au seuil de retombées significatives défini pour cet élément, notamment sur les stations 2, 3 et 7. Cependant, les teneurs observées et leurs variations ne témoignent pas d'un changement de la situation par rapport à l'état initial réalisé en 2009.

Comme pour le Ni, on observe une forte disparité entre la campagne printanière et la campagne automnale, avec des teneurs plus marquées en automne qu'au printemps et ce, de façon récurrente. En 2024, les niveaux de Pb sont la gamme basse des valeurs habituellement relevées et reflètent le contexte industriel de la zone d'étude.

L'ensemble des teneurs en Pb de 2009 à 2024 est très nettement en-deçà du seuil sanitaire de 34,1 mg/kg de MS, appliqué ici à titre indicatif.

■ Cas de l'antimoine (Sb)

Pour le Sb, le seuil de vigilance est fixé à 0,13 mg/kg MS. Le seuil de retombées est fixé à 0,23 mg/kg de MS.

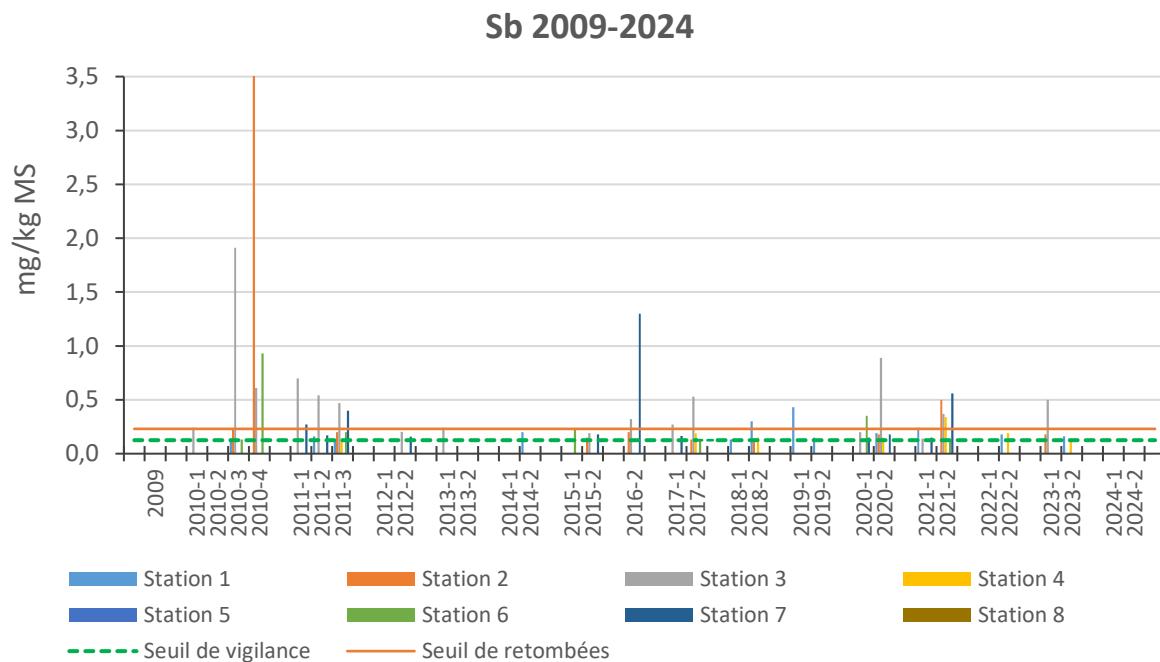


Figure 13. Concentrations en antimoine (Sb) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

Le Sb 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 hautes, supérieures au seuil de retombées significatives ont été relevées en 2010, 2016, 2020 et 2023. La campagne d'automne 2021 a été marquée par une imprégnation globale des stations d'impact potentiel élevé en regard de l'historique. En 2024, le Sb n'a été quantifié sur aucune station.

■ Cas de l'étain (Sn)

Pour le Sn, la base de données de BioMonitor ne permet pas d'établir des valeurs repères selon les méthodes présentées en **annexe 1** (nombre d'analyses insuffisant). Pour rappel, en 2022, le seuil de vigilance pour cet élément était fixé à 0,13 mg/kg MS et le seuil de retombées à 0,24 mg/kg de MS.

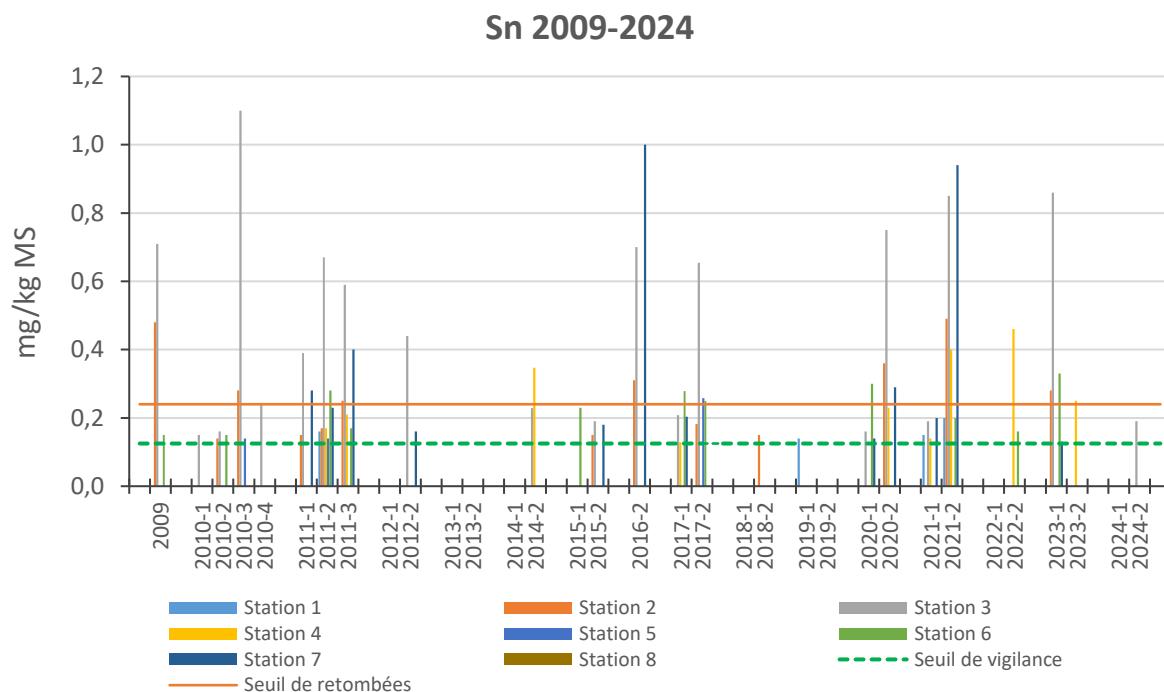


Figure 14. Concentrations en étain (Sn) mesurées dans les graminées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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. Le Sn a été détecté plus largement en 2020 et 2021, particulièrement en automne, avec notamment des valeurs marquées sur les stations 2, 3, 4 et 7. En 2023, il a été plus détecté au printemps qu'à l'automne, avec notamment une valeur élevée relevée sur la station 3. Il n'a été quantifié qu'une seule fois en 2024, en automne sur la station 3. La comparaison à l'état initial ne révèle 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 2024. 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, le seuil de vigilance est fixé à 0,15 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives du vanadium est fixé à 0,28 mg/kg de MS.

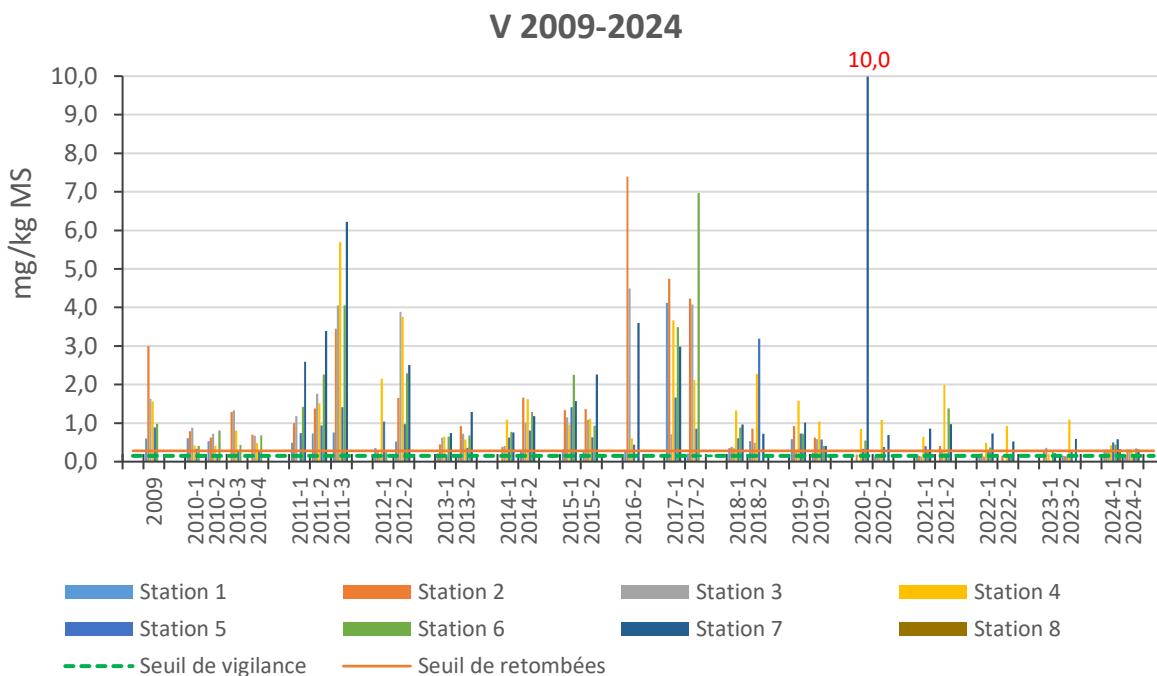


Figure 15. Concentrations en vanadium (V) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

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.

Depuis 2018, hormis quelques dépassements sporadiques du seuil de retombées sur les stations 4 et 5 en 2018 et surtout sur la station 7 en automne 2020, les teneurs en V mesurées dans les graminées sont revenues à des niveaux équivalents voire inférieurs à ceux de l'état initial de 2009. Malgré des valeurs plus marquées sur les stations 5, 6 et 7 lors de la campagne printanière, les niveaux relevés en 2024 sont dans la gamme basse des niveaux habituellement mesurés sur la zone d'étude.

■ Cas du zinc (Zn)

Pour le Zn, la valeur haute de la gamme repère pour la typologie témoin est fixée à 29,0 mg/kg MS. Le seuil de retombées significatives est de 54,2 mg/kg de MS.

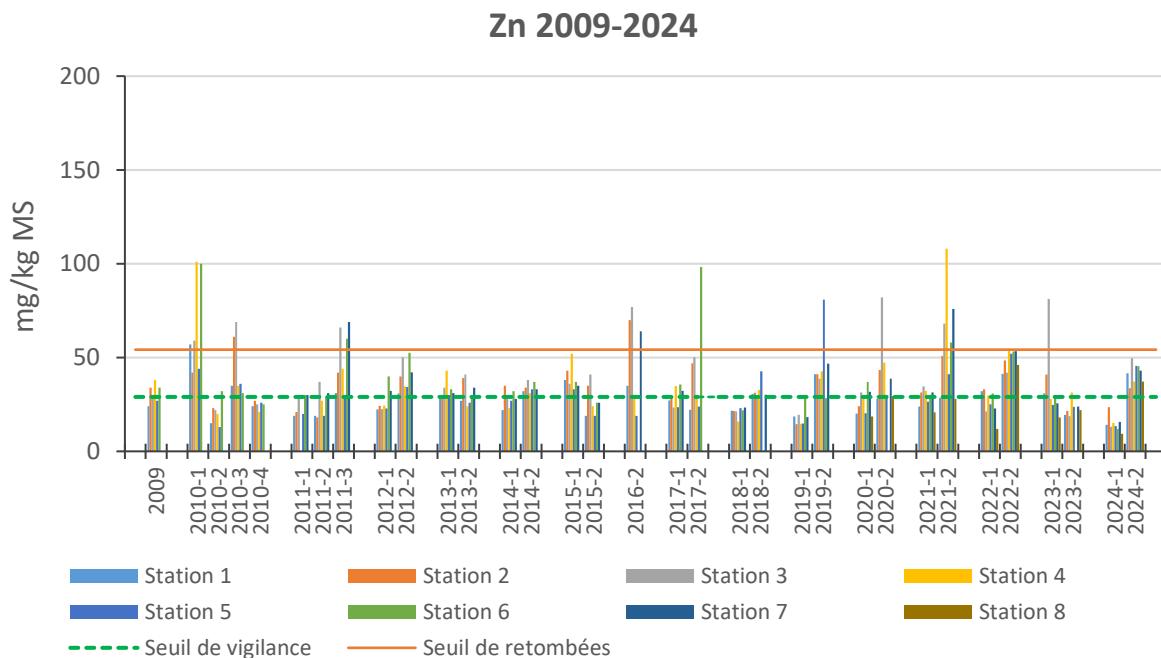


Figure 16. Concentrations en zinc (Zn) dans les graminées mesurées depuis 2009 (en mg/kg de MS)

L'état initial défini en 2009 montrait des teneurs en Zn dans les graminées, conformes aux valeurs attendues en zone non impactée, 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, 2020, 2021 et 2023 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.

Malgré une augmentation des concentrations en Zn entre la campagne automnale et la campagne printanière, aucune valeur n'a dépassé le seuil de retombées significatives en 2024.

6. 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, selon les prescriptions de la norme NF X 43-901. La comparaison des résultats à des valeurs repères 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 et conformément à son arrêté d'autorisation d'exploiter, l'exploitant a conduit une étude de l'état initial de l'environnement en été 2009, avant que ne commencent les premiers essais de l'UVE. Ces mesures ont été réitérées annuellement de 2010 à 2024 après la mise en service de l'installation selon le même protocole, afin d'évaluer l'impact potentiel sur l'environnement de ses rejets atmosphériques. L'opération a été menée 4 fois en 2010, 3 fois en 2011 et 2 fois par an depuis 2012, au printemps et en automne.

Le présent rapport s'intéresse aux résultats de la campagne d'automne 2024 conduite du 01 au 29 octobre 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.

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.

Les résultats de la campagne d'automne 2024 mettent en avant des teneurs en PCDD/F homogènes et conformes aux valeurs attendues hors influence industriel sur l'ensemble de la zone d'étude, ne traduisant pas d'impact des activités de l'UVE sur son environnement pour ces contaminants.

Concernant les métaux, les stations d'impact potentiel affichent des concentrations globalement équivalentes à celles relevées sur les témoins industriel et rural (stations 1 et 8). Des valeurs plus marquées en Cu, en Pb, en Ni et en Zn sont cependant observées sur l'ensemble de la zone d'étude, y compris sur au moins l'une des deux stations témoin. Le seuil de retombées significatives est atteint pour le Cr sur les stations 3 et 4, pour le Cu sur la station 3 et pour le Pb sur les stations 1, 2, 3, 4, 5 et 7. Aucune corrélation avec les conditions d'exposition des stations ne peut clairement être établie. Au regard de l'historique des niveaux relevés sur la zone d'étude, les valeurs obtenues lors de cette campagne de mesures ne sont pas révélatrices d'une dégradation de la situation. Ils traduisent le contexte industriel multi-sources du domaine d'étude, avec une contribution possible de l'UVE pour les métaux, notamment Cr, Pb et V, que les résultats ne permettent pas d'écartier.

ANNEXES

| | |
|--|----|
| Annexe 1 - Méthodologie d'établissement des valeurs repères..... | 36 |
| Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 01 au 29 octobre 2024 | 39 |
| Annexe 3 - Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2024 (période d'exposition du 1 ^{er} au 29 octobre 2024) | 40 |
| Annexe 4 - Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2024 (période d'exposition du 1 ^{er} au 29 octobre 2024) | 49 |

Annexe 1 - Méthodologie d'établissement des valeurs repères

Valeurs repères pour la validation du témoin local

Le premier niveau d'interprétation des résultats d'une campagne de surveillance de l'impact d'une installation sur l'environnement consiste à comparer les données obtenues sur des stations d'impact potentiel, exposées aux émissions de l'installation objet de la surveillance, à celles observées sur une ou plusieurs stations représentatives de l'**environnement local témoin**², dont la typologie doit au préalable être confirmée.

Les gammes de valeurs repères permettant de valider la typologie de la station (ou des stations) représentative(s) de l'environnement local témoin sont déterminées selon la procédure décrite par la norme **XP X43-910** (AFNOR, juin 2020 - Qualité de l'air - Lignes directrices pour l'établissement de valeurs repères en biosurveillance de l'air). En résumé, les valeurs repères sont établies par le traitement statistique des données collectées par un utilisateur des normes de biosurveillance au niveau de stations d'une typologie donnée au cours des quatre dernières années civiles, avec un minimum de 20 données. En l'occurrence, les valeurs repères s'appliquent exclusivement à la typologie « site d'exposition témoin », telle que définie dans la norme XP X43-910 : site d'exposition, à l'intérieur de l'aire d'étude, admis comme étant exempt de l'impact de toute source engageant le(s) contaminant(s) recherché(s), tout en respectant le même contexte biogéographique.

Cette procédure de validation vise à permettre à l'utilisateur de vérifier que les résultats issus du ou des site(s) d'exposition témoin d'une campagne de biosurveillance sont en accord avec un référentiel local (régional ou national). Le cas échéant, il permet d'alerter l'utilisateur sur une particularité locale qui doit conduire à une réévaluation de la typologie de l'emplacement et/ou à une recherche des sources d'exposition supplémentaires pouvant expliquer cette différence : particularité géologique locale, pollution historique, etc. De plus, l'application généralisée de cette norme doit permettre d'harmoniser les pratiques de construction de ces référentiels entre les différentes structures utilisatrices des normes de biosurveillance.

BioMonitor a mis en œuvre la norme XP X43-910 pour les méthodes suivantes :

- NF X 43-901 (2008) : biosurveillance des retombées par les ray-grass ;
- NF X 43-902 (2008) / NF EN 16414 (2014) : biosurveillance des retombées par les bryophytes ;
- NF X 43-904 (2013) : biosurveillance des retombées par les lichens ;
- VDI 3957/F3 (2024) : biosurveillance active des retombées par les choux frisés.

Même si le domaine d'application de la norme XP X43-910 est limité à la biosurveillance, BioMonitor l'a également mise en œuvre pour la méthode de mesure des retombées atmosphériques totales au moyen de collecteurs de précipitations (NF X43-014 (2017) : détermination des retombées

² INERIS (2021), Guide sur la surveillance dans l'air autour des installations classées - Retombées des émissions atmosphériques, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 201065 -2172207 - v1.0, décembre 2021.

atmosphériques totales), qui est proche, du point de vue conceptuel, des méthodes de biosurveillerance citées, toutes dédiées à l'évaluation des niveaux de dépôts atmosphériques.

Valeurs repères pour l'interprétation des résultats d'une campagne de surveillance

Une fois le témoin local validé, les résultats d'une campagne de surveillance sont interprétés en comparant les valeurs mesurées sur les stations d'impact potentiel à celles relevées au niveau du témoin local. En cas de dépassement de la référence locale, il n'existe pas, pour les méthodes de surveillance des retombées, de valeurs réglementaires ou de seuils basés sur des travaux récents permettant de qualifier le degré d'impact observé. Pour répondre à ce besoin et permettre une interprétation approfondie des données de surveillance environnementale à l'aide d'outils standardisés et actualisés, BioMonitor a appliqué une méthode de traitement de données décrites par Cecconi *et al.* (2019)³. Cette méthode, appliquée initialement à la bioaccumulation des métaux dans les lichens, peut être étendue à toute méthode de biosurveillerance basée sur la bioaccumulation. Elle repose sur le traitement d'un grand nombre de données (tous polluants confondus) et permet d'établir une échelle de bioaccumulation basée sur un rapport sans dimension. Le principe de la méthode est illustré sur la **figure A1** ci-après.

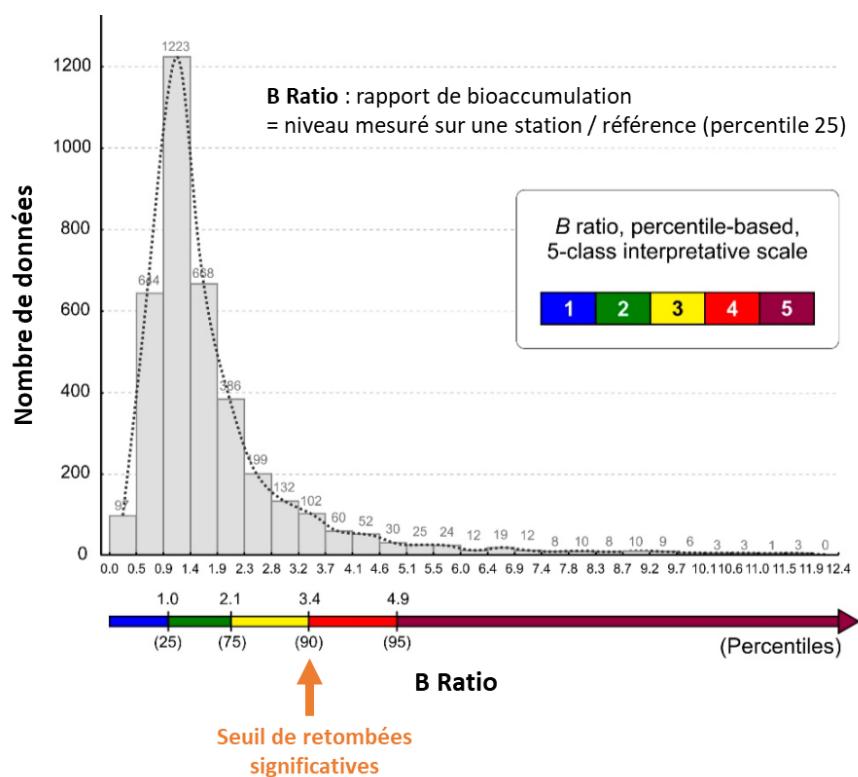


Figure A1. Exemple de distribution de données de rapport de bioaccumulation et d'échelle de bioaccumulation de métaux dans les lichens, d'après Cecconi *et al.* (2019)

³ Cecconi et al. (2019). New interpretative scales for lichen bioaccumulation data: The Italian proposal. *Atmosphere*, 10(3), 1–19.

BioMonitor a appliqué cette procédure aux données obtenues à l'aide des méthodes suivantes :

- NF X 43-901 (2008) : biosurveiller des retombées par les ray-grass ;
- NF X 43-902 (2008) / NF EN 16414 (2014) : biosurveiller des retombées par les bryophytes ;
- NF X 43-904 (2013) : biosurveiller des retombées par les lichens ;
- VDI 3957/F3 (2024) : biosurveiller active des retombées par les choux frisés.

A l'instar de la norme XP X 43-910 et pour les mêmes raisons d'homologie conceptuelle, la méthode de Cecconi *et al.* (2019), dédiée à la biosurveiller, a également été appliquée aux mesures des retombées atmosphériques totales au moyen de collecteurs de précipitations (norme NF X 43-014, novembre 2017).

La **figure A2** ci-après présente la grille d'évaluation mise en œuvre par BioMonitor.

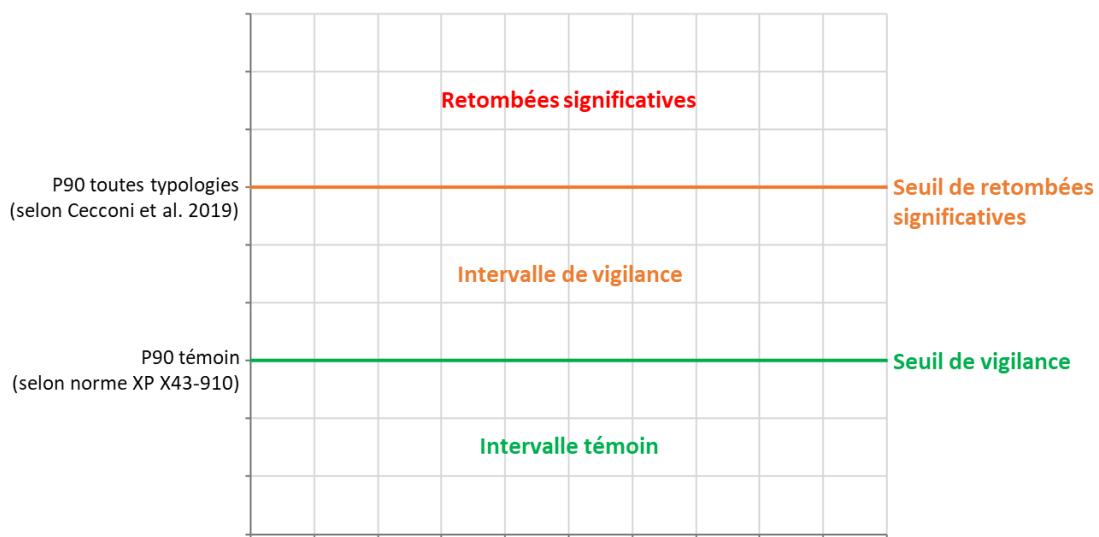
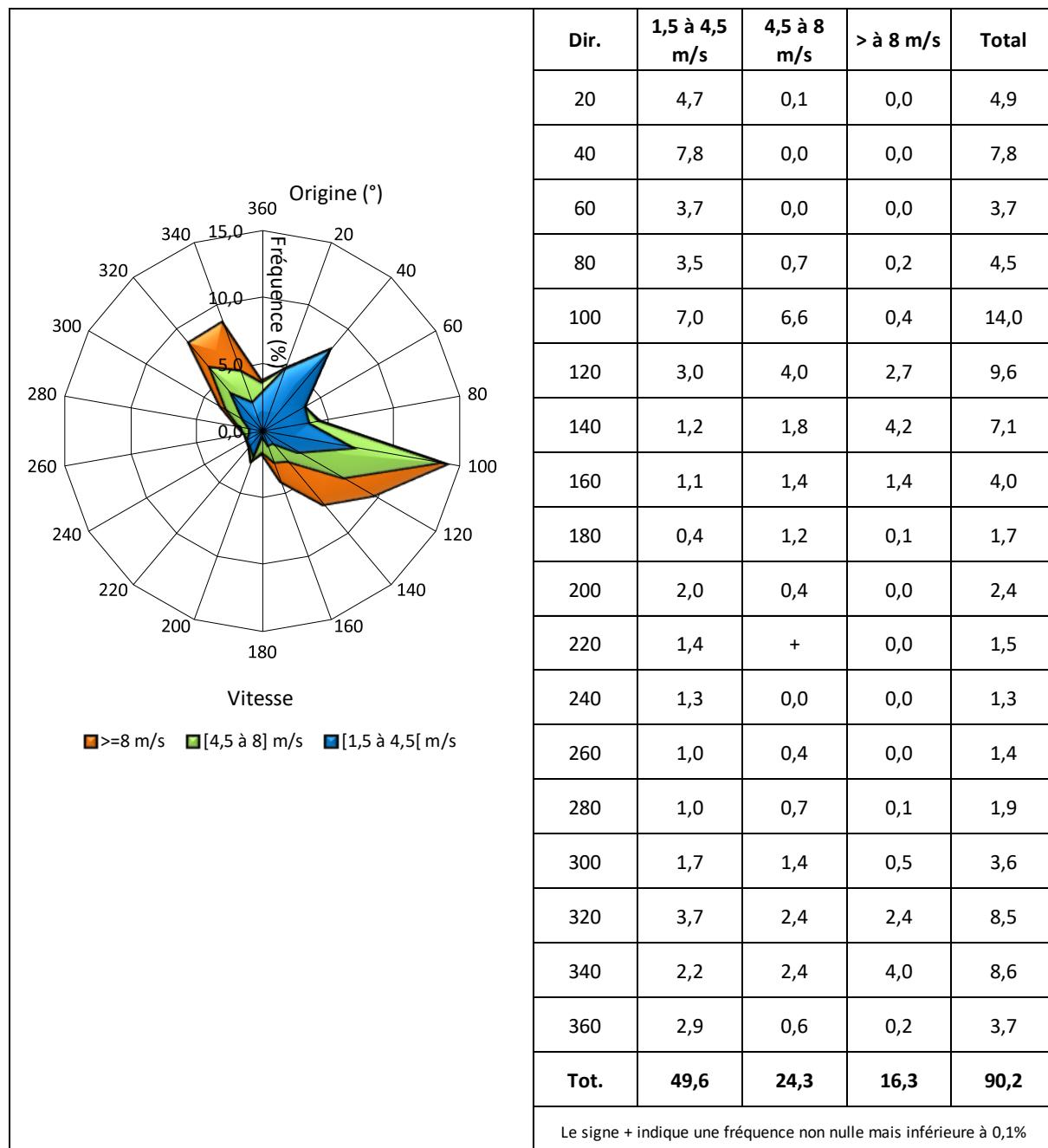


Figure A2. Grille d'interprétation des données de retombées atmosphériques par BioMonitor

La grille d'évaluation de BioMonitor est composée de deux seuils. Le premier seuil (**seuil de vigilance**) correspond à la valeur haute de la gamme « témoin » déterminée selon la norme XP X 43-910. Les valeurs inférieures à ce seuil (en tenant compte de l'incertitude analytique) sont conformes aux valeurs attendues hors influence industrielle. Le second seuil (**seuil de retombées significatives**) correspond au percentile 90 de la distribution toutes typologies confondues selon Cecconi *et al.* (2019). Les valeurs dépassant ce seuil (en tenant compte de l'incertitude analytique) traduisent des retombées nettement supérieures au niveau de fond attendu hors influence industrielle, dont la source doit être confirmée par des investigations complémentaires. Les valeurs dépassant le seuil de vigilance mais qui restent inférieures au seuil de retombées significatives (en tenant compte de l'incertitude analytique) indiquent des dépôts plus marqués qu'attendus hors influence industrielle mais qui ne traduisent pas nécessairement un impact environnemental préoccupant. Les valeurs comprises dans l'intervalle de vigilance sont à surveiller, notamment dans le cas d'une tendance à la hausse, d'un caractère récurrent ou d'un changement d'usage des milieux.

Annexe 2 - Rose des vents enregistrés par la station Météo-France d'Istres du 01 au 29 octobre 2024



Istres (13)

(alt : 23 m., lat : 43°31'21"N, lon : 04°55'39"E)

· Type de données : valeurs horaires entre 0h00 et 23 h UTC

· Nombre de cas observés : 695

· Pourcentage de vents inférieurs à 1,5m/s : 9,8%

Annexe 3 - Résultats d'analyses des PCDD/F dans les graminées pour la campagne d'automne 2024 (période d'exposition du 1^{er} au 29 octobre 2024)



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 BETK058_PCD_R1

BIOMONITOR
Monsieur Lucas STENGER
25, rue Anatole France
54530 PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°24-LC-198 DU 30/10/2024

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

Les résultats s'appliquent à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

| Date | Description | Validé par |
|------------|---------------|---|
| 19/11/2024 | RAPPORT FINAL |  Paul-Eric LAFARGUE Responsable d'analyses |

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 9 page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ164 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/01 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 7,1 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,017 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 62 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 53 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 54 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 53 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,223 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 58 |
| OCDD | 0,504 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 48 |
| 2,3,7,8 TCDF | < 0,090 | 0,1 | 0,000 | 0,005 | 0,009 | 53 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,03 | 0,000 | 0,001 | 0,002 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,3 | 0,000 | 0,012 | 0,024 | 51 |
| 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 | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 60 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 51 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,158 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 53 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,280 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 51 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | | 0,004 | 0,127 | 0,249 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | | 0,004 | 0,135 | 0,266 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | | 0,005 | 0,111 | 0,217 | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,009 | 0,018 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,010 | 0,019 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,008 | 0,015 | | |
| Total TCDD | < 0,855 | | | | | |
| Total PeCDD | 0,718 | | | | | |
| Total HxCDD | < 0,728 | | | | | |
| Total HpCDD | 0,524 | | | | | |
| Total PCDD | 1,747 < Total < 3,329 | | | | | |
| Total TCDF | 1,941 | | | | | |
| Total PeCDF | < 1,206 | | | | | |
| Total HxCDF | < 0,957 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,259 | | | | | |
| Total PCDF | 2,480 < Total < 4,642 | | | | | |
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 | | | | | |
| Analyse par GC/HRMS | Le 15/11/2024 à 21:14 | | | | | |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ165 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/02 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 8,5 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,001 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 70 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 57 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 59 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 65 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,493 | 0,01 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 69 |
| OCDD | 1,012 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 61 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,183 | 0,1 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | 59 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | 0,102 | 0,03 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | 0,125 | 0,3 | 0,038 | 0,038 | 0,038 | 58 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 67 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 74 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | 0,093 | 0,1 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 67 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,301 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 67 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,316 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 62 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | 0,076 | 0,178 | 0,279 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | 0,103 | 0,205 | 0,306 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | 0,104 | 0,181 | 0,257 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | 0,006 | 0,015 | 0,024 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | 0,009 | 0,017 | 0,026 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | 0,009 | 0,015 | 0,022 | | | |
| Total TCDD | 1,694 | | | | | |
| Total PeCDD | 1,670 | | | | | |
| Total HxCDD | < 1,960 | | | | | |
| Total HpCDD | 1,303 | | | | | |
| Total PCDD | 5,679 < Total < 7,638 | | | | | |
| Total TCDF | 4,013 | | | | | |
| Total PeCDF | < 1,887 | | | | | |
| Total HxCDF | < 1,257 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,604 | | | | | |
| Total PCDF | 4,932 < Total < 8,076 | | | | | |

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 |
| Analyse par GC/HRMS | Le 15/11/2024 à 21:54 |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ166 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/03 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 7,2 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,043 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 69 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 58 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 56 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 60 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,353 | 0,01 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 63 |
| OCDD | 0,773 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 46 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,138 | 0,1 | 0,014 | 0,014 | 0,014 | 58 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,03 | 0,000 | 0,001 | 0,002 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,3 | 0,000 | 0,012 | 0,024 | 58 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 61 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 68 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 59 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,202 | 0,01 | 0,002 | 0,002 | 0,002 | 59 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,188 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 51 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | | 0,020 | 0,138 | 0,256 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | | 0,019 | 0,146 | 0,273 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | | 0,020 | 0,122 | 0,224 | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | | 0,001 | 0,010 | 0,018 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | | 0,001 | 0,011 | 0,020 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | | 0,001 | 0,009 | 0,016 | | |
| Total TCDD | 1,937 | | | | | |
| Total PeCDD | 1,429 | | | | | |
| Total HxCDD | 0,960 | | | | | |
| Total HpCDD | 0,858 | | | | | |
| Total PCDD | 6,0 | | | | | |
| Total TCDF | 2,931 | | | | | |
| Total PeCDF | < 1,455 | | | | | |
| Total HxCDF | < 1,063 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,580 | | | | | |
| Total PCDF | 3,699 < Total < 6,217 | | | | | |

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 |
| Analyse par GC/HRMS | Le 15/11/2024 à 22:33 |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ167 | | | | | |
|--|--------------------------------------|----------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/04 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 7,1 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,023 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 74 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 65 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 62 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 62 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,412 | 0,01 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 71 |
| OCDD | 1,068 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 54 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,155 | 0,1 | 0,016 | 0,016 | 0,016 | 62 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | 0,086 | 0,03 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | 0,137 | 0,3 | 0,041 | 0,041 | 0,041 | 64 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | 0,146 | 0,1 | 0,015 | 0,015 | 0,015 | 68 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | 0,120 | 0,1 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 71 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | 0,122 | 0,1 | 0,012 | 0,012 | 0,012 | 61 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,837 | 0,01 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 64 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | 0,096 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | / |
| OCDF | 10,816 | 0,0003 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 60 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | 0,115 | 0,209 | 0,303 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | 0,142 | 0,236 | 0,330 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | 0,152 | 0,221 | 0,290 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | 0,008 | 0,015 | 0,021 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | 0,010 | 0,017 | 0,023 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | 0,011 | 0,016 | 0,020 | | | |
| Total TCDD | < 0,731 | | | | | |
| Total PeCDD | < 0,644 | | | | | |
| Total HxCDD | 0,828 | | | | | |
| Total HpCDD | 0,951 | | | | | |
| Total PCDD | 2,847 < Total < 4,222 | | | | | |
| Total TCDF | 3,205 | | | | | |
| Total PeCDF | < 1,550 | | | | | |
| Total HxCDF | < 1,252 | | | | | |
| Total HpCDF | 1,377 | | | | | |
| Total PCDF | 15,398 < Total < 18,200 | | | | | |
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 | | | | | |
| Analyse par GC/HRMS | Le 15/11/2024 à 23:13 | | | | | |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ168 | | | | | |
|--|----------------------------|----------------|--------------|-----------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/05 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 8,2 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,046 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 75 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 63 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 64 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | 0,107 | 0,1 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 65 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,959 | 0,01 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 67 |
| OCDD | 1,561 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 44 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,173 | 0,1 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 63 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | 0,186 | 0,03 | 0,006 | 0,006 | 0,006 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | 0,144 | 0,3 | 0,043 | 0,043 | 0,043 | 60 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | 0,102 | 0,1 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 68 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | 0,130 | 0,1 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 76 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | 0,111 | 0,1 | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 57 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,965 | 0,01 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 60 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 2,504 | 0,0003 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 48 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | 0,132 | 0,222 | 0,313 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | 0,163 | 0,254 | 0,345 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | 0,167 | 0,233 | 0,299 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | 0,011 | 0,018 | 0,026 | | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | 0,013 | 0,021 | 0,028 | | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | 0,014 | 0,019 | 0,025 | | | |
| Total TCDD | 1,819 | | | | | |
| Total PeCDD | 2,394 | | | | | |
| Total HxCDD | 2,892 | | | | | |
| Total HpCDD | 2,440 | | | | | |
| Total PCDD | 11,1 | | | | | |
| Total TCDF | 4,550 | | | | | |
| Total PeCDF | 2,224 | | | | | |
| Total HxCDF | 1,662 | | | | | |
| Total HpCDF | 1,408 | | | | | |
| Total PCDF | 12,3 | | | | | |
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 | | | | | |
| Analyse par GC/HRMS | Le 15/11/2024 à 23:52 | | | | | |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ169 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/06 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 8,7 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 4,265 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 67 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 59 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 58 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 57 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,445 | 0,01 | 0,004 | 0,004 | 0,004 | 66 |
| OCDD | 0,948 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 49 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,131 | 0,1 | 0,013 | 0,013 | 0,013 | 58 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,03 | 0,000 | 0,001 | 0,002 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | 0,086 | 0,3 | 0,026 | 0,026 | 0,026 | 59 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | 0,099 | 0,1 | 0,010 | 0,010 | 0,010 | 62 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | 0,086 | 0,1 | 0,009 | 0,009 | 0,009 | 70 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | 0,075 | 0,1 | 0,008 | 0,008 | 0,008 | 59 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,307 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 61 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,433 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 54 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | | 0,073 | 0,168 | 0,264 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | | 0,090 | 0,186 | 0,282 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | | 0,091 | 0,162 | 0,234 | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | | 0,006 | 0,015 | 0,023 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | | 0,008 | 0,016 | 0,025 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | | 0,008 | 0,014 | 0,020 | | |
| Total TCDD | 1,394 | | | | | |
| Total PeCDD | 1,845 | | | | | |
| Total HxCDD | 1,738 | | | | | |
| Total HpCDD | 1,046 | | | | | |
| Total PCDD | 7,0 | | | | | |
| Total TCDF | 3,064 | | | | | |
| Total PeCDF | 1,466 | | | | | |
| Total HxCDF | < 0,780 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,644 | | | | | |
| Total PCDF | 5,607 < Total < 6,387 | | | | | |

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 |
| Analyse par GC/HRMS | Le 16/11/2024 à 00:32 |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ170 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/07 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 7,6 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,046 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 63 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 55 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 51 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 54 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,462 | 0,01 | 0,005 | 0,005 | 0,005 | 55 |
| OCDD | 1,042 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 43 |
| 2,3,7,8 TCDF | 0,171 | 0,1 | 0,017 | 0,017 | 0,017 | 53 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,03 | 0,000 | 0,001 | 0,002 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | 0,100 | 0,3 | 0,030 | 0,030 | 0,030 | 53 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 56 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 61 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 51 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,330 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 52 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,617 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 46 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | | 0,056 | 0,162 | 0,268 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | | 0,075 | 0,182 | 0,289 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | | 0,077 | 0,158 | 0,240 | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | | 0,004 | 0,012 | 0,020 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | | 0,006 | 0,014 | 0,022 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | | 0,006 | 0,012 | 0,018 | | |
| Total TCDD | 1,407 | | | | | |
| Total PeCDD | < 1,285 | | | | | |
| Total HxCDD | 1,276 | | | | | |
| Total HpCDD | 1,083 | | | | | |
| Total PCDD | 4,809 < Total < 6,093 | | | | | |
| Total TCDF | 3,685 | | | | | |
| Total PeCDF | < 2,503 | | | | | |
| Total HxCDF | < 0,666 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,541 | | | | | |
| Total PCDF | 4,843 < Total < 8,012 | | | | | |

| | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 |
| Analyse par GC/HRMS | Le 16/11/2024 à 01:11 |

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

Echantillon reçu le : 31/10/2024

| Référence Interne | BETJ171 | | | | | |
|--|------------------------------------|----------------|--------------|--------------|-----------|------------|
| Référence Externe | 24/EVE/10/RG/08 | | | | | |
| Nature | Bio-indicateur / Végétaux | | | | | |
| Taux de matière sèche (%) | 7,9 | | | | | |
| Masse de matière sèche analysée (g) | 5,004 | | | | | |
| Volume final après concentration (μl) | 10 | | | | | |
| Volume d'extrait injecté (μl) | 2 | | | | | |
| Congénère | Concentration (pg/g de MS) | TEF (WHO 2005) | TEQ (min) | TEQ (med) | TEQ (max) | % Rec. 13C |
| 2,3,7,8 TCDD | < 0,060 | 1 | 0,000 | 0,030 | 0,060 | 75 |
| 1,2,3,7,8 PeCDD | < 0,100 | 1 | 0,000 | 0,050 | 0,100 | 66 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 64 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 67 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDD | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDD | 0,271 | 0,01 | 0,003 | 0,003 | 0,003 | 76 |
| OCDD | 0,458 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 70 |
| 2,3,7,8 TCDF | < 0,090 | 0,1 | 0,000 | 0,005 | 0,009 | 64 |
| 1,2,3,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,03 | 0,000 | 0,001 | 0,002 | / |
| 2,3,4,7,8 PeCDF | < 0,080 | 0,3 | 0,000 | 0,012 | 0,024 | 64 |
| 1,2,3,4,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 73 |
| 1,2,3,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 76 |
| 2,3,4,6,7,8 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | 69 |
| 1,2,3,7,8,9 HxCDF | < 0,070 | 0,1 | 0,000 | 0,004 | 0,007 | / |
| 1,2,3,4,6,7,8 HpCDF | 0,121 | 0,01 | 0,001 | 0,001 | 0,001 | 73 |
| 1,2,3,4,7,8,9 HpCDF | < 0,060 | 0,01 | 0,000 | 0,000 | 0,001 | / |
| OCDF | 0,119 | 0,0003 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 72 |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS) | | 0,004 | 0,127 | 0,249 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS) | | 0,004 | 0,135 | 0,267 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS) | | 0,004 | 0,111 | 0,217 | | |
| TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,010 | 0,020 | | |
| TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,011 | 0,021 | | |
| TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF) | | 0,000 | 0,009 | 0,017 | | |
| Total TCDD | < 0,752 | | | | | |
| Total PeCDD | < 0,767 | | | | | |
| Total HxCDD | < 0,725 | | | | | |
| Total HpCDD | 0,647 | | | | | |
| Total PCDD | 1,105 < Total < 3,348 | | | | | |
| Total TCDF | < 2,460 | | | | | |
| Total PeCDF | < 1,455 | | | | | |
| Total HxCDF | < 0,678 | | | | | |
| Total HpCDF | 0,361 | | | | | |
| Total PCDF | 0,479 < Total < 5,073 | | | | | |
| Marquage de l'extrait avant injection | Le 15/11/2024 à 11:43 | | | | | |
| Analyse par GC/HRMS | Le 16/11/2024 à 01:51 | | | | | |

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

Annexe 4 - Résultats d'analyses de métaux dans les graminées pour la campagne d'automne 2024 (période d'exposition du 1^{er} au 29 octobre 2024)



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 BETK027_MET_R1

BIOMONITOR
Monsieur Lucas STENGER
25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références : N°24-LC-198 DU 30/10/2024

Echantillon reçu le : 31/10/2024 Analyse effectuée le : 06/11/2024

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 2,5 °C

(Température Conforme)

| Date | Description | Validé par |
|------------|---------------|---|
| 07/11/2024 | Rapport final | Mamoune EL HIMRI  |

Responsable d'analyse

Référence externe : 24/EVE/10/RG/01
Référence interne : BETJ164

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 272.5 |
| Poids sec (g) | 19.4 |
| % eau | 92.9 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,15 |
| Cr | 0,33 |
| Mn | 18,2 |
| Co | 0,16 |
| Ni | 9,26 |
| Cu | 9,58 |
| Zn | 41,7 |
| As | 0,069 |
| Cd | 0,048 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 1,81 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,011 |
| Cr | 0,023 |
| Mn | 1,29 |
| Co | 0,011 |
| Ni | 0,66 |
| Cu | 0,68 |
| Zn | 2,96 |
| As | 0,005 |
| Cd | 0,003 |
| Sn | <0,009 |
| Sb | <0,009 |
| Tl | <0,009 |
| Pb | 0,13 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/02
Référence interne : BETJ165

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 160.2 |
| Poids sec (g) | 13.6 |
| % eau | 91.5 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,32 |
| Cr | 0,83 |
| Mn | 29,8 |
| Co | 0,30 |
| Ni | 3,32 |
| Cu | 5,90 |
| Zn | 33,6 |
| As | 0,12 |
| Cd | 0,096 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 1,23 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,027 |
| Cr | 0,071 |
| Mn | 2,53 |
| Co | 0,026 |
| Ni | 0,28 |
| Cu | 0,50 |
| Zn | 2,86 |
| As | 0,010 |
| Cd | 0,008 |
| Sn | <0,011 |
| Sb | <0,011 |
| Tl | <0,011 |
| Pb | 0,10 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/03
Référence interne : BETJ166

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 255.5 |
| Poids sec (g) | 18.4 |
| % eau | 92.8 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,32 |
| Cr | 1,13 |
| Mn | 23,0 |
| Co | 0,27 |
| Ni | 8,67 |
| Cu | 11,9 |
| Zn | 49,7 |
| As | 0,11 |
| Cd | 0,064 |
| Sn | 0,19 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 2,19 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,023 |
| Cr | 0,081 |
| Mn | 1,66 |
| Co | 0,019 |
| Ni | 0,62 |
| Cu | 0,86 |
| Zn | 3,58 |
| As | 0,008 |
| Cd | 0,005 |
| Sn | 0,014 |
| Sb | <0,009 |
| Tl | <0,009 |
| Pb | 0,16 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/04
Référence interne : BETJ167

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 255.3 |
| Poids sec (g) | 18 |
| % eau | 92.9 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,28 |
| Cr | 1,50 |
| Mn | 20,5 |
| Co | 0,17 |
| Ni | 7,88 |
| Cu | 8,66 |
| Zn | 37,1 |
| As | 0,084 |
| Cd | 0,055 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 0,90 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,020 |
| Cr | 0,11 |
| Mn | 1,46 |
| Co | 0,012 |
| Ni | 0,56 |
| Cu | 0,61 |
| Zn | 2,63 |
| As | 0,006 |
| Cd | 0,004 |
| Sn | <0,009 |
| Sb | <0,009 |
| Tl | <0,009 |
| Pb | 0,064 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/05
Référence interne : BETJ168

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 142.1 |
| Poids sec (g) | 11.7 |
| % eau | 91.8 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,20 |
| Cr | 0,45 |
| Mn | 19,8 |
| Co | 0,21 |
| Ni | 9,57 |
| Cu | 10,3 |
| Zn | 45,5 |
| As | 0,088 |
| Cd | 0,068 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 0,71 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,016 |
| Cr | 0,037 |
| Mn | 1,62 |
| Co | 0,017 |
| Ni | 0,78 |
| Cu | 0,84 |
| Zn | 3,73 |
| As | 0,007 |
| Cd | 0,006 |
| Sn | <0,010 |
| Sb | <0,010 |
| Tl | <0,010 |
| Pb | 0,058 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/06
Référence interne : BETJ169

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 56.2 |
| Poids sec (g) | 4.9 |
| % eau | 91,3 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,34 |
| Cr | 0,37 |
| Mn | 21,7 |
| Co | 0,20 |
| Ni | 9,12 |
| Cu | 9,81 |
| Zn | 45,3 |
| As | 0,100 |
| Cd | 0,060 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 0,27 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,030 |
| Cr | 0,032 |
| Mn | 1,89 |
| Co | 0,017 |
| Ni | 0,79 |
| Cu | 0,85 |
| Zn | 3,94 |
| As | 0,009 |
| Cd | 0,005 |
| Sn | <0,011 |
| Sb | <0,011 |
| Tl | <0,011 |
| Pb | 0,023 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/07
Référence interne : BETJ170

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 192.5 |
| Poids sec (g) | 14.6 |
| % eau | 92,4 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | 0,32 |
| Cr | 0,51 |
| Mn | 21,7 |
| Co | 0,20 |
| Ni | 9,33 |
| Cu | 10,0 |
| Zn | 43,0 |
| As | 0,083 |
| Cd | 0,060 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 0,78 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | 0,024 |
| Cr | 0,039 |
| Mn | 1,65 |
| Co | 0,015 |
| Ni | 0,71 |
| Cu | 0,76 |
| Zn | 3,27 |
| As | 0,006 |
| Cd | 0,005 |
| Sn | <0,010 |
| Sb | <0,010 |
| Tl | <0,010 |
| Pb | 0,059 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/08
 Référence interne : BETJ171

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 263.4 |
| Poids sec (g) | 20.9 |
| % eau | 92.1 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| V | <0,125 |
| Cr | 0,14 |
| Mn | 16,4 |
| Co | 0,16 |
| Ni | 9,04 |
| Cu | 9,15 |
| Zn | 37,1 |
| As | 0,070 |
| Cd | 0,041 |
| Sn | <0,125 |
| Sb | <0,125 |
| Tl | <0,125 |
| Pb | 0,075 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| V | <0,010 |
| Cr | 0,011 |
| Mn | 1,30 |
| Co | 0,013 |
| Ni | 0,71 |
| Cu | 0,72 |
| Zn | 2,93 |
| As | 0,006 |
| Cd | 0,003 |
| Sn | <0,010 |
| Sb | <0,010 |
| Tl | <0,010 |
| Pb | 0,006 |

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.



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
BETK023_MEG_R1

BIOMONITOR
Monsieur Lucas STENGER
25, rue Anatole France

54530 - PAGNY/MOSELLE

Vos références N°24-LC-198 DU 30/10/2024

Echantillon reçu le 31/10/2024 Analyse effectuée le : 06/11/2024

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Température de réception des échantillons : 2,5 °C

(Température Conforme)

| Date | Description | Validé par |
|------------|---------------|---|
| 07/11/2024 | Rapport final | Mamoune EL HIMRI  |

Responsable d'analyse

Référence externe : 24/EVE/10/RG/01
 Référence interne : BETJ164

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 272.5 |
| Poids sec (g) | 19.4 |
| % Eau | 92.9 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/02
 Référence interne : BETJ165

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 160.2 |
| Poids sec (g) | 13.6 |
| % Eau | 91.5 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/03
 Référence interne : BETJ166

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 255.5 |
| Poids sec (g) | 18.4 |
| % Eau | 92.8 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/04
Référence interne : BETJ167

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 255.3 |
| Poids sec (g) | 18 |
| % Eau | 92.9 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/05
Référence interne : BETJ168

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 142.1 |
| Poids sec (g) | 11.7 |
| % Eau | 91.8 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/06
 Référence interne : BETJ169

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 56.2 |
| Poids sec (g) | 4.9 |
| % Eau | 91.3 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/07
 Référence interne : BETJ170

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 192.5 |
| Poids sec (g) | 14.6 |
| % Eau | 92.4 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

Référence externe : 24/EVE/10/RG/08
 Référence interne : BETJ171

| | |
|------------------------|--------------------------------|
| Poids frais (g) | 263.4 |
| Poids sec (g) | 20.9 |
| % Eau | 92.1 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MS** |
| Hg | <0,025 |
| Eléments | Concentration en mg/Kg de MF** |
| Hg | <0,002 |

