



KALI'AIR
Études, mesures & conseils
en rejets atmosphériques
industriels

RAPPORT D'ESSAIS CKL21/A165/PR01

RAPPORT DE SURVEILLANCE DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
BIOSURVEILLANCE PAR BRYOPHYTES



Ciments Calcia
HEIDELBERGCEMENT Group

CIMENTS CALCIA
SITE D'AIRVAULT
Campagne : le 22 septembre 2021

Prélèvement effectué par A. GUERRY--GRIVAUD

Fait à Sainghin-en-Mélantois,

Le 3 décembre 2021 – Version 02
A l'attention de Mme SAINTE-ROSE-FANCHINE

Rédacteur
Responsable activité AA
A. BARRET

Vérificateur/Approbateur :
Réfèrent Technique AA
M. SENOUCI

*Le rapport comporte 60 pages. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.
Ce rapport est issu du modèle rapport « FE 11 119 - V00 du 28-09-2021 ».
Ce rapport (version 2) annule et remplace le rapport (version 1) en date du 10/11/2021.*

Laboratoire, Bureaux et siège social: Parc d'Activité du Mélantois
217, rue des Sureaux - 59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS

☎ : 03 20 04 12 12 – 📠 : 03 20 04 12 04 – 🌐 : www.kaliair.fr

SAS au capital de 135 000 euros – APE 7112B – SIRET 447 675 125 00051 - RCS Lille B447 675 125 - TVA FR 53447675125

PREAMBULE

La Société CEMENTS CALCIA, appartient au groupe **HEIDELBERGCEMENT** dont l'activité consiste en la production de ciments et liants hydrauliques, sur la commune de AIRVAULT.

CEMENTS CALCIA exploite pour ce faire, dix usines sur le territoire français. L'ensemble des usines est certifié ISO 14 001. Pour ces dernières, CEMENTS CALCIA a rédigé un cahier des charges pour confier la prestation de l'impact sur l'environnement des retombées atmosphériques de dioxines / furanes et de métaux à un organisme spécialisé en la matière.

Conformément aux autorisations d'exploiter des différentes usines du groupe CEMENTS CALCIA, une surveillance annuelle de l'impact sur l'environnement est effectuée.

Suite à l'élaboration d'une proposition de protocole inscrite dans le cadre de l'appel d'offre référencé DITE-AIR-2018-02, CEMENTS CALCIA a mandaté la société KALI'AIR afin de réaliser les prélèvements de bryophytes pour les campagnes de biosurveillance passive, selon la proposition commerciale référencée O 18-286 version 03. Le rapport est conforme à cette proposition commerciale

Le présent rapport d'essais synthétise les résultats de la campagne de mesures de dioxines, furanes et métaux par biosurveillance passive (bryophyte) réalisée le 22 septembre 2021 aux alentours du site d'Airvault.

Les données météorologiques six mois avant la prise des échantillons ont été récupérées auprès d'une station météorologique METEO FRANCE, capable de mesurer la vitesse, la direction du vent, la pluviométrie et la température.

SOMMAIRE

PREAMBULE	2
SOMMAIRE	3
NOTE DE MODIFICATION DE VERSION	4
LISTE DES FIGURES	5
DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT	6
SITE DE L'ETUDE.....	6
CRITERE DE SELECTION DES ZONES DE PRELEVEMENTS.....	8
LOCALISATION DES ZONES DE PRELEVEMENTS.....	9
<i>DETAIL ZONE 1</i>	<i>10</i>
<i>DETAIL ZONE 2</i>	<i>11</i>
<i>DETAIL ZONE 3</i>	<i>12</i>
<i>DETAIL ZONE 4</i>	<i>13</i>
<i>DETAIL ZONE 5</i>	<i>14</i>
GENERALITES	15
PRESENTATION ET INTERET DES PRELEVEMENTS	15
<i>GENERALITES</i>	<i>15</i>
<i>PRINCIPE DE MESURE ET GRANDEUR CARACTERISEE</i>	<i>16</i>
<i>UNITES DE MESURE</i>	<i>17</i>
<i>DIOXINES ET FURANES</i>	<i>17</i>
METHODOLOGIE ET INVESTIGATIONS.....	20
<i>PRELEVEMENTS</i>	<i>20</i>
<i>CONDITIONNEMENT POST EXPOSITION</i>	<i>20</i>
<i>ANALYSES</i>	<i>21</i>
INCIDENTS PENDANT LA PERIODE DE PRELEVEMENT.....	21
CONDITIONS METEOROLOGIQUES	22
DESCRIPTION DE LA STATION	22
ANALYSE DU REGIME DES VENTS	22
CONDITION CLIMATIQUES	24
RESULTATS D'ANALYSES	25
DIOXINES/FURANES.....	25
METAUX LOURDS.....	29
VALEUR DE REFERENCE	30
<i>METAUX LOURDS</i>	<i>31</i>
<i>DIOXINES ET FURANES</i>	<i>32</i>
CONCLUSION	33
SYNTHESE INTERCAMPAGNE	34
ANNEXES	41
LISTE DES ANNEXES	41

NOTE DE MODIFICATION DE VERSION

- Les modifications de la présente version ont porté sur :
 - o Page 2 : retrait de la certification « ISO 9001 » dans le texte du préambule
 - o Page 7 : précision sur les arrêts ponctuels des fours et de broyeurs au cours de la campagne

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Extrait de carte IGN.....	6
Figure 2 : Carte satellite	7
Figure 3 : Localisation des zones de prélèvements	9
Figure 4 : Localisation zone 1.....	10
Figure 5 : Localisation zone 2.....	11
Figure 6 : Localisation zone 3.....	12
Figure 7 : Localisation zone 4.....	13
Figure 8 : Localisation zone 5.....	14
Figure 9 : Exemple de zone.....	16
Figure 10 : Liste des 17 congénères analysés	17
Figure 11 : Facteur d'équivalence toxique PCDD/F	19
Figure 12 : Tableau des investigations réalisées	20
Figure 13 : Protocoles analytiques.....	21
Figure 14 : Répartition et fréquence des vents dominants et secondaires.....	22
Figure 15 : Rose des vents de la période de prélèvement.....	23
Figure 16 : Cartographie des impacts supposés par le vent	24
Figure 17 : Données analytiques.....	25
Figure 18 : Résultats des PCDD/F zones 1&2&3	26
Figure 19 : Résultats des PCDD/F zones 4&5	27
Figure 20 : Teneurs des PCDD/F sur l'ensemble des zones.....	28
Figure 21 : Résultats des métaux lourds	29
Figure 22 : Teneurs des métaux lourds en fonction de l'orientation des vents	29
Figure 23 : Seuils atypiques des métaux lourds - ADEME.....	31
Figure 24 : Seuils atypiques des PCDD/F - ADEME	32

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT

SITE DE L'ETUDE

L'usine CIMENTS CALCIA est basée sur la commune d'AIRVAULT dans le département des Deux-Sèvres (79).

La société est implantée rue du Fief d'Argent, le long du ruisseau de la Fontaine de Gimelèse.

L'environnement proche du site est composé :

- ↗ Au Nord, de la route départementale D725E, des premières habitations de la commune d'Airvault, d'une zone industrielle regroupant une dizaine de sociétés et de terrains agricoles ;
- ↗ A l'Est, d'une carrière d'extraction de matériaux et de terrains agricoles ;
- ↘ Au Sud, de terrains boisés et agricoles, les habitations du hameau « Le Fief au Jau » ;
- ↖ A l'Ouest, des routes départementales D46 et D121, de quelques habitations de la commune d'Airvault et de quelques sites industriels.

L'extrait de carte IGN et la vue aérienne ci-après permettent de localiser le site.



Figure 1 : Extrait de carte IGN



Figure 2 : Carte satellite

Concernant les six mois précédant la journée de prélèvement (le 22 septembre 2021), les chiffres de production sont les suivants :

- Production ciment (du 22/03 au 22/09/2021) : 451 139,565 tonnes
- Production clinker (du 22/03 au 22/09/2021) : 342 646 tonnes

L'usine a été en fonctionnement sur toute la période soit 185 jours, au cours desquels certaines installations de broyage et les fours ont pu être à l'arrêt ponctuellement.

CRITERE DE SELECTION DES ZONES DE PRELEVEMENTS

La société KALI'AIR se base sur les critères de sélection suivants pour l'échantillonnage :

- ✓ L'étude de dispersion de la pollution réalisée par la société KALIES en 2019 (Annexe 1) ;
- ✓ Les sources environnantes de poussières (industries voisines, voies routières, etc.) ;
- ✓ Les établissements pouvant accueillir des populations sensibles ;
- ✓ Les zones situées hors des retombées de poussières pour les zones témoins ;
- ✓ Une distance de retombées de poussières sur plusieurs centaines de mètres.

Par ailleurs, conformément à la norme NF EN 16414, les zones de prélèvements sont validées après vérification des éléments suivants :

- ✓ Accès à une zone la plus dégagée possible (absence d'obstacle susceptible d'interférer avec les retombées sur les mousses) ;
- ✓ Collecte possible sur des substrats aussi plans que possible (< 30°) pour éviter tout enrichissement des dépôts sous l'effet de la pente et ainsi fausser les mesures ;
- ✓ Prélèvement possible en dehors de zones inondées ;
- ✓ Choix des substrats identiques entre les différentes stations de prélèvements possible.

LOCALISATION DES ZONES DE PRELEVEMENTS

L'extrait de carte ci-dessous présente l'emplacement des zones de mesure autour du site de AIRVAULT.



Figure 3 : Localisation des zones de prélèvements

La localisation des zones de prélèvements a été sélectionnée par souci de cohérence avec l'étude de dispersion réalisée par la société KALIES en 2019 (Annexe 1). Le positionnement a été réalisé en tenant compte des différents obstacles pouvant être rencontrés en chacun de ces points (arbres, ligne haute tension, zones inondables...). Les zones de prélèvements sélectionnées sont les suivantes :

Typologie de zone (d'après l'étude de dispersion)	Numéro	Commune	Adresse exacte	Coordonnées GPS
Zone impactée	1	Airvault	Zone arborée directement au Nord-Est du site	N 46°49'21" O 0° 8'94"
Zone impactée	2	Borcq-sur-Airvault	Rue des Acacias	N 46°49'41" O 0°05'42"
Zone impactée	3	Assais-les-Jumeaux	Lieu-dit « Le Fief au Jau »	N 46°47'57" O 0°07'23"
Zone peu impactée	4	Barroux	Cimetière	N 46°49'44" O 0°11'01"
Zone impactée	5	Barroux	Route D725E (poste électrique)	N 46°49'24" O 0°07'33"

DETAIL ZONE 1

Lieu : zone arborée située directement au Nord-Est du site

Typologie du lieu : zone de retombées principales dans des secteurs sensibles (proximité d'habitations)

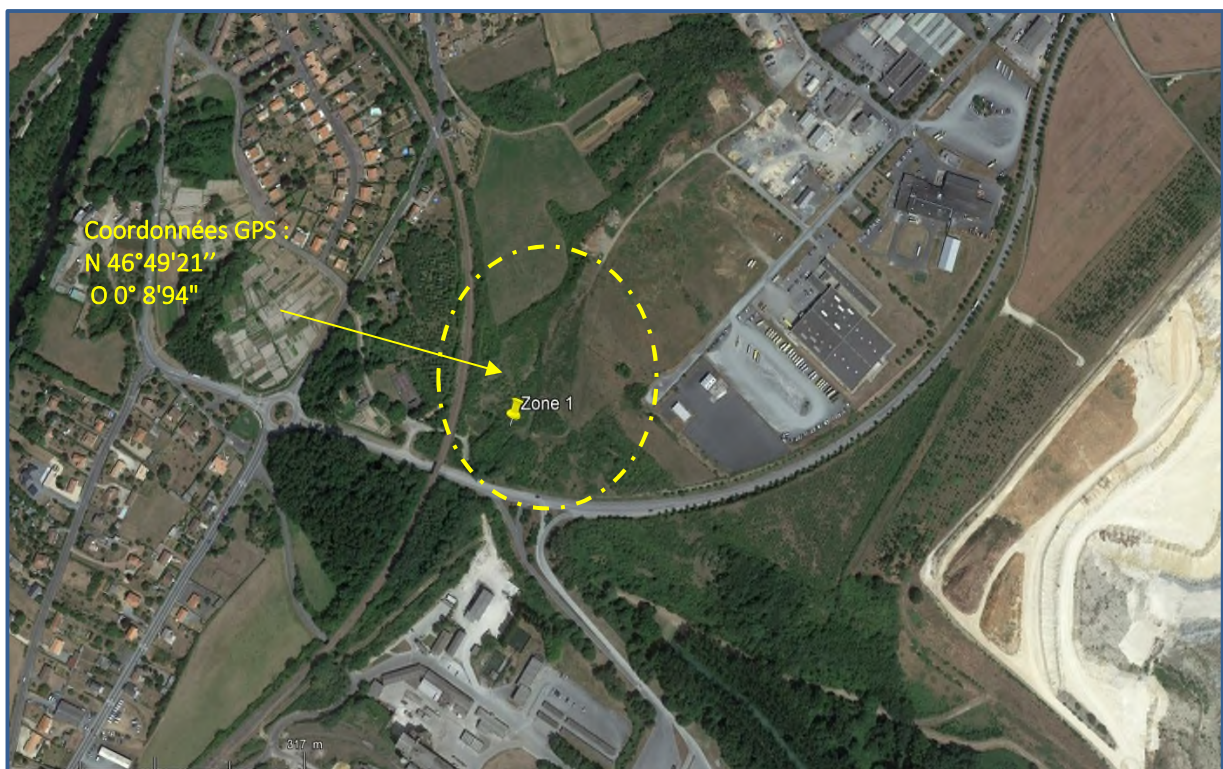
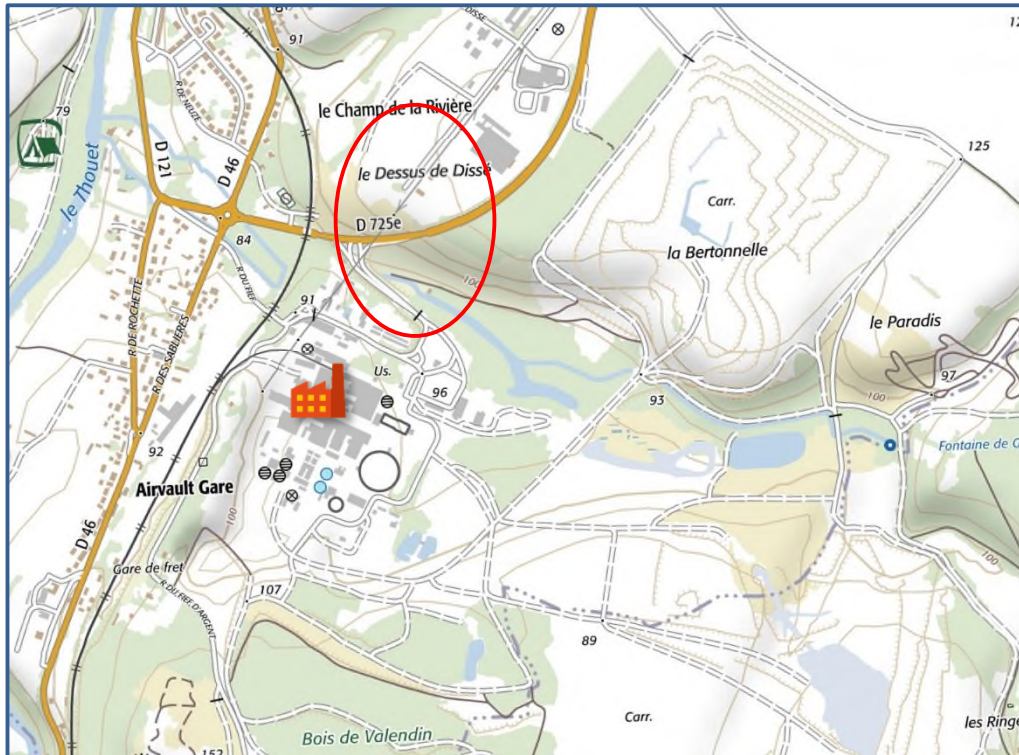


Figure 4 : Localisation zone 1

DETAIL ZONE 2

Lieu : Village de Borcq-sur-Airvault (commune d'Airvault), à proximité des habitations situées autour de la rue des acacias

Typologie du lieu : zone de retombées principales, premières habitations sous les vents dominants

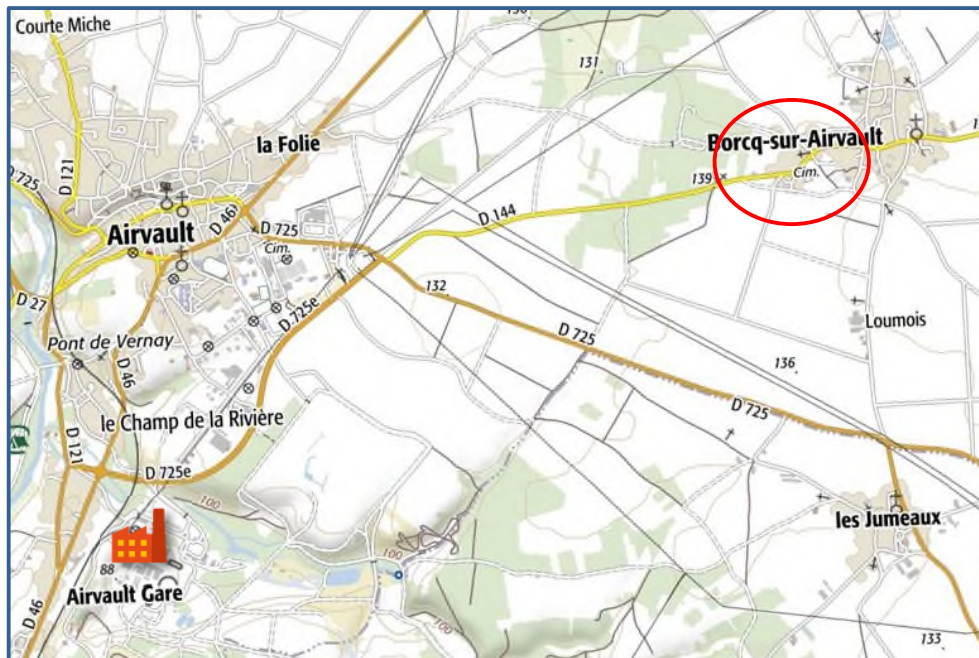


Figure 5 : Localisation zone 2

DETAIL ZONE 3

Lieu : Lieu-dit « Fief au Jau » sur la commune d'Assais-les-Jumeaux, à environ 1 700 m au Sud-Est de l'usine.

Typologie du lieu : zone de retombées principales dans des secteurs sensibles (proximité d'habitations).

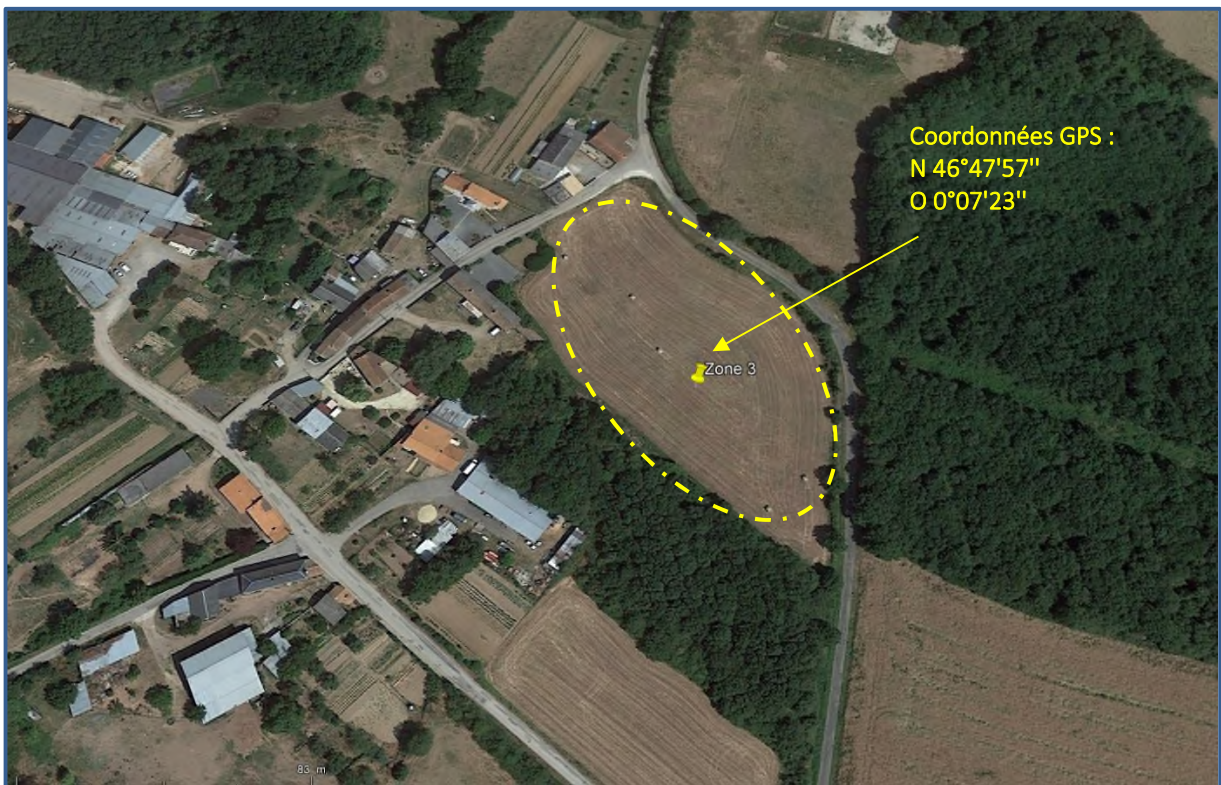
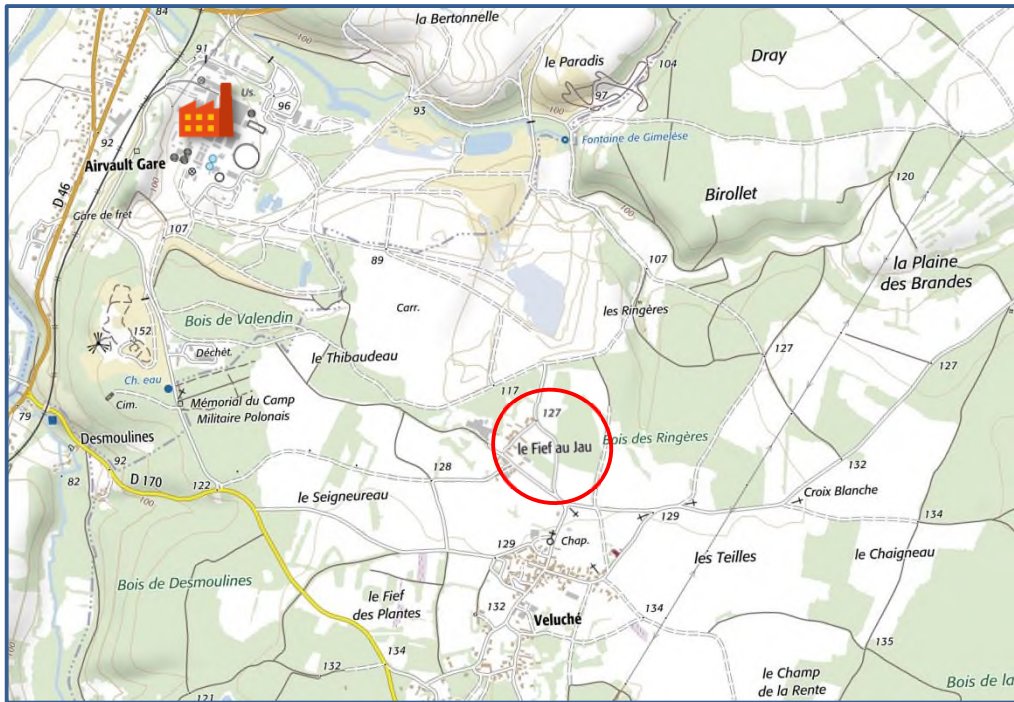


Figure 6 : Localisation zone 3

DETAIL ZONE 4

Lieu : Barroux, à côté du cimetière (4 000 m au Nord-Ouest de l'usine).

Typologie du lieu : station témoin, située hors des retombées.

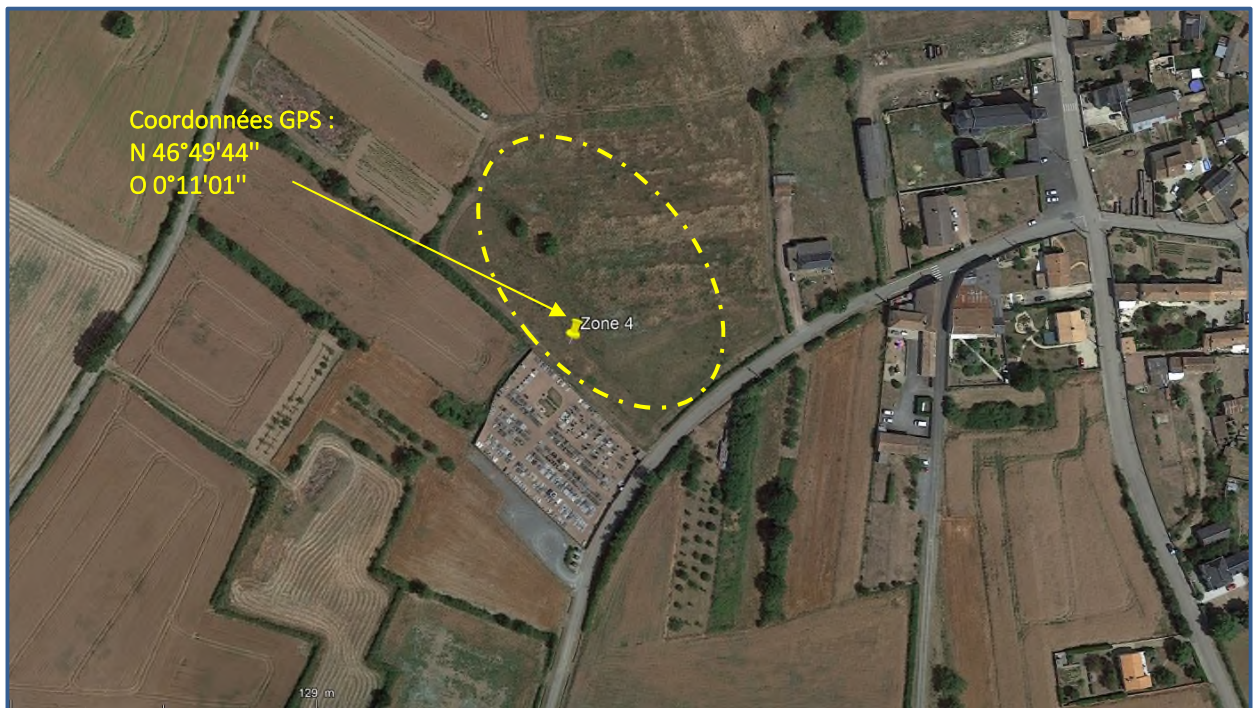


Figure 7 : Localisation zone 4

DETAIL ZONE 5

Lieu : Airvault, route D725E, à proximité d'un poste électrique, à environ 1 900 m au Nord/Nord-Est de l'usine.

Typologie du lieu : zone de retombées principales dans des secteurs sensibles (proximité d'habitations).

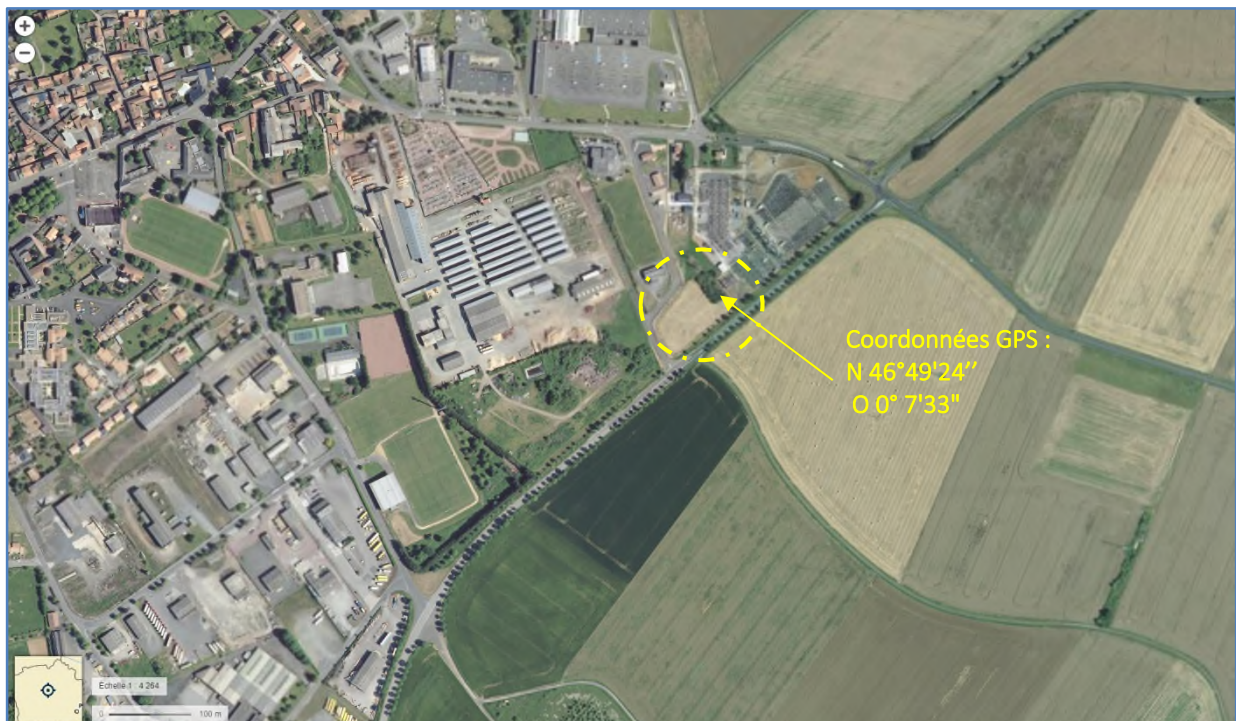
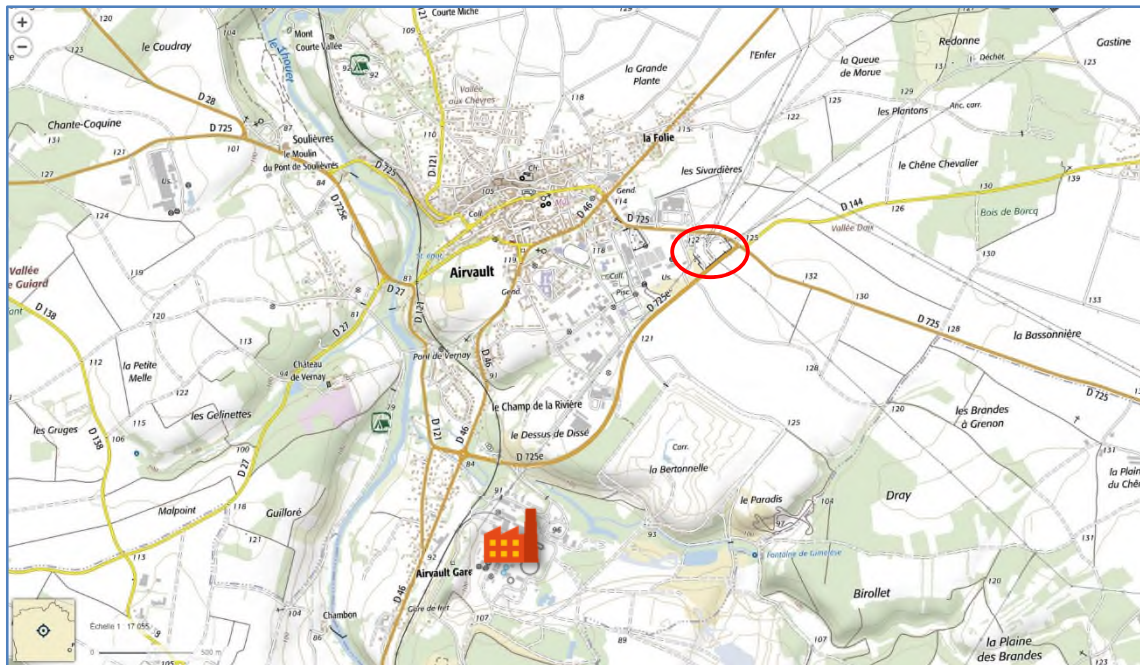


Figure 8 : Localisation zone 5

A noter que ce point est situé à proximité d'une scierie susceptible d'influencer les résultats des mesures.

GENERALITES

PRESENTATION ET INTERET DES PRELEVEMENTS

GENERALITES

La biosurveillance peut se définir comme « l'utilisation des réponses à tous les niveaux d'organisation biologique (moléculaire, biochimique, cellulaire, physiologique, tissulaire, morphologique, écologique) d'un organisme ou d'un ensemble d'organismes pour prévoir et/ou révéler une altération de l'environnement et pour en suivre l'évolution ».

Différentes familles de végétaux peuvent être utilisées dans le cadre d'une campagne de biosurveillance : les végétaux supérieurs (la biosurveillance peut s'effectuer soit au niveau des systèmes foliaires soit au niveau des écorces), les bryophytes ou les lichens. Le choix de l'organisme végétal d'étude dépend de ses capacités de réaction ou d'accumulation vis-à-vis des polluants inorganiques ou organiques présents dans l'atmosphère.

A l'heure actuelle, plusieurs méthodes de biosurveillance sont normalisées en France. Les méthodes de référence sont les suivantes :

- ↳ Norme NF X 43-900 – Biosurveillance de l'air – Bio indication de l'ozone par le tabac ;
- ↳ Norme NF X 43-901 – Biosurveillance de l'air – Biosurveillance active de la qualité de l'air à l'aide de ray-grass : des cultures à la préparation des échantillons ;
- ↳ Norme NF X 43-903 – Biosurveillance de l'environnement – Détermination d'un indice biologique de lichens épiphytes (IBLE) ;
- ↳ **Norme NF EN 16414 – Biosurveillance à l'aide de mousses – Accumulation des contaminants atmosphériques dans les mousses prélevées in situ : de la récolte à la préparation des échantillons** (qui remplace la norme homologuée NF X 43-902 de mai 2008).

En raison de leurs particularités anatomiques et caractéristiques physiologiques, les bryophytes sont des organismes bien adaptés pour l'étude des polluants atmosphériques inorganiques et organiques du fait de leurs facultés d'absorption des polluants. Ils sont ce qu'on appelle des bioindicateurs.

Les mousses stricto sensu sont des plantes non vasculaires appartenant à l'embranchement des *Bryophyta*. Elles sont composées d'une tige feuillée (gamétophyte) portant les organes reproducteurs et d'un (ou plusieurs) sporophyte(s) se développant sur le gamétophyte. Selon la morphologie de la mousse et de la position des sporophytes, on distingue deux types principaux de mousses : les pleurocarpes et les acrocarpes.

Chez la plupart des mousses, l'absence de racines, de système vasculaire ou de cuticule protectrice signifie que l'eau et les substances nutritives proviennent principalement de dépôts secs, humides ou occultes. Par conséquent, les niveaux de contaminants présents dans leurs tissus sont essentiellement d'origine atmosphérique. Les mousses capturent les particules avec efficacité, en raison de leur rapport surface-volume élevé, de leur surface d'échange importante due aux nombreuses feuilles imbriquées autour de la tige, ainsi que la finesse des feuilles importante (formée d'une seule couche de cellules). Les particules et les contaminants dissous dans l'air sont donc captés et retenus par les mousses, à la surface des feuilles ou à l'intérieur des tissus. Pour ces raisons, les mousses terrestres ont été fréquemment utilisées dans des programmes de surveillance de l'air, en tant que bioaccumulateurs d'une large gamme de contaminants atmosphériques, en particulier des composés et éléments minéraux, notamment des métaux, mais également des substances organiques (polluants organiques persistants) et des isotopes radioactifs.

PRINCIPE DE MESURE ET GRANDEUR CARACTERISEE

L'objectif est de quantifier la part des contaminants atmosphériques qui s'accumulent (bioaccumulation) dans un végétal, ici les bryophytes.

La photo ci-après présente une zone de prélèvement de bryophytes.



Zone idéale de prélèvement

Figure 9 : Exemple de zone

Conformément à la norme NF EN 16414 : 2014, la période de collecte est aussi courte que possible : la société KALI'AIR s'efforce donc de réaliser l'ensemble des prélèvements autour d'un site sur la même journée, voire sur la même demi-journée. Les conditions météorologiques sont retranscrites sur la feuille de terrain.

Etant donné la variation saisonnière reconnue dans la littérature et les variations de concentrations en divers éléments dans les mousses (effet de dilution en période humide ou inversement perte d'éléments pendant l'été sous l'effet de la dessiccation), la période de prélèvement est notée de manière précise sur les feuilles de terrain.

Les échantillons collectés sont monospécifiques afin d'éviter les variations intrinsèques entre espèces. Chaque échantillon est composé de plusieurs sous-échantillons répartis de façon uniforme dans la population cible occupant la zone d'échantillonnage. Ces sous-échantillons sont ensuite mélangés pour créer un échantillon composite représentatif de la zone d'étude. Le matériel entrant en contact avec les mousses durant les prélèvements est en céramique de manière à ne pas interférer avec les contaminants à analyser.

UNITES DE MESURE

Les substances suivies par biosurveillance sont les dioxines/furanes exprimées en pg TEQ/g de masse sèche et les 12 métaux sélectionnés exprimés en mg/kg de masse sèche.

DIOXINES ET FURANES

Le terme générique de « dioxines » regroupe deux familles de composés (les polychlorodibenzo-paradioxines ou PCDD et les polychlorodibenzofuranes ou PCDF). Ainsi, ce terme désigne en réalité plus de 200 molécules différentes. Parmi ces molécules, seules 17 sont reconnues comme dangereuses et sont analysées.

7 congénères dioxines	10 congénères Furanes
2,3,7,8 TCDD (Tetrachlorodibenzodioxine)	2,3,7,8 TCDF (Tetrachlorodibenzofurane)
1,2,3,7,8 PCDD (Pentachlorodibenzodioxine)	1,2,3,7,8 PCDF (Pentachlorodibenzofurane)
1,2,3,4,7,8 HxCDD (Hexachlorodibenzodioxine)	2,3,4,7,8 PCDF (Pentachlorodibenzofurane)
1,2,3,6,7,8 HxCDD (Hexachlorodibenzodioxine)	1,2,3,4,7,8 HxCDF (Hexachlorodibenzofurane)
1,2,3,7,8,9 HxCDD (Hexachlorodibenzodioxine)	1,2,3,6,7,8 HxCDF (Hexachlorodibenzofurane)
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD (Heptachlorodibenzodioxine)	2,3,4,6,7,8 HxCDF (Hexachlorodibenzofurane)
OCDD (Octachlorodibenzodioxine)	1,2,3,7,8,9 HxCDF (Hexachlorodibenzofurane)
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF (Heptachlorodibenzofurane)
	1,2,3,4, 7,8,9 HpCDF (Heptachlorodibenzofurane)
	OCDF (Octachlorodibenzofurane)

Figure 10 : Liste des 17 congénères analysés

En raison du nombre de molécules différentes en cause et du fait que l'exposition n'est jamais reliée à une seule molécule, mais à un mélange de nombreux congénères, il a fallu, pour pouvoir comparer les risques liés à l'exposition à des mélanges différents, résoudre le problème de l'expression des résultats des dosages. C'est pour cela, qu'a été créée depuis 1976, la notion de facteur d'équivalence de toxicité - TEF (Toxic Equivalent Factor). Le principe est de multiplier le résultat de son dosage (déterminé par la méthode analytique) par un facteur de conversion qui tient compte de son activité toxique, pour chaque congénère. Ce facteur a été établi par rapport à la molécule de référence, la plus toxique, soit la 2,3,7,8 TCDD. La 2,3,7,8 TCDD a donc un TEF de 1.

De plus, on associe parfois dans ce même indicateur d'équivalence I-TEQ la charge toxique liée à des substances chimiques différentes des dioxines et furanes mais voisines dans leur mode d'action (les PCB par exemple), avec des coefficients de toxicité pouvant varier de ceux pris en compte dans l'indicateur I-TEQ_{NATO}. L'indicateur est alors noté I-TEQ_{OMS}.

Les résultats de dioxines et furanes dans le cadre d'études environnementales sont présentés dans l'unité pg I-TEQ_{NATO}/échantillon. Les études sanitaires, quant à elles, utilisent le système de référence OMS 1998 et récemment OMS 2005 pour les mammifères. Pour la présente étude, nous utilisons l'unité pg I-TEQ_{OMS}/échantillon. Les tableaux suivants présentent le coefficient de toxicité de chaque congénère dans les différents systèmes d'unités : I-TEQ_{NATO} et I-TEQ_{OMS}.

(Tableau issu de l'étude d'imprégnation par les dioxines des populations vivant à proximité d'usines d'incinération d'ordures ménagères – Institut de veille sanitaire)

	Congénères	TEF OTAN 1989	TEF OMS 1998	TEF OMS 2005
Dioxines	2,3,7,8 Tetrachlorodibenzodioxine	1	1	1
	1,2,3,7,8 Pentachlorodibenzodioxine	0.5	1	1
	1,2,3,4,7,8 Hexachlorodibenzodioxine	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8 Hexachlorodibenzodioxine	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9 Hexachlorodibenzodioxine	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8 Heptachlorodibenzodioxine	0.01	0.01	0.01
	Octachlorodibenzodioxine	0.001	0.0001	0.0003
Furanes	2,3,7,8 Tetrachlorodibenzofurane	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8 Pentachlorodibenzofurane	0.05	0.05	0.03
	2,3,4,7,8 Pentachlorodibenzofurane	0.5	0.5	0.3
	1,2,3,4,7,8 Hexachlorodibenzofurane	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8 Hexachlorodibenzofurane	0.1	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8 Hexachlorodibenzofurane	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9 Hexachlorodibenzofurane	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8 Heptachlorodibenzofurane	0.01	0.01	0.01
	1,2,3,4, 7,8,9 Heptachlorodibenzofurane	0.01	0.01	0.01
	Octachlorodibenzofurane	0.001	0.0001	0.0003

Figure 11 : Facteur d'équivalence toxique PCDD/F

METHODOLOGIE ET INVESTIGATIONS

PRELEVEMENTS

Les prélèvements ont été réalisés par la société KALI’AIR le 22 septembre 2021, par M. GUERRY—GRIVAUD.

Les conditions générales de la campagne sont les suivantes :

Type de surveillance	Surveillance par biosurveillance passive Campagne Bryophyte - le 22 septembre 2021
Composés analysés	<ul style="list-style-type: none"> ✘ 12 Métaux lourds (Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Cd, Tl et Hg) ✘ Dioxines et Furanés
Dispositifs de prélèvement	Bryophytes
Fréquence	Annuelle
Nombre et localisation des prélèvements prévus	5 sites de prélèvement : <ul style="list-style-type: none"> ✘ 4 sites « mesure », situés au niveau des zones principalement impactées par les retombées liées aux émissions du site ✘ 1 site « témoin », situé au niveau de zones non impactées par les retombées des émissions du site ou par d’autres sources connues. <i>(Zones définies dans le cadre d’une étude de dispersion des rejets du site)</i>

Figure 12 : Tableau des investigations réalisées

CONDITIONNEMENT POST EXPOSITION

Les échantillons de bryophytes récoltés sur le terrain sont conditionnés de sorte à ce qu’aucune contamination post-récolte ne puisse se faire et de sorte à ce qu’aucun échantillon ne puisse être inversé entre les différentes zones de mesures.

Pour cela, chaque échantillon est prélevé avec des ciseaux céramique et des gants non talqués, puis disposé dans un sachet zip-lock alimentaire (donc inerte) avant d’être placé dans une barquette aluminium d’1 ou 2 litres.

Cette barquette aluminium est ensuite étiquetée directement sur le terrain avec *a minima* les informations suivantes :

- L’identification de la zone prélevée
- La référence exacte de l’échantillon prélevé (séparation des échantillons PCCD/F et métaux)
- Les paramètres à mesurer
- La date du prélèvement

ANALYSES

Les analyses ont été réalisées par le laboratoire :

- Micropolluants Technologies basé Saint Julien Les Metz (*accréditation Cofrac Essais n°1-1151, portée disponible sur www.cofrac.fr*)

Les protocoles relatifs aux différentes analyses réalisées sont regroupés dans le tableau ci-après.

Les bulletins analytiques sont consultables sur demande.

Paramètres	Normes	Principes	Limite de quantification
Arsenic	Méthode interne (MOp C-4/57)	Analyse par HRGC_HRMS	De 0,025 à 0,13 mg/kg MS Hg : 0,025 mg/kg MS
Antimoine			
Cadmium			
Chrome			
Cobalt			
Cuivre			
Manganèse			
Nickel			
Plomb			
Thallium			
Vanadium			
Mercure			
Dioxines/furanes			

Figure 13 : Protocoles analytiques

INCIDENTS PENDANT LA PERIODE DE PRELEVEMENT

Aucun incident n'a été signalé lors de la campagne de prélèvement

CONDITIONS METEOROLOGIQUES

DESCRIPTION DE LA STATION

L'interprétation des mesures est basée sur les données de la station METEO FRANCE la plus proche du site, à savoir celle de Thénézay STNA (79). Cette station est située à environ 14 km au Sud-Est du site d'étude.

ANALYSE DU REGIME DES VENTS

La rose des vents présentée correspond au vent horaire à 10 m d'altitude, moyenné sur les six derniers mois (acquisition de données avec un pas de temps de 10 minutes).

Au cours du semestre écoulé, on distingue notamment trois orientations de vents, dont une majoritaire. Le tableau ci-dessous synthétise les informations principales issues des données météorologiques relevées lors des six derniers mois (comme pour toutes les roses des vents, les secteurs de vents présentés dans le tableau ci-dessous mettent en avant les provenances de vents et non les directions) :

Du 22 mars au 22 septembre 2021	
Vents dominants	Secteur Sud-Ouest (200° à 260°) soit 35,3 % des observations
Vents secondaires	Secteur Nord / Nord-Est (360° à 60°) soit 22,2 % des observations
	Secteur Nord-Ouest (280° à 340°) soit 18,3 % des observations

Figure 14 : Répartition et fréquence des vents dominants et secondaires

A noter que les vents faibles (< 1,5 m/s) favorisant les retombées de proximité représentent 10,7 % des vents totaux. Ces vents sont faibles et diffus, et ne possèdent par conséquent pas de direction propre.

La figure suivante présente la rose des vents pour la station météorologique :

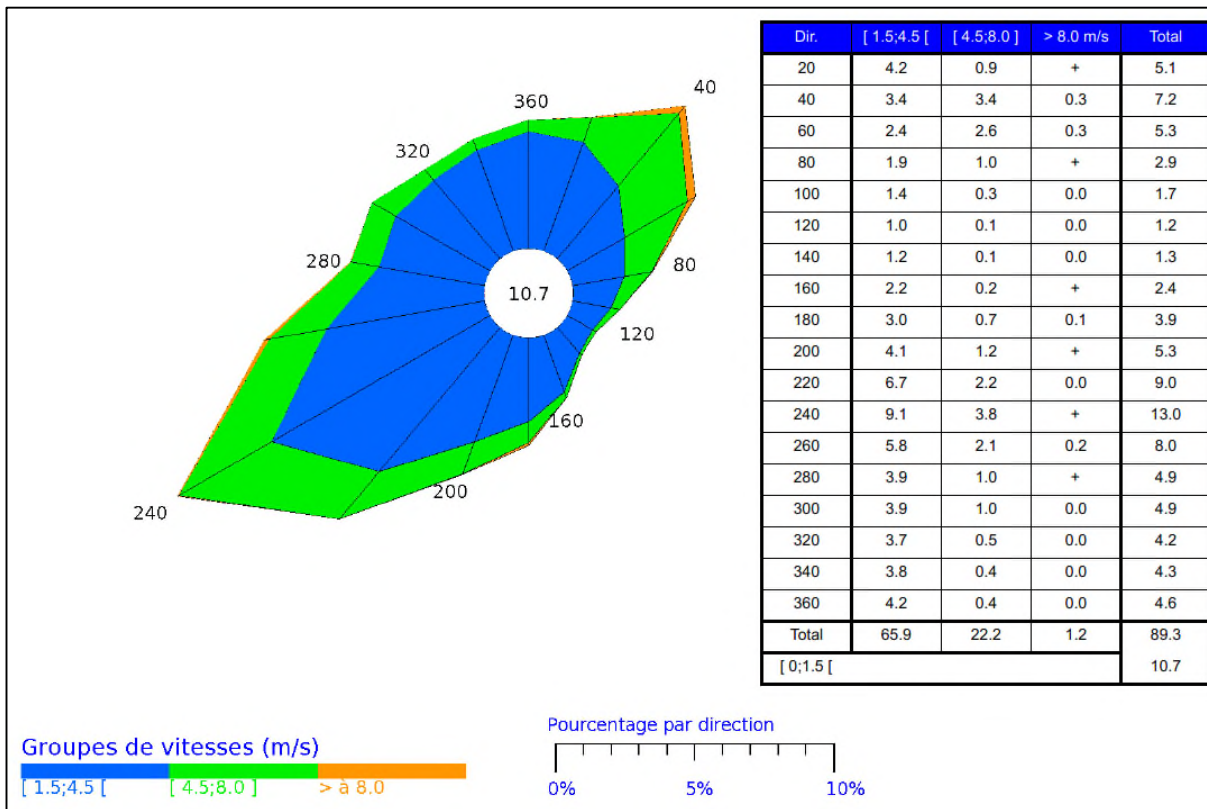


Figure 15 : Rose des vents de la période de prélèvement

Le profil de la rose des vents de la période de mesures indique des vents dominants de secteur Sud-Ouest, et des vents secondaires de secteur Nord / Nord-Est d’une part et de secteur Nord-Ouest d’autre part.

Ainsi, les zones 1, 2 et 5 sont susceptibles d’être sous l’influence des vents dominants en provenance du site tandis que la zone 3 est susceptible d’être sous l’influence des vents secondaires.

La zone 4 située au Nord-Ouest du site et à plus grande distance, est peu susceptible d’être influencée par les retombées. La zone 4 est considérée comme point témoin de la présente campagne de mesures, représentative de bruit de fond environnant.

L'extrait de carte ci-dessous présente la localisation des zones de prélèvement autour du site d'Airvault avec le pourcentage d'impact supposé par les vents en provenance du site sur les six derniers mois.

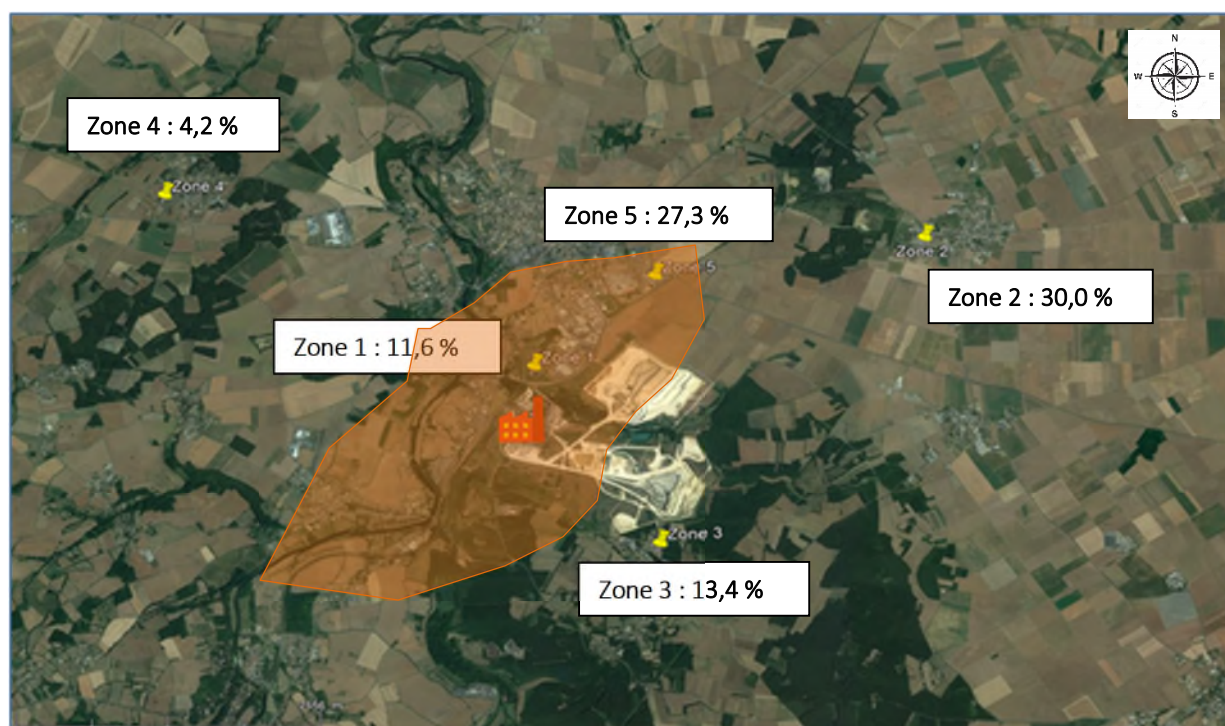


Figure 16 : Cartographie des impacts supposés par le vent

Secteur d'influence des vents :

Zone 1 : sous influence des vents de secteur Sud 160° à 200°

Zone 2 : sous influence des vents de secteur Sud-Ouest 220° à 260°

Zone 3 : sous influence des vents de secteur Nord-Ouest 300° à 340°

Zone 4 : sous influence des vents de secteur Sud-Est 100° à 140°

Zone 5 : sous influence des vents de secteur Sud / Sud-Ouest 200° à 240°

CONDITION CLIMATIQUES

A noter que le jour du prélèvement, le 22 septembre 2021, les conditions climatiques étaient ensoleillées.

RESULTATS D'ANALYSES

Les résultats des analyses effectuées sur les biostations sont regroupés dans le tableau ci-après. Pour rappel, les bulletins d'analyses pour les dioxines/furanes et pour les métaux sont consultables sur demande.

Dans cette campagne, les dépôts sont estimés par la mesure de la concentration en éléments dans les mousses. Grâce au piégeage et à l'accumulation des éléments, les concentrations reflètent le dépôt relatif. Le terme « relatif » se justifie en raison des divers facteurs pouvant influencer les teneurs (biomasse de matière végétale, % d'accumulation, lessivage...). Par conséquent, les concentrations mesurées dans les végétaux donnent une information sur le dépôt relatif (imprégnation) permettant les comparaisons spatio-temporelles et sont donc pertinentes pour estimer les variations du dépôt absolu.

Nota : au niveau de l'analyse, certaines valeurs sont inférieures aux valeurs limites de quantification. Dans le cadre de ce rapport, nous avons choisi d'assimiler la limite de quantification comme valeur de concentration.

DIOXINES/FURANES

Référence KALI'AIR (N° Point)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Numéro d'échantillon	CKL21/A165/PR01/1	CKL21/A165/PR01/3	CKL21/A165/PR01/5	CKL21/A165/PR01/7	CKL21/A165/PR01/9
Date de prélèvement	22/09/2021	22/09/2021	22/09/2021	22/09/2021	22/09/2021
Poids frais (g)	21,3	21,8	19,9	17,7	13,3
Poids sec (g)	20,3	20,7	19,1	16,8	12,6
% humidité	4,7	5,0	4,0	5,1	5,3

Figure 17 : Données analytiques

- CKL21/A165/PR01/1				- CKL21/A165/PR01/3				- CKL21/A165/PR01/5			
Poids frais (g)		21,30		Poids frais (g)		21,80		Poids frais (g)		19,90	
poids sec (g)		20,30		poids sec (g)		20,70		poids sec (g)		19,10	
Poids sec à 12 % H ₂ O		22,74		Poids sec à 12 % H ₂ O		23,18		Poids sec à 12 % H ₂ O		21,39	
% d'H ₂ O		4,70		% d'H ₂ O		5,00		% d'H ₂ O		4,00	
		signe ou I-TEF				signe ou I-TEF				signe ou I-TEF	
		pg/g MS				pg/g MS				pg/g MS	
pg/ g de MS	2,3,7,8 TCDD		<-0,044	2,3,7,8 TCDD		<-0,041	2,3,7,8 TCDD		<-0,061		
	1,2,3,7,8 PeCDD		<-0,084	1,2,3,7,8 PeCDD		<-0,075	1,2,3,7,8 PeCDD		<-0,094		
	1,2,3,4,7,8 HxCDD		0,158	1,2,3,4,7,8 HxCDD		0,130	1,2,3,4,7,8 HxCDD		0,105		
	1,2,3,6,7,8 HxCDD		0,205	1,2,3,6,7,8 HxCDD		0,084	1,2,3,6,7,8 HxCDD		0,201		
	1,2,3,7,8,9 HxCDD		0,188	1,2,3,7,8,9 HxCDD		0,181	1,2,3,7,8,9 HxCDD		0,183		
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD		3,549	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD		4,043	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD		3,592		
	OCDD		14,767	OCDD		22,320	OCDD		13,259		
	Dioxines		<-18,995	Dioxines		<-26,874	Dioxines		<-17,495		
	2,3,7,8 TCDF		<-0,050	2,3,7,8 TCDF		<-0,054	2,3,7,8 TCDF		<-0,065		
	1,2,3,7,8 PeCDF		<-0,053	1,2,3,7,8 PeCDF		<-0,051	1,2,3,7,8 PeCDF		<-0,070		
	2,3,4,7,8 PeCDF		<-0,053	2,3,4,7,8 PeCDF		<-0,051	2,3,4,7,8 PeCDF		<-0,070		
	1,2,3,4,7,8 HxCDF		<-0,070	1,2,3,4,7,8 HxCDF		<-0,063	1,2,3,4,7,8 HxCDF		<-0,072		
	1,2,3,6,7,8 HxCDF		<-0,057	1,2,3,6,7,8 HxCDF		<-0,053	1,2,3,6,7,8 HxCDF		<-0,062		
	2,3,4,6,7,8 HxCDF		0,069	2,3,4,6,7,8 HxCDF		0,155	2,3,4,6,7,8 HxCDF		0,127		
	1,2,3,7,8,9 HxCDF		<-0,060	1,2,3,7,8,9 HxCDF		<-0,057	1,2,3,7,8,9 HxCDF		<-0,065		
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF		0,501	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF		0,673	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF		0,461		
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF		<-0,062	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF		<-0,045	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF		<-0,053		
	OCDF		0,525	OCDF		0,743	OCDF		0,489		
	Furanes		<-1,500	Furanes		<-1,945	Furanes		<-1,534		
	Total		<-20,495	Total		<-28,819	Total		<-19,029		

CKL21/A165/PR01/1				CKL21/A165/PR01/3				CKL21/A165/PR01/5				
ppm de MS L-TEF OMS 2000	Dioxines	0,095	<<	0,223	Dioxines	0,087	<<	0,203	Dioxines	0,089	<<	0,244
	Furanes	0,012	<<	0,054	Furanes	0,022	<<	0,062	Furanes	0,017	<<	0,067
	Total	0,107	<<	0,277	Total	0,109	<<	0,265	Total	0,106	<<	0,311

Figure 18 : Résultats des PCDD/F zones 1&2&3

- CKL21/A165/PRO1/7			
Poids frais (g)	17,70		
poids sec (g)	16,80		
Poids sec à 12 % H ₂ O	18,82		
% d'H ₂ O	5,10	signe ou I-TEF	pg/g MS
pg / g de MS	2,3,7,8 TCDD	<0,059	
	1,2,3,7,8 PeCDD	<0,117	
	1,2,3,4,7,8 HxCDD	<0,061	
	1,2,3,6,7,8 HxCDD	<0,054	
	1,2,3,7,8,9 HxCDD	<0,037	
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,908	
	OCDD	3,155	
	Dioxines	<4,391	
	2,3,7,8 TCDF	<0,062	
	1,2,3,7,8 PeCDF	<0,063	
	2,3,4,7,8 PeCDF	<0,063	
	1,2,3,4,7,8 HxCDF	<0,060	
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	<0,050	
	2,3,4,6,7,8 HxCDF	<0,041	
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	<0,054	
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,218	
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	<0,049	
	OCDF	0,286	
	Furanes	<0,946	
	Total	<5,337	

- CKL21/A165/PRO1/9			
Poids frais (g)	13,30		
poids sec (g)	12,60		
Poids sec à 12 % H ₂ O	14,11		
% d'H ₂ O	5,30	signe ou I-TEF	pg/g MS
pg / g de MS	2,3,7,8 TCDD	<0,051	
	1,2,3,7,8 PeCDD	0,328	
	1,2,3,4,7,8 HxCDD	1,895	
	1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,656	
	1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,692	
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	57,602	
	OCDD	300,232	
	Dioxines	<363,456	
	2,3,7,8 TCDF	<0,058	
	1,2,3,7,8 PeCDF	<0,063	
	2,3,4,7,8 PeCDF	<0,063	
	1,2,3,4,7,8 HxCDF	<0,085	
	1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,097	
	2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,172	
	1,2,3,7,8,9 HxCDF	<0,072	
	1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	2,902	
	1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,227	
	OCDF	6,662	
	Furanes	<10,401	
	Total	<373,857	

CKL21/A165/PRO1/7				CKL21/A165/PRO1/9					
ppb de MS-L TEFO OMS 2006	Dioxines:	0,010	<<	0,201	ppb de MS-L TEFO OMS 2006	Dioxines:	1,518	<<	1,569
	Furanes:	0,002	<<	0,050		Furanes:	0,060	<<	0,102
	Total	0,012	<<	0,251		Total	1,579	<<	1,672

Figure 19 : Résultats des PCDD/F zones 4&5

Le graphique suivant présente les teneurs en dioxines et furanes sur l'ensemble des zones de prélèvements en fonction de l'orientation des vents et de leur distance par rapport au site.

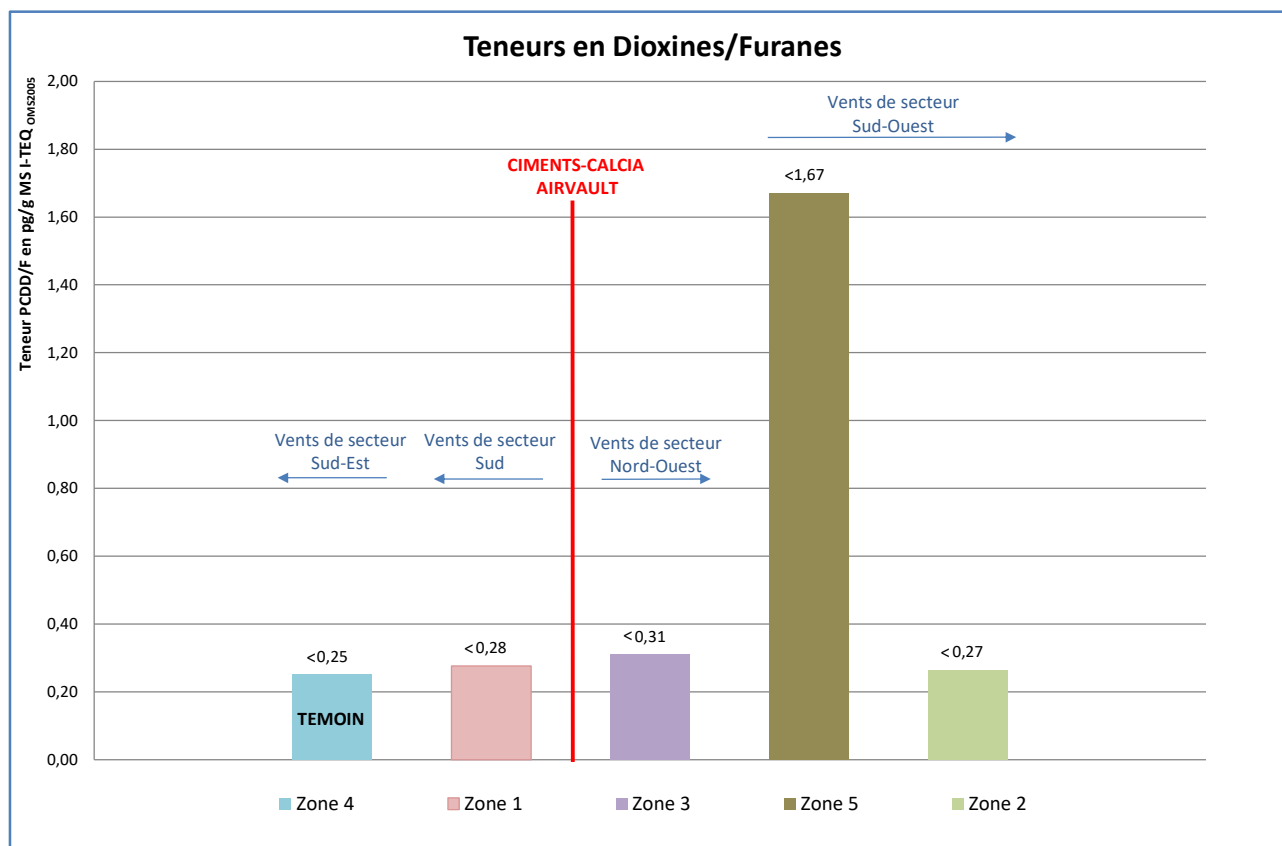


Figure 20 : Teneurs des PCDD/F sur l'ensemble des zones

Au vu de ces résultats, nous observons que les échantillons présentent des concentrations en dioxines et furanes comprises entre $< 0,25$ et $< 1,67$ pg TEQ_{OMS2005}/g de MS. Comme l'an passé, la zone qui présente la plus grande concentration est la zone 5 ($1,58 < X < 1,67$ pg TEQ_{OMS2005}/g MS), susceptible d'être sous l'influence des vents dominants en provenance du site. A noter que cette zone est située à proximité d'une scierie susceptible d'influencer les résultats des mesures. La zone qui présente la plus petite concentration en dioxines et furanes est la zone 4 ($0,01 < X < 0,25$ pg OMS 2005/g MS), zone considérée comme le point témoin de la présente campagne.

Les zones 1, 2 et 3 présentent une concentration en dioxines et furanes du même ordre de grandeur alors qu'elles ne sont pas impactées par les mêmes vents provenant du site CALCIA. De plus, leurs concentrations en PCDD/F sont du même ordre de grandeur que celle de la zone 4, considérée comme point témoin.

Face à ces constats, l'impact direct du site d'Airvault sur les teneurs en PCDD/F retrouvées dans l'environnement du site ne peut être mis clairement en évidence. Il semble exister de plus, des sources en PCDD/F extérieures au site, qui viennent influencer les concentrations en dioxines observées dans l'environnement du site, en particulier au niveau de la zone 5.

METEAUX LOURDS

	Référence KALI'AIR (N° Point)	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Concentration en mg/kg de MS	Vanadium	11,3	6,5	6,5	4,0	3,8
	Chrome	7,3	4,5	4,7	3,6	2,7
	Manganèse	90,3	104	162	242	112
	Cobalt	1,1	1,4	1,7	1,7	1,1
	Nickel	4,0	2,8	3,0	2,1	2,2
	Cuivre	12,0	5,2	4,3	20,5	4,0
	Arsenic	2,4	1,9	1,9	1,9	1,3
	Cadmium	0,13	0,14	0,06	0,09	0,07
	Antimoine	0,46	0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Thallium	0,13	<0,13	<0,13	<0,13	<0,13
	Plomb	4,2	3,1	4,5	3,4	2,6
	Mercure	0,04	0,04	0,05	0,04	0,05
	Somme		< 133	< 130	< 189	< 280

Figure 21 : Résultats des métaux lourds

Le graphique suivant présente les teneurs en métaux totaux sur l'ensemble des zones de prélèvements en fonction de l'orientation des vents et de leur distance par rapport au site.

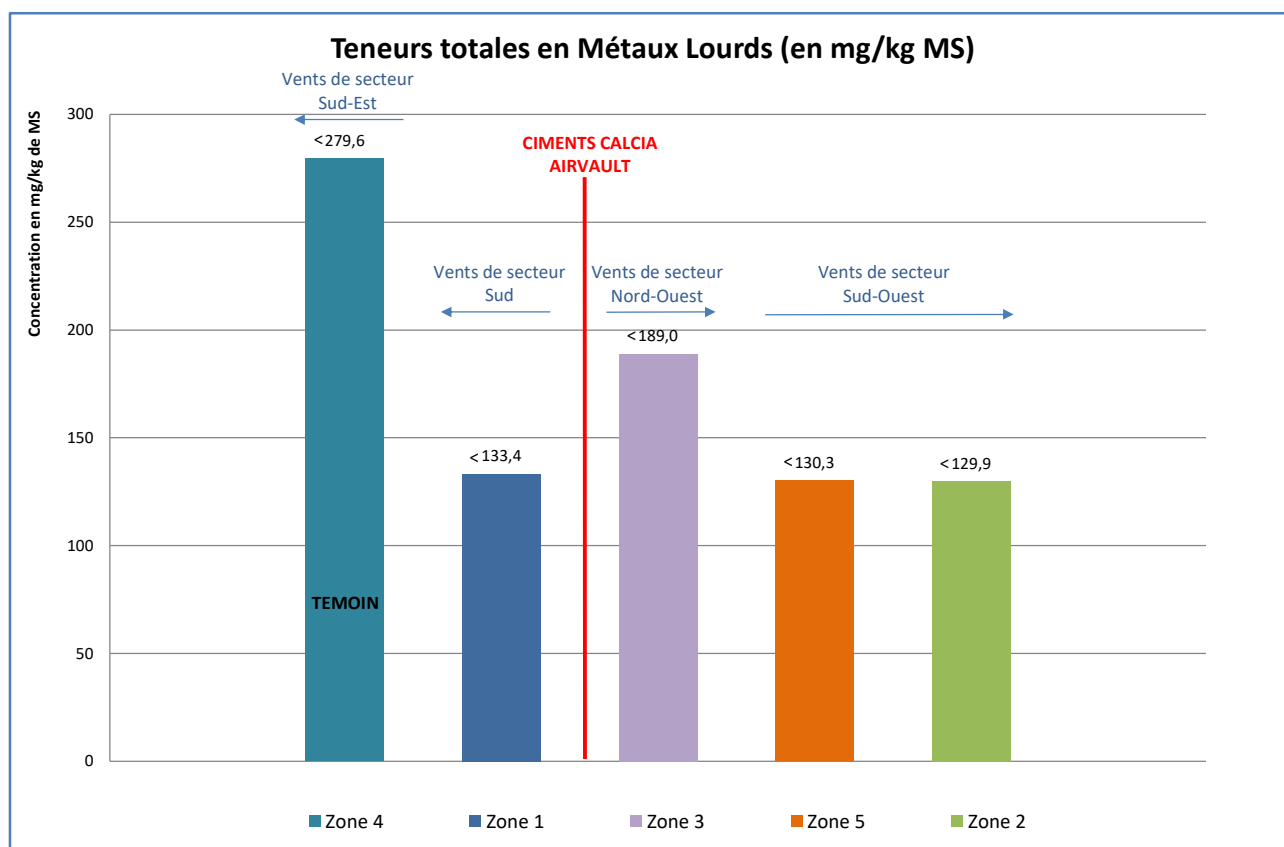


Figure 22 : Teneurs des métaux lourds en fonction de l'orientation des vents

Les concentrations mesurées en métaux lourds sont comprises entre < 129,9 et < 279,6 mg/kg de MS. Le graphique précédent met en évidence des teneurs en métaux plus importantes au niveau de la zone 4, point témoin.

Nous observons également que les teneurs en métaux les plus faibles sont mesurées au niveau de la zone 2 pourtant susceptible d'être sous l'influence des vents dominants en provenance du site. Les zones 1, 2 et 5 situées sous les vents dominants en provenance du site présentent des teneurs totales en métaux du même ordre de grandeur.

La zone 3, sous influence des vents secondaires en provenance du site, présente une teneur en métaux totaux plus importante que les zones 1, 2 et 5, mais inférieure à celle de la zone 4, témoin.

Les teneurs en métaux lourds sont principalement dues à la présence très marquée du manganèse sur l'ensemble des zones (et en particulier sur la zone 4), ainsi que du plomb, chrome, cuivre et vanadium.

Ainsi, il semblerait que d'autres sources de métaux, extérieures au site CALCIA d'Airvault, existent et viennent influencer les teneurs en métaux observées dans l'environnement du site.

VALEUR DE REFERENCE

A l'heure actuelle, comme le précise le rapport « Surveillance des retombées atmosphériques par analyse de mousses en France – Campagne 2016 du dispositif BRAMM » rédigé par l'ADEME en février 2018, il n'existe pas de valeurs réglementaires ou de toxicité auxquelles se référer pour juger si une valeur de concentration en élément dans les mousses est excessive ou non. Les valeurs atypiques et maximales calculées dans le document de l'ADEME ne préjugent en rien d'un niveau de toxicité pour la mousse, ni pour l'écosystème et encore moins pour l'être humain.

Le document de l'ADEME propose toutefois des valeurs appelées « seuils atypiques » pour les métaux lourds uniquement. Ces données sont issues d'études statistiques des concentrations métalliques relevées dans 445 échantillons de mousse de la campagne 2016 du dispositif BRAMM.

Les tableaux ci-après résument ces valeurs.

METAUX LOURDS

Composés	Seuil atypique ADEME (mg/kg MS)
Vanadium (V)	2,24
Chrome (Cr)	4,34
Nickel (Ni)	4,36
Cuivre (Cu)	9,39
Arsenic (As)	0,55
Cadmium (Cd)	0,34
Antimoine (Sb)	0,16
Plomb (Pb)	5,59
Mercuré (Hg)	0,33

Figure 23 : Seuils atypiques des métaux lourds - ADEME

A noter que les autres métaux lourds ne possèdent pas de « seuil atypique ».

Certaines concentrations en métaux dépassent les seuils atypiques proposés par l'ADEME et notamment :

- Le vanadium et l'arsenic au niveau des cinq zones ;
- Le chrome au niveau des zones 1, 2 et 3 ;
- Le cuivre au niveau des zones 1 et 4 ;
- L'antimoine au niveau de la zone 1 uniquement.

L'ensemble des concentrations pour les autres zones et autres paramètres sont en-deçà des seuils atypiques proposés. Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif.

DIOXINES ET FURANES

Le rapport de l'ADEME ne propose pas de « seuils atypiques » pour les dioxines et furanes. En revanche, grâce à plusieurs rapports scientifiques traitant de la biosurveillance passive par bryophytes, nous avons pu collecter une valeur.

Composés	Seuil atypique littérature scientifique
Dioxines et furanes ITEQ OMS 2005	1,0 pg/g de MS OMS 2005

Figure 24 : Seuils atypiques des PCDD/F - ADEME

Les concentrations en PCDD/F mesurées au niveau des zones sont toutes inférieures à ce seuil atypique, à l'exception de la zone 5 qui présente une teneur supérieure à ce seuil. Ces valeurs ne sont données qu'à titre indicatif.

CONCLUSION

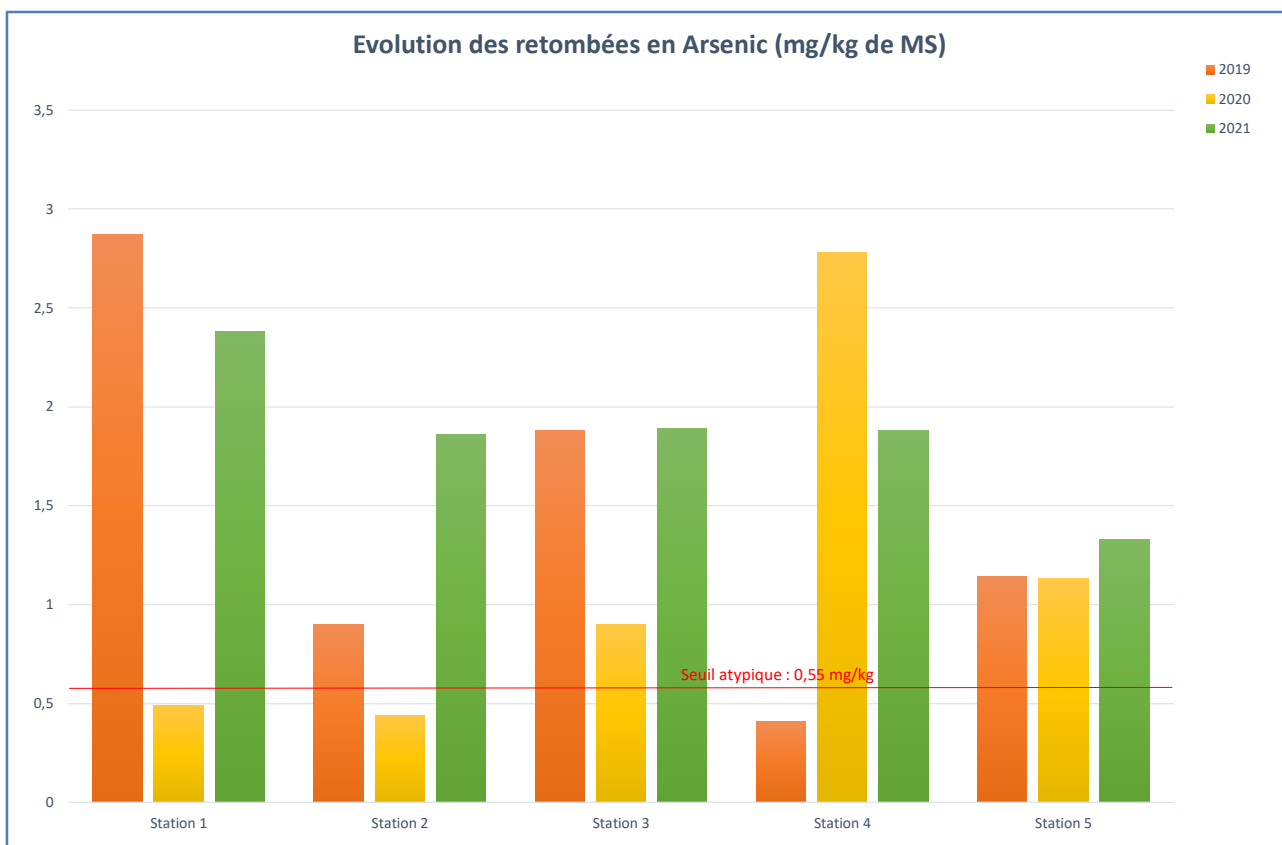
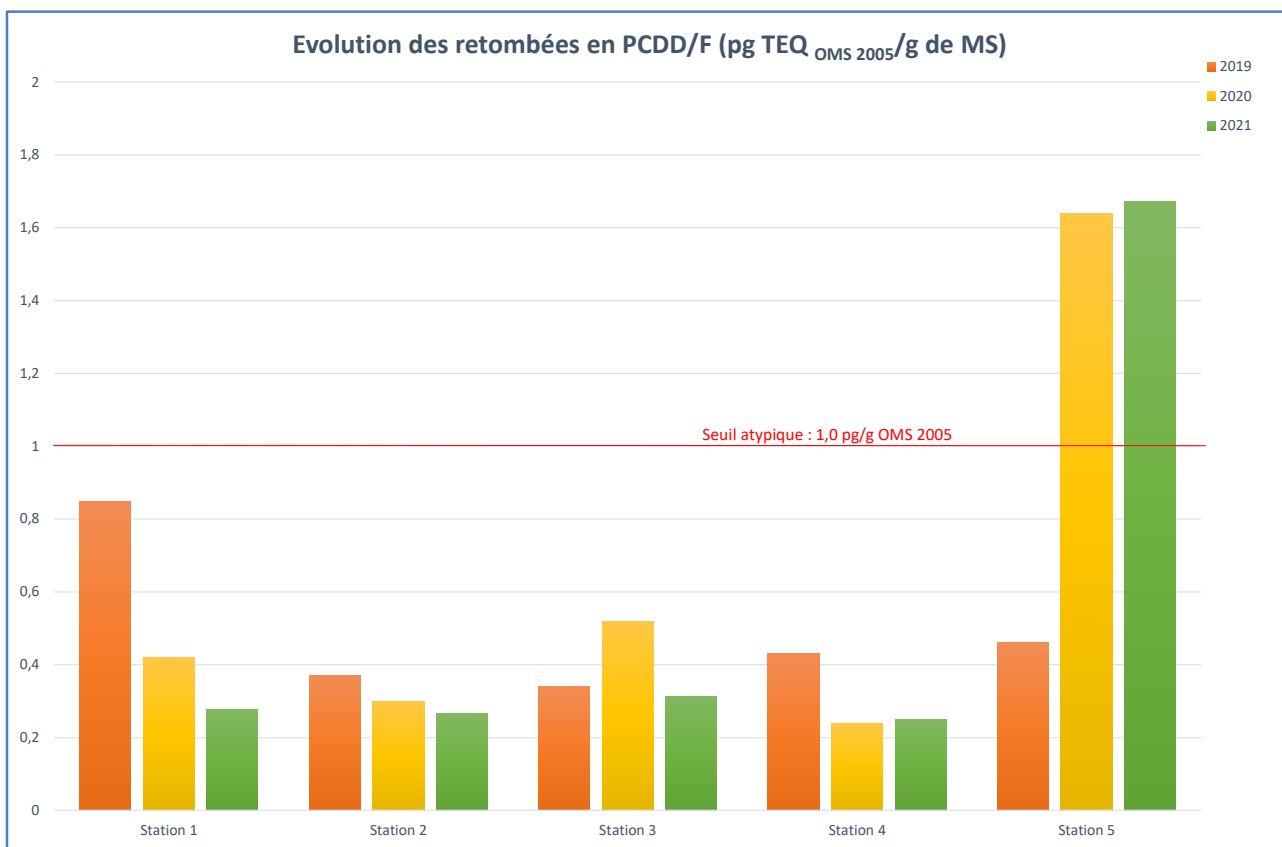
Sur les six mois ayant précédé la date de prélèvement, les conditions climatiques ont mis en évidence un profil de vents dominants de secteur Sud-Ouest, et des vents secondaires de secteur Nord / Nord-Est d'une part et de secteur Nord-Ouest d'autre part.

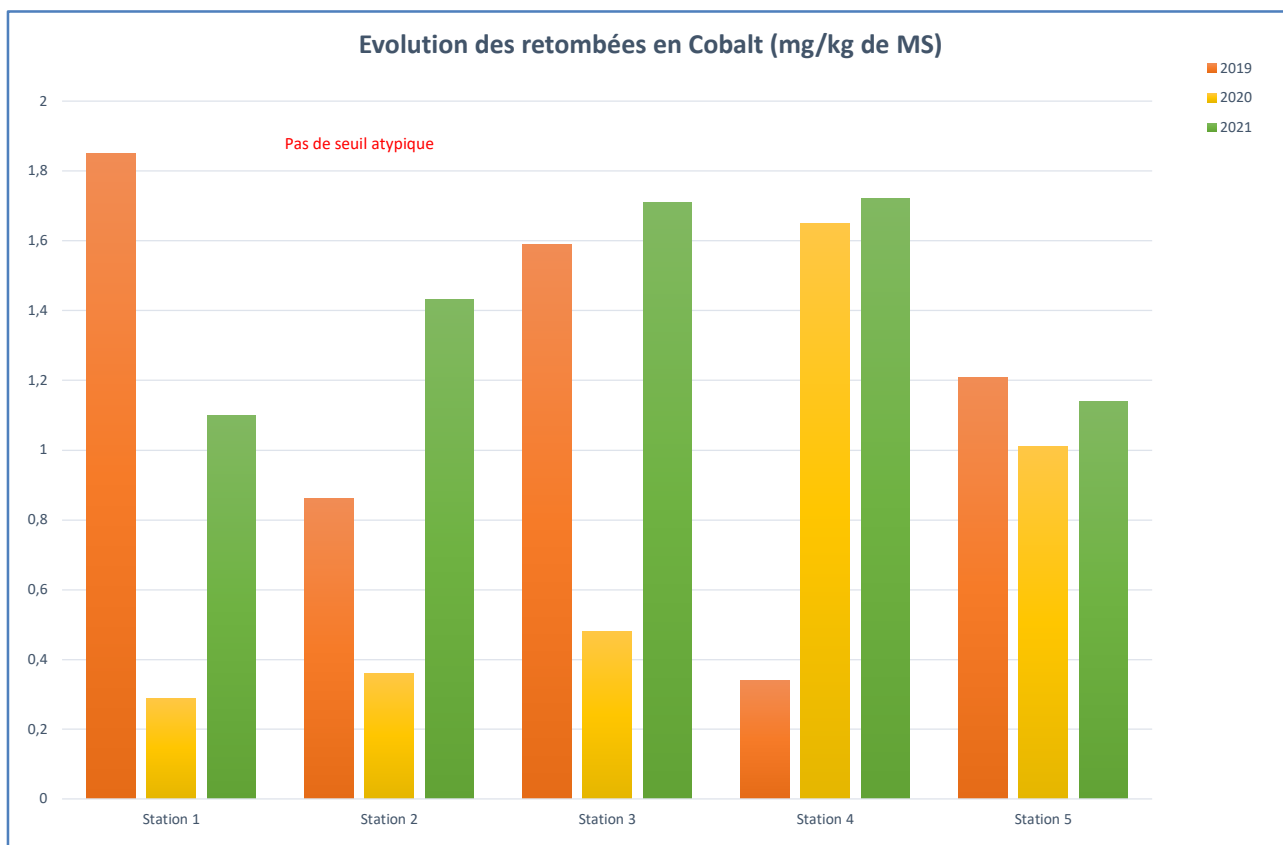
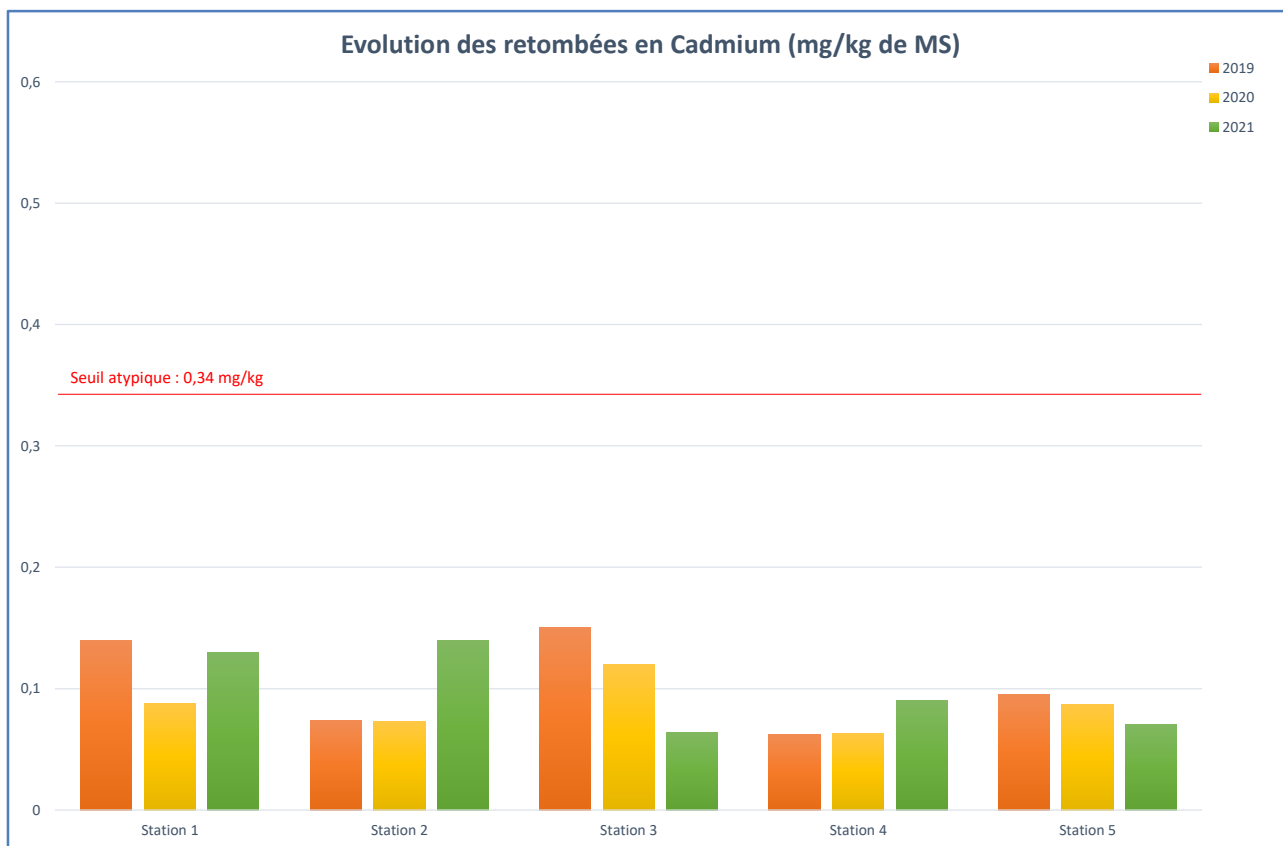
De cette manière, au vu de la localisation des zones de prélèvements autour du site, les zones 1, 2 et 5 sont susceptibles d'être sous l'influence des vents dominants en provenance du site tandis que la zone 3 est susceptible d'être sous l'influence des vents secondaires. La zone 4 située au Nord-Ouest du site et à plus grande distance, est, quant à elle, peu susceptible d'être influencée par les retombées. La zone 4 est considérée comme point témoin de la présente campagne de mesures, représentative de bruit de fond environnant.

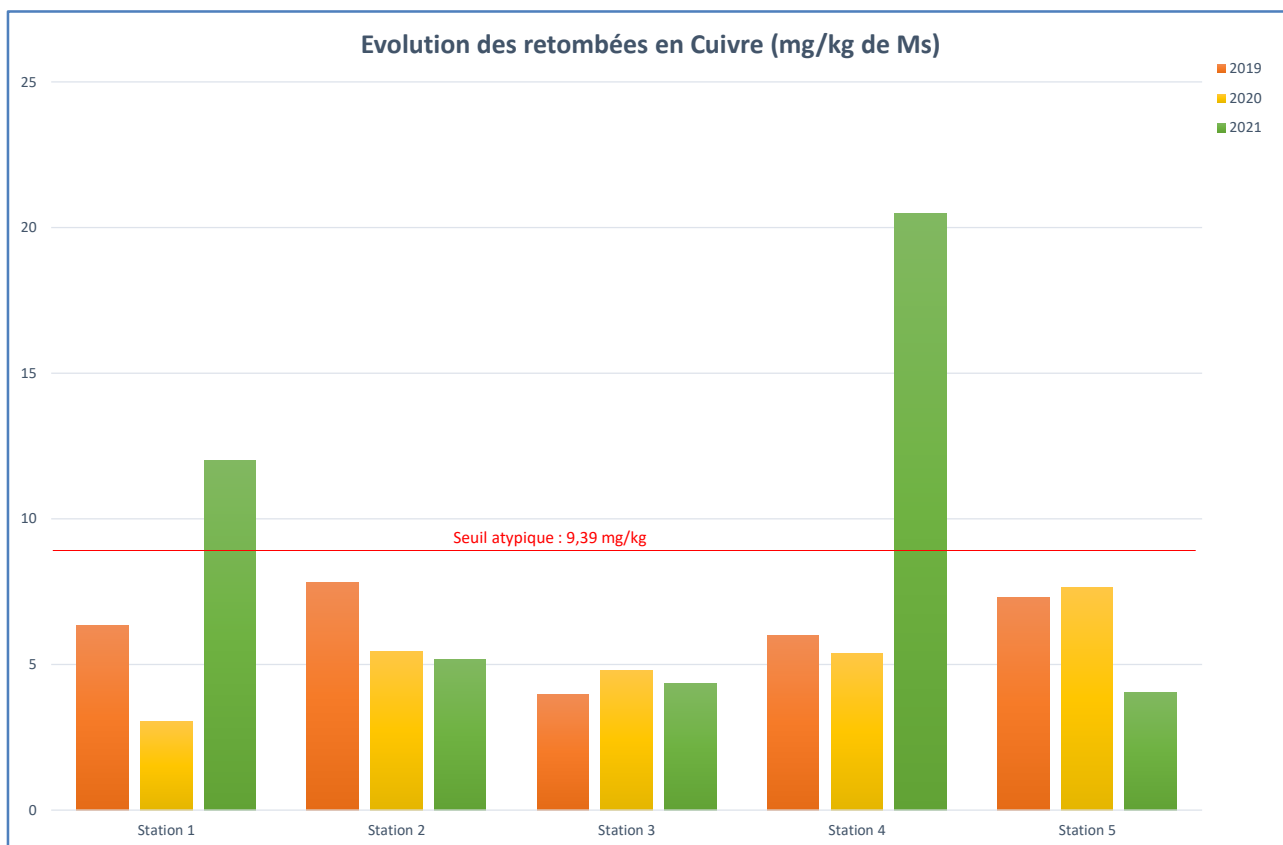
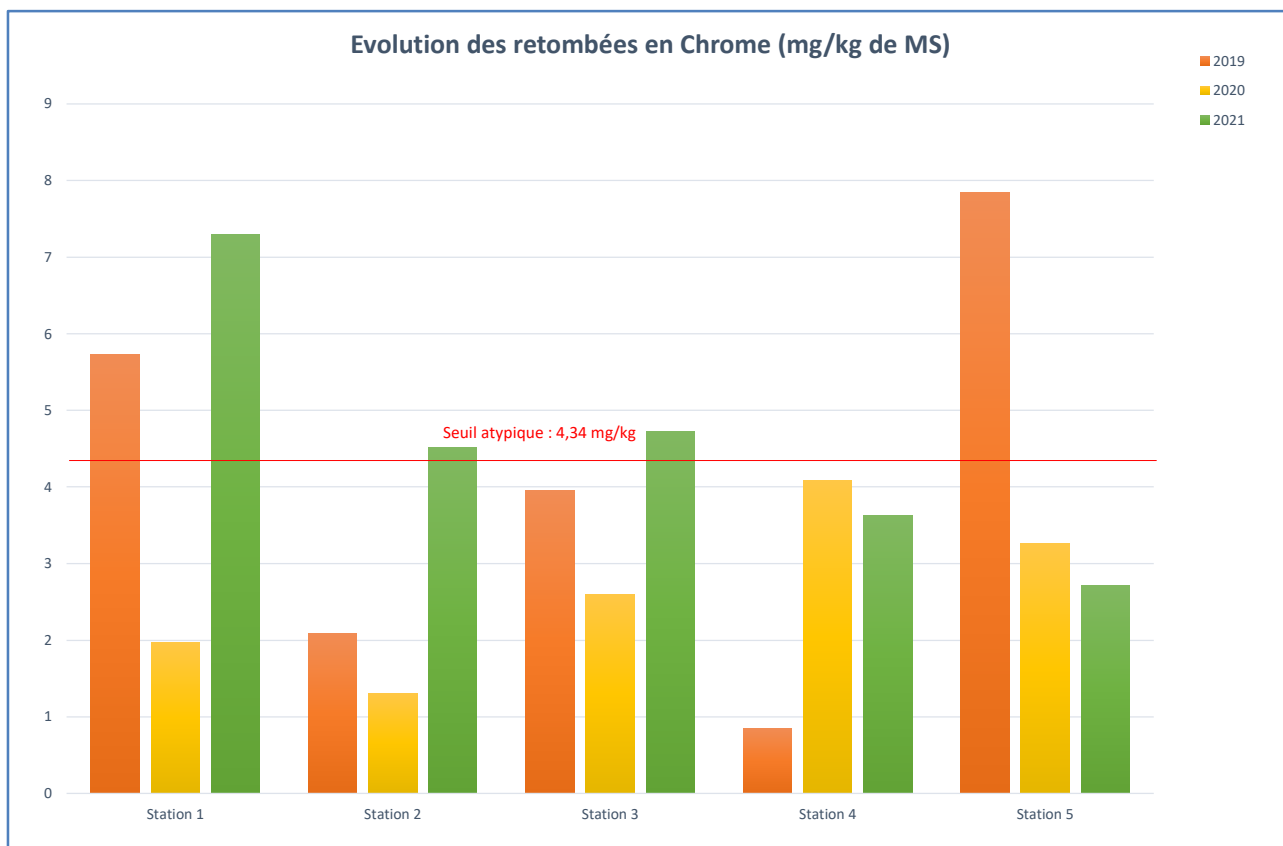
Les résultats des mesures de métaux lourds et dioxines/furanes réalisées sur les échantillons prélevés ont montré que la plupart d'entre eux ne dépassaient pas les seuils atypiques. Néanmoins, un dépassement des seuils atypiques est observé pour le vanadium et l'arsenic sur toutes les zones de prélèvement, y compris sur la zone 4 qui est pour rappel le point témoin de la campagne, et peu susceptible d'être impactée par les retombées du site d'Airvault. Un dépassement est également observé pour le chrome, le cuivre et l'antimoine sur certaines zones. Pour les dioxines, seule la zone 5 présente un dépassement (comme en 2020).

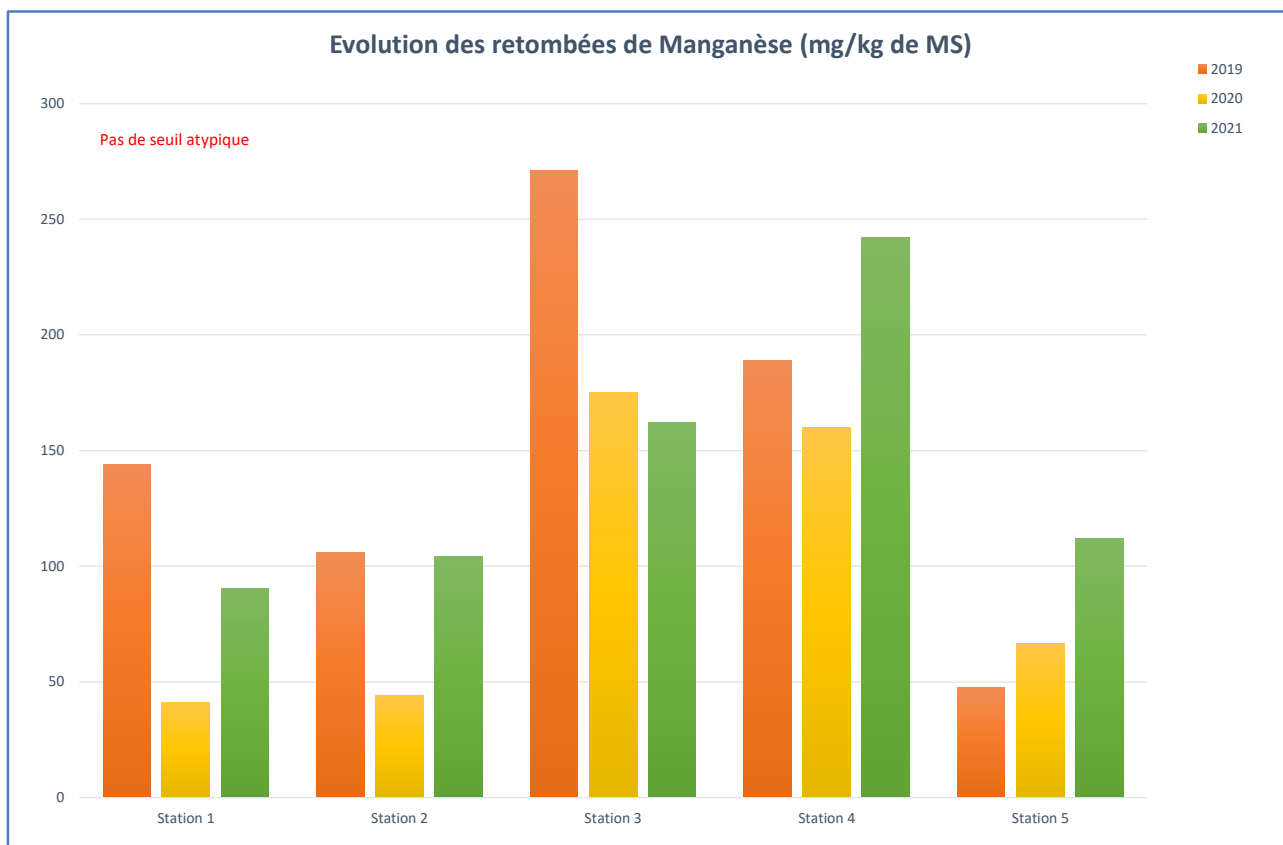
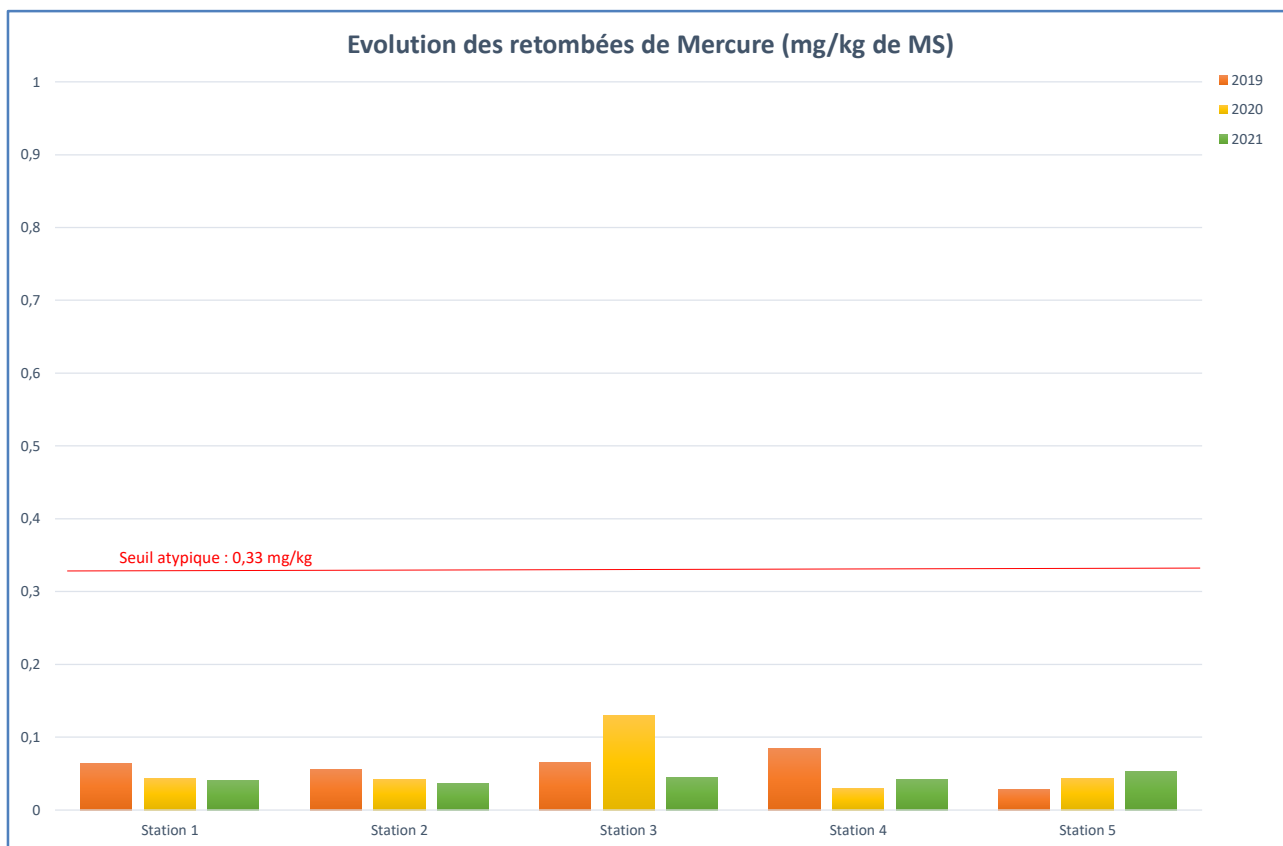
Face à ces différents constats, il semble exister dans la zone d'étude d'autres sources de métaux lourds et PCDD/F, extérieures au site d'Airvault, et aucun lien direct ne peut donc être établi entre les activités de la cimenterie d'Airvault et les teneurs en métaux lourds et dioxines/furanes mesurées dans l'environnement du site au cours de cette campagne.

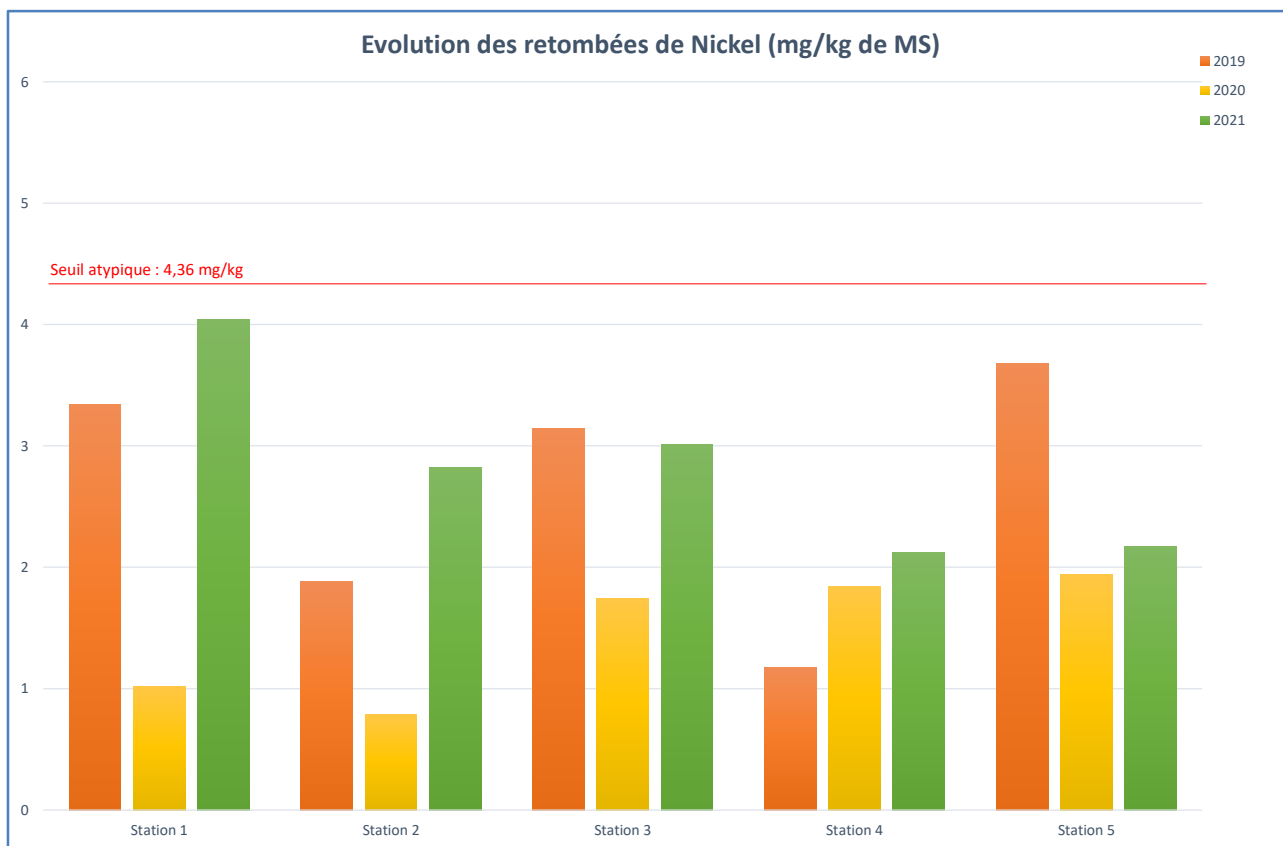
SYNTHESE INTERCAMPAGNE

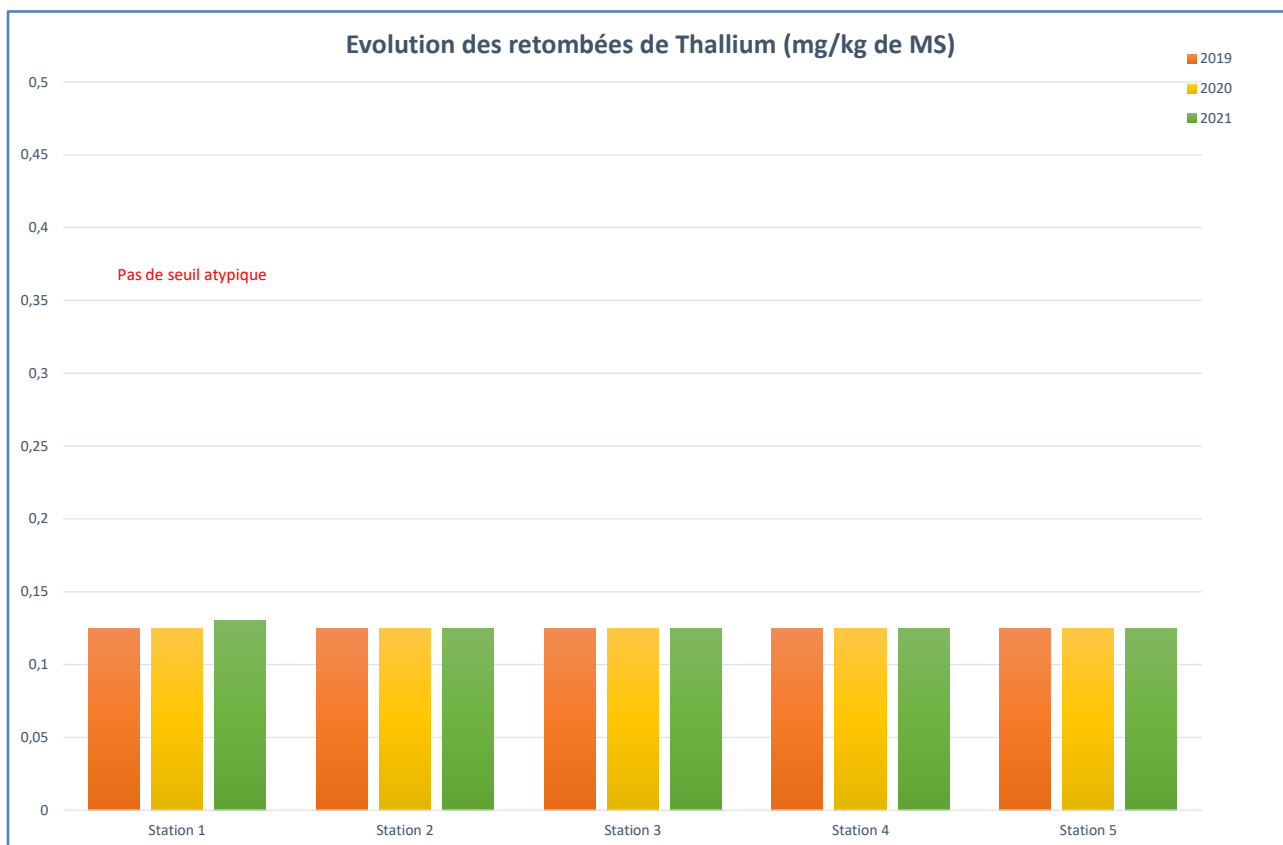
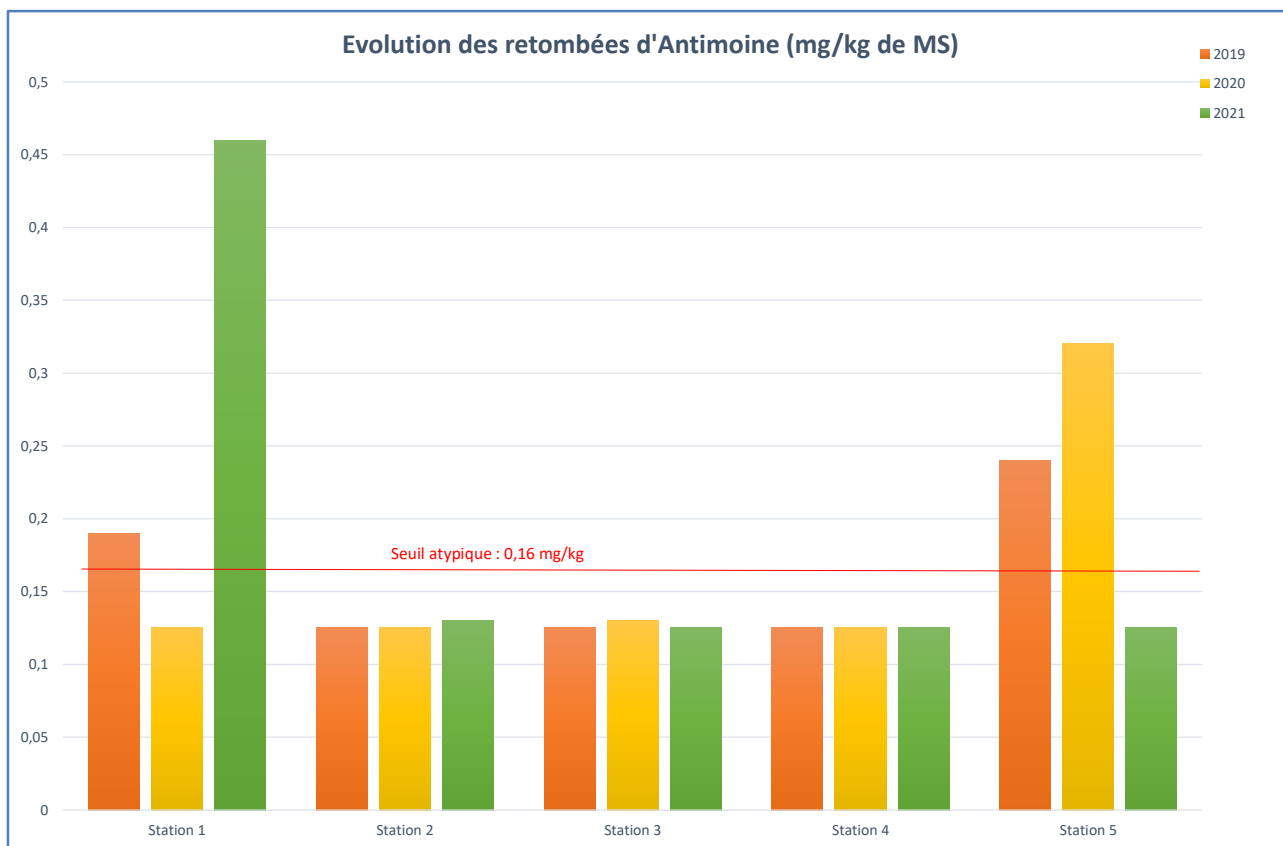


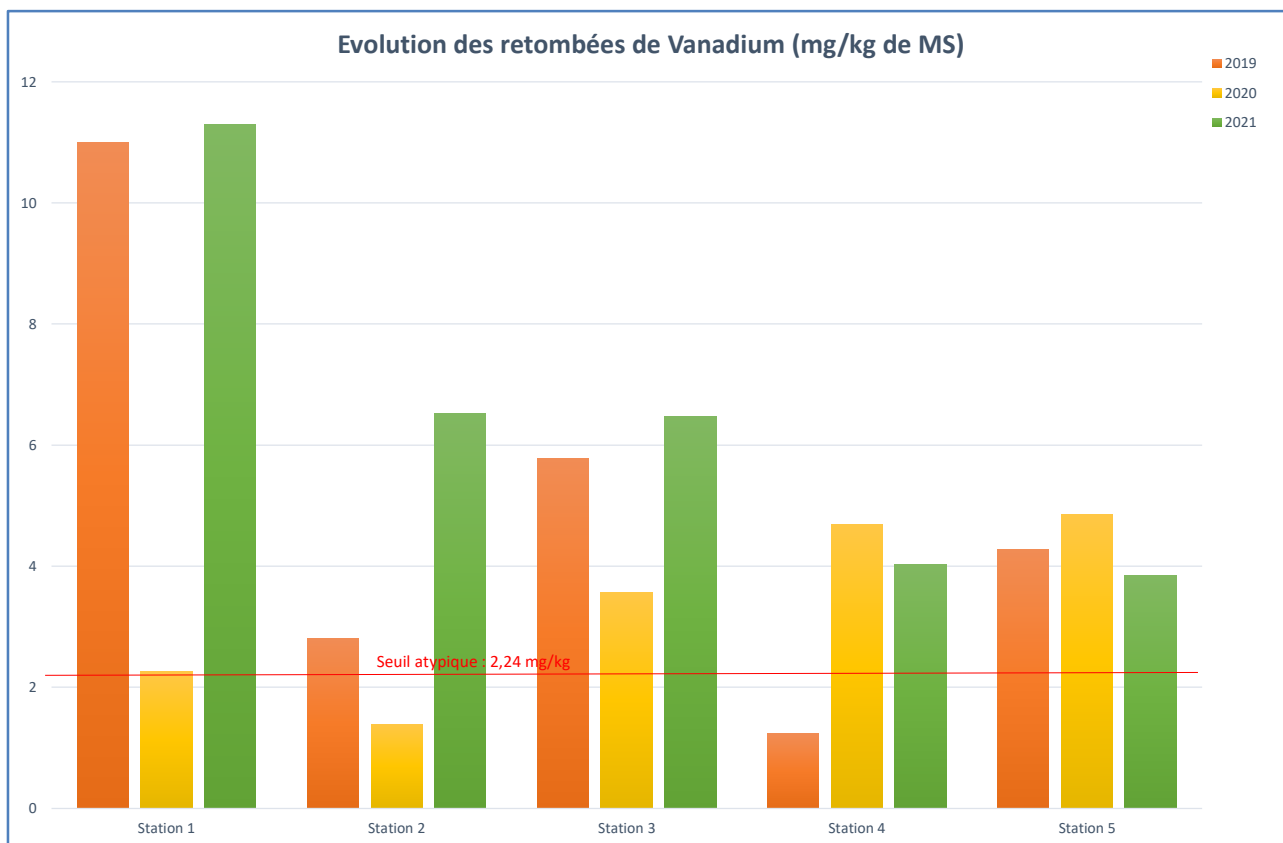












ANNEXES

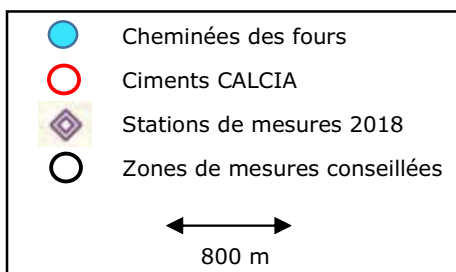
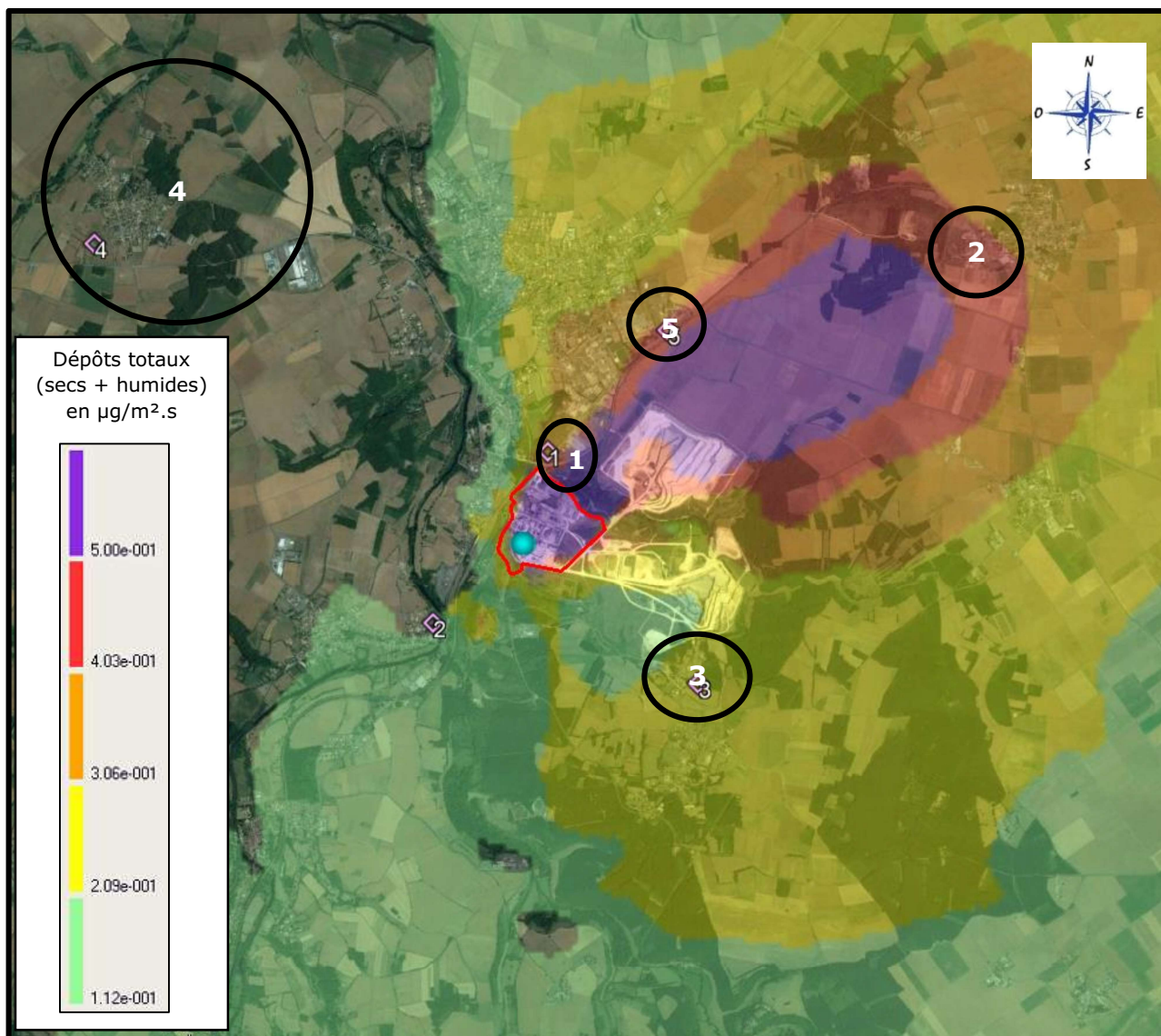
LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Cartographie de l'étude de dispersion réalisée par KALIES (2019)

Annexe 2 : Bordereaux de résultats bruts

ANNEXE 1 : CARTOGRAPHIE DE L'ETUDE DE DISPERSION REALISEE PAR KALIES (2019)

Figure 6 – Zones de mesures conseillées



ANNEXE 2 : BORDEREAUX DE RESULTATS BRUTS

RAPPORT D'ANALYSES
IZQJ004_MET_R1

KALI'AIR

Monsieur MOHAMED SENOUCI

Parc du Mélantois Rue des Sureaux

59262 - SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références N°21-10-019 CKL21/A165/PRO du 05/10/2021

Echantillon reçu le 06/10/2021


Analyse effectuée le : 12/10/2021

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date de prélèvement des échantillons : 22/09/2021

Date	Description	Validé par
13/10/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

Poids frais (g)	21.3
Poids sec (g)	20.3
% eau	4.7
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	11,3
Cr	7,30
Mn	90,3
Co	1,10
Ni	4,04
Cu	12,0
As	2,38
Cd	0,13
Sb	0,46
Tl	0,13
Pb	4,22
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	10,8
Cr	6,96
Mn	86,1
Co	1,05
Ni	3,85
Cu	11,4
As	2,27
Cd	0,12
Sb	0,44
Tl	0,12
Pb	4,02

Poids frais (g)	21.8
Poids sec (g)	20.7
% eau	5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	6,53
Cr	4,52
Mn	104
Co	1,43
Ni	2,82
Cu	5,18
As	1,86
Cd	0,14
Sb	0,13
Tl	<0,125
Pb	3,11
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	6,20
Cr	4,29
Mn	98,8
Co	1,36
Ni	2,68
Cu	4,92
As	1,77
Cd	0,13
Sb	0,12
Tl	<0,119
Pb	2,95

Poids frais (g)	19.9
Poids sec (g)	19.1
% eau	4
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	6,48
Cr	4,73
Mn	162
Co	1,71
Ni	3,01
Cu	4,33
As	1,89
Cd	0,064
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	4,47
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	6,22
Cr	4,54
Mn	156
Co	1,64
Ni	2,89
Cu	4,16
As	1,81
Cd	0,061
Sb	<0,120
Tl	<0,120
Pb	4,29

Poids frais (g)	17.7
Poids sec (g)	16.8
% eau	5.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	4,03
Cr	3,63
Mn	242
Co	1,72
Ni	2,12
Cu	20,5
As	1,88
Cd	0,090
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	3,38
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	3,82
Cr	3,44
Mn	230
Co	1,63
Ni	2,01
Cu	19,5
As	1,78
Cd	0,085
Sb	<0,119
Tl	<0,119
Pb	3,21

Poids frais (g)	13.3
Poids sec (g)	12.6
% eau	5.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	3,84
Cr	2,72
Mn	112
Co	1,14
Ni	2,17
Cu	4,05
As	1,33
Cd	0,070
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	2,63
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	3,64
Cr	2,58
Mn	106
Co	1,08
Ni	2,05
Cu	3,84
As	1,26
Cd	0,066
Sb	<0,118
Tl	<0,118
Pb	2,49

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.

RAPPORT D'ANALYSES
IZQJ009_MEG_R1

KALI'AIR

Monsieur MOHAMED SENOUCI

Parc du Mélantois Rue des Sureaux

59262 - SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références : N°21-10-019 CKL21/A165/PRO du 05/10/2021

Echantillon reçu le : 06/10/2021


Analyse effectuée le : 13/10/2021

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date de prélèvement des échantillons : 22/09/2021

Date	Description	Validé par
14/10/2021	Rapport final	Mamoune EL HIMRI 

Responsable d'analyse

Référence externe : CKL21/A165/PRO1/2
Référence interne : IZQJ012

Poids frais (g)	21.3
Poids sec (g)	20.3
% Eau	4.7
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.04
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.038

Référence externe : CKL21/A165/PRO1/4
Référence interne : IZQJ013

Poids frais (g)	21.8
Poids sec (g)	20.7
% Eau	5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.036
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.034

Référence externe : CKL21/A165/PRO1/6
Référence interne : IZQJ014

Poids frais (g)	19.9
Poids sec (g)	19.1
% Eau	4
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.045
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.043

Référence externe : CKL21/A165/PRO1/8
Référence interne : IZQJ015

Poids frais (g)	17.7
Poids sec (g)	16.8
% Eau	5.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.041
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.039

Référence externe : CKL21/A165/PRO1/10
Référence interne : IZQJ016

Poids frais (g)	13.3
Poids sec (g)	12.6
% Eau	5.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.053
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.05


RAPPORT D'ANALYSES
IZQJ014_PCD_R1

KALI' AIR
Monsieur MOHAMED SENOUCI
Parc du Mélantois
Rue des Sureaux
59262 SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références : N°21-10-019 CKL21/A165/PRO du 05/10/2021

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
19/10/2021	RAPPORT FINAL	 Nicolas HENRION

Responsable d'analyses

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 6 page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Référence Interne		IZQJ007				
Référence Externe		CKL21/A165/PRO1/1				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		94,4				
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 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,044	1	0,000	0,022	0,044	104
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,084	1	0,000	0,042	0,084	92
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,158	0,1	0,016	0,016	0,016	93
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,205	0,1	0,021	0,021	0,021	70
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,188	0,1	0,019	0,019	0,019	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	3,549	0,01	0,035	0,035	0,035	77
OCDD	14,767	0,0001	0,001	0,001	0,001	79
2,3,7,8 TCDF	< 0,050	0,1	0,000	0,003	0,005	81
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,053	0,05	0,000	0,001	0,003	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,053	0,5	0,000	0,013	0,027	84
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,070	0,1	0,000	0,004	0,007	80
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,057	0,1	0,000	0,003	0,006	68
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,069	0,1	0,007	0,007	0,007	70
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,060	0,1	0,000	0,003	0,006	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,501	0,01	0,005	0,005	0,005	70
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,062	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,525	0,0001	0,000	0,000	0,000	83
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,104	0,195	0,285	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,107	0,192	0,277	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,118	0,188	0,257	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,098	0,184	0,270	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,101	0,181	0,262	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,111	0,177	0,243	
Total TCDD	0,984					
Total PeCDD	< 1,169					
Total HxCDD	4,279					
Total HpCDD	8,252					
Total PCDD	28,281	< Total < 29,451				
Total TCDF	< 1,909					
Total PeCDF	< 1,485					
Total HxCDF	< 1,119					
Total HpCDF	0,915					
Total PCDF	1,440	< Total < 5,952				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 18/10/2021 à 10:48			
Analyse par GC/HRMS			Le 19/10/2021 à 01:36			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 < Valeur (caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection

Référence Interne		IZQJ008				
Référence Externe		CKL21/A165/PRO1/3				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		95,0				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,041				
Volume final après concentration (µl)		10				
Volume d'extrait injecté (µl)		2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,041	1	0,000	0,021	0,041	97
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,075	1	0,000	0,038	0,075	88
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,130	0,1	0,013	0,013	0,013	79
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,084	0,1	0,008	0,008	0,008	65
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,181	0,1	0,018	0,018	0,018	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	4,043	0,01	0,040	0,040	0,040	72
OCDD	22,320	0,0001	0,002	0,002	0,002	76
2,3,7,8 TCDF	< 0,054	0,1	0,000	0,003	0,005	74
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,051	0,05	0,000	0,001	0,003	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,051	0,5	0,000	0,013	0,026	80
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,063	0,1	0,000	0,003	0,006	69
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,053	0,1	0,000	0,003	0,005	62
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,155	0,1	0,016	0,016	0,016	63
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,057	0,1	0,000	0,003	0,006	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,673	0,01	0,007	0,007	0,007	66
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,045	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF	0,743	0,0001	0,000	0,000	0,000	80
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,104	0,188	0,272	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,109	0,187	0,265	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,125	0,190	0,255	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,099	0,179	0,258	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,104	0,178	0,252	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,119	0,181	0,242	
Total TCDD	< 0,903					
Total PeCDD	< 1,050					
Total HxCDD	3,672					
Total HpCDD	8,515					
Total PCDD	34,507 < Total < 36,460					
Total TCDF	3,513					
Total PeCDF	< 1,422					
Total HxCDF	< 1,016					
Total HpCDF	1,243					
Total PCDF	5,500 < Total < 7,937					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 18/10/2021 à 10:48			
Analyse par GC/HRMS			Le 19/10/2021 à 02:15			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 < Valeur (caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection

Référence Interne		IZQJ009				
Référence Externe		CKL21/A165/PRO1/5				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		97,9				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,029				
Volume final après concentration (µl)		10				
Volume d'extrait injecté (µl)		2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,061	1	0,000	0,031	0,061	104
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,094	1	0,000	0,047	0,094	92
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,105	0,1	0,011	0,011	0,011	98
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,201	0,1	0,020	0,020	0,020	68
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,183	0,1	0,018	0,018	0,018	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	3,592	0,01	0,036	0,036	0,036	79
OCDD	13,259	0,0001	0,001	0,001	0,001	83
2,3,7,8 TCDF	< 0,065	0,1	0,000	0,003	0,007	80
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,070	0,05	0,000	0,002	0,004	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,070	0,5	0,000	0,018	0,035	83
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,072	0,1	0,000	0,004	0,007	79
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,062	0,1	0,000	0,003	0,006	68
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,127	0,1	0,013	0,013	0,013	71
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,065	0,1	0,000	0,003	0,007	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,461	0,01	0,005	0,005	0,005	71
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,053	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,489	0,0001	0,000	0,000	0,000	88
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,104	0,214	0,324	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,106	0,209	0,311	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,116	0,203	0,289	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,101	0,209	0,317	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,104	0,204	0,305	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,113	0,198	0,283	
Total TCDD	< 1,334					
Total PeCDD	< 1,320					
Total HxCDD	2,375					
Total HpCDD	7,625					
Total PCDD	23,260	< Total < 25,913				
Total TCDF	< 2,471					
Total PeCDF	< 1,949					
Total HxCDF	< 1,155					
Total HpCDF	0,742					
Total PCDF	1,231	< Total < 6,805				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 18/10/2021 à 10:48			
Analyse par GC/HRMS			Le 19/10/2021 à 02:55			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 < Valeur (caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection

Référence Interne		IZQJ010				
Référence Externe		CKL21/A165/PRO1/7				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		94,9				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,082				
Volume final après concentration (µl)		10				
Volume d'extrait injecté (µl)		2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,059	1	0,000	0,030	0,059	105
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,117	1	0,000	0,059	0,117	93
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,061	0,1	0,000	0,003	0,006	94
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,054	0,1	0,000	0,003	0,005	71
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,037	0,1	0,000	0,002	0,004	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,908	0,01	0,009	0,009	0,009	77
OCDD	3,155	0,0001	0,000	0,000	0,000	78
2,3,7,8 TCDF	< 0,062	0,1	0,000	0,003	0,006	82
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,063	0,05	0,000	0,002	0,003	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,063	0,5	0,000	0,016	0,032	82
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,060	0,1	0,000	0,003	0,006	81
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,050	0,1	0,000	0,003	0,005	68
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,041	0,1	0,000	0,002	0,004	70
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,054	0,1	0,000	0,003	0,005	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,218	0,01	0,002	0,002	0,002	71
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,049	0,01	0,000	0,000	0,000	/
OCDF	0,286	0,0001	0,000	0,000	0,000	82
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,012	0,138	0,265	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,012	0,132	0,251	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,015	0,112	0,209	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,011	0,131	0,251	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,012	0,125	0,239	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,014	0,106	0,199	
Total TCDD	2,341					
Total PeCDD	< 1,639					
Total HxCDD	1,103					
Total HpCDD	2,074					
Total PCDD	8,672	< Total < 10,311				
Total TCDF	< 2,348					
Total PeCDF	< 1,758					
Total HxCDF	< 0,967					
Total HpCDF	0,314					
Total PCDF	0,600	< Total < 5,672				
Marquage de l'extrait avant injection			Le 18/10/2021 à 10:48			
Analyse par GC/HRMS			Le 19/10/2021 à 03:34			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 < Valeur (caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection

Référence Interne		IZQJ011				
Référence Externe		CKL21/A165/PRO1/9				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		93,7				
Masse de matière sèche analysée (g)		5,057				
Volume final après concentration (µl)		10				
Volume d'extrait injecté (µl)		2				
Congénère	Concentration (pg/g de MS)	TEF (WHO 1998)	TEQ (min)	TEQ (med)	TEQ (max)	% Rec. 13C
2,3,7,8 TCDD	< 0,051	1	0,000	0,026	0,051	105
1,2,3,7,8 PeCDD	0,328	1	0,328	0,328	0,328	97
1,2,3,4,7,8 HxCDD	1,895	0,1	0,190	0,190	0,190	85
1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,656	0,1	0,166	0,166	0,166	72
1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,692	0,1	0,169	0,169	0,169	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	57,602	0,01	0,576	0,576	0,576	79
OCDD	300,232	0,0001	0,030	0,030	0,030	85
2,3,7,8 TCDF	< 0,058	0,1	0,000	0,003	0,006	80
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,063	0,05	0,000	0,002	0,003	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,063	0,5	0,000	0,016	0,032	86
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,085	0,1	0,000	0,004	0,009	77
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,097	0,1	0,010	0,010	0,010	69
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,172	0,1	0,017	0,017	0,017	70
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,072	0,1	0,000	0,004	0,007	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	2,902	0,01	0,029	0,029	0,029	74
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,227	0,01	0,002	0,002	0,002	/
OCDF	6,662	0,0001	0,001	0,001	0,001	88
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			1,517	1,571	1,624	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			1,579	1,625	1,672	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			1,629	1,683	1,737	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			1,421	1,471	1,521	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			1,478	1,522	1,566	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			1,526	1,576	1,626	
Total TCDD	< 1,131					
Total PeCDD	3,320					
Total HxCDD	41,754					
Total HpCDD	151,143					
Total PCDD	496,449 < Total < 497,580					
Total TCDF	< 2,194					
Total PeCDF	< 1,755					
Total HxCDF	4,726					
Total HpCDF	8,707					
Total PCDF	20,094 < Total < 24,044					
Marquage de l'extrait avant injection			Le 18/10/2021 à 10:48			
Analyse par GC/HRMS			Le 19/10/2021 à 04:13			

Légende : < Valeur (caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification
 < Valeur (caractère gras et italique) : valeur inférieure à la limite de détection