

RAPPORT D'ESSAIS N°CKL19/A032/PR02

SURVEILLANCE DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT
Campagne de biosurveillance passive par les bryophytes
Juillet 2019



Ciments Calcia
HEIDELBERGCEMENT Group

AIRVAULT

A l'attention de Madame PATRY

Fait à Sainghin-en-Mélantois,
Date d'émission : 07 octobre 2019 – Version 01

Rédacteur :
Responsable activité AA

A. BARRET

Approbateur :
Ingénieur d'études

A. HERBEZ-DOOZE

Le rapport comporte 46 pages. Sa reproduction n'est autorisée que sous sa forme intégrale.

Laboratoire et Bureaux : 217 Rue des Sureaux – 59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS
Tél : 03 20 04 12 12 – Fax : 03 20 04 12 04 – www.kaliar.fr
SIRET 447 675 125 00051

Siège Social : 217 Rue des Sureaux – 59262 SAINGHIN-EN-MELANTOIS
SAS au capital de 135 000 euros – APE 7112B – SIRET 447 675 125 00036 - . RCS Lille B447 675 125- TVA FR 53447675125

CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE

CIMENTS CALCIA, certifié ISO 9001, appartient au groupe **HEIDELBERGCEMENT** dont l'activité consiste en la production de ciments et liants hydrauliques.

CIMENTS CALCIA exploite pour ce faire, dix usines sur le territoire français. L'ensemble des usines est certifié ISO 14 001. Pour ces dernières, CIMENTS 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 CIMENTS 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, CIMENTS CALCIA a mandaté la société KALI'AIR afin de réaliser les prélèvements de bryophytes pour les campagnes de biosurveillance passive.

Le présent rapport synthétise les résultats de mesures de dioxines, furanes et métaux par biosurveillance passive par bryophytes en date du 31 juillet 2019 pour le site d'Airvault.

SOMMAIRE

CADRE ET OBJECTIF DE L'ETUDE.....	2
SOMMAIRE	3
DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT	4
LE SITE D'ETUDE	4
CRITERES DE SELECTION DES ZONES DE PRELEVEMENTS	6
LOCALISATION DES ZONES DE PRELEVEMENTS	6
<i>DETAIL SUR LA ZONE 1</i>	<i>8</i>
<i>DETAIL SUR LA ZONE 2</i>	<i>9</i>
<i>DETAIL SUR LA ZONE 3</i>	<i>10</i>
<i>DETAIL SUR LA ZONE 4</i>	<i>11</i>
DESCRIPTION DES METHODES EMPLOYEES.....	12
DEFINITION DES INVESTIGATIONS REALISEES.....	12
PRESENTATION ET INTERET DES SYSTEMES DE PRELEVEMENT	13
METHODOLOGIE D'INVESTIGATION	16
<i>PRELEVEMENTS</i>	<i>16</i>
<i>CONDITIONNEMENT POST EXPOSITION.....</i>	<i>16</i>
<i>ANALYSES.....</i>	<i>17</i>
RESULTATS ET INTERPRETATION DE LA CAMPAGNE DE MESURES.....	18
IMPLANTATION DES ZONES	18
CONDITIONS METEOROLOGIQUES	20
<i>VENTOSITE</i>	<i>20</i>
<i>CONDITIONS CLIMATIQUES DU JOUR DE PRELEVEMENT</i>	<i>21</i>
RESULTATS D'ANALYSES SUR LES BRYOPHYTES	22
<i>DIOXINES FURANES</i>	<i>23</i>
<i>METAUX.....</i>	<i>25</i>
VALEURS DE REFERENCE.....	27
<i>METAUX.....</i>	<i>27</i>
<i>DIOXINES ET FURANES</i>	<i>28</i>
CONCLUSION	29
ANNEXES	30
LISTE DES ANNEXES	30

DESCRIPTION DE LA ZONE D'ETUDE ET DE SON ENVIRONNEMENT

LE SITE D'ETUDE

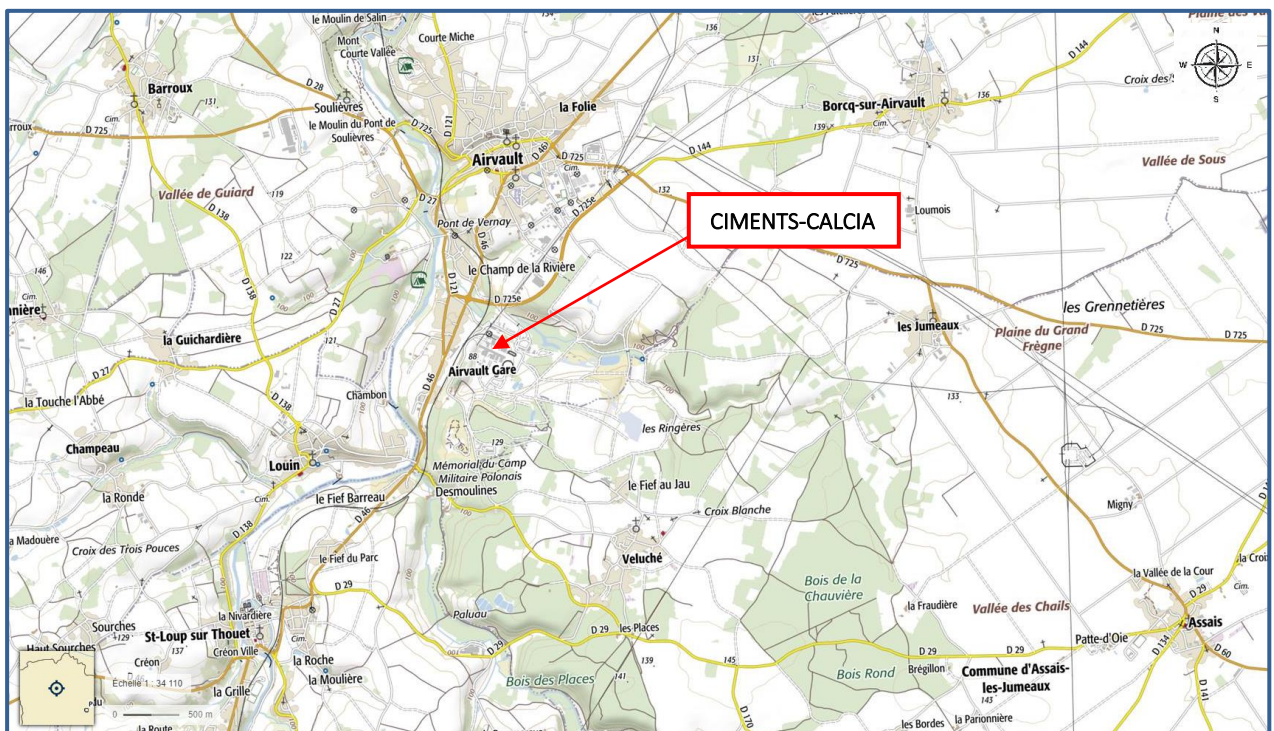
L'usine de CIMENTS-CALCIA d'Airvault est basée sur la commune d'Airvault dans le département des Deux-Sèvres (79).

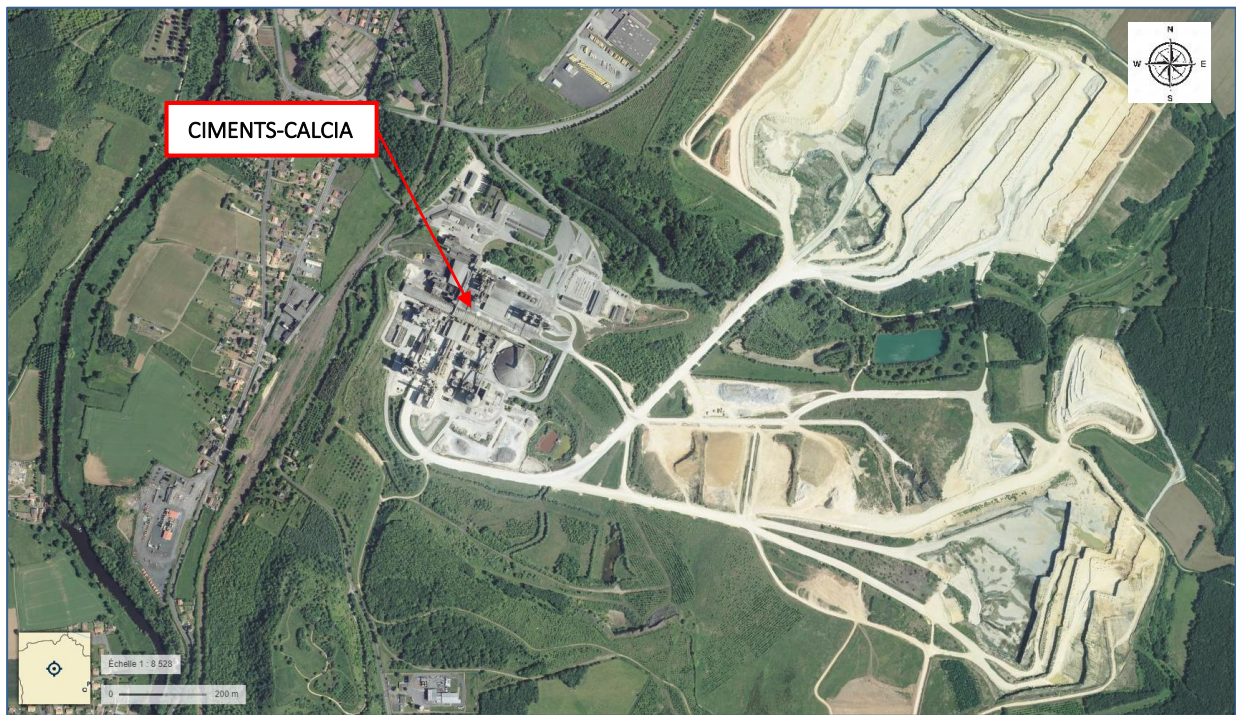
La société est implantée rue du Fief d'Argent, le long du ruisseau de la Fontaine de Gimelèse.

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 ;
- ↗ à 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 » ;
- ↗ à 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 au 1/25 000 et la vue aérienne ci-après permettent de localiser le site.





CRITERES 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 (ARIA Technologie) (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.

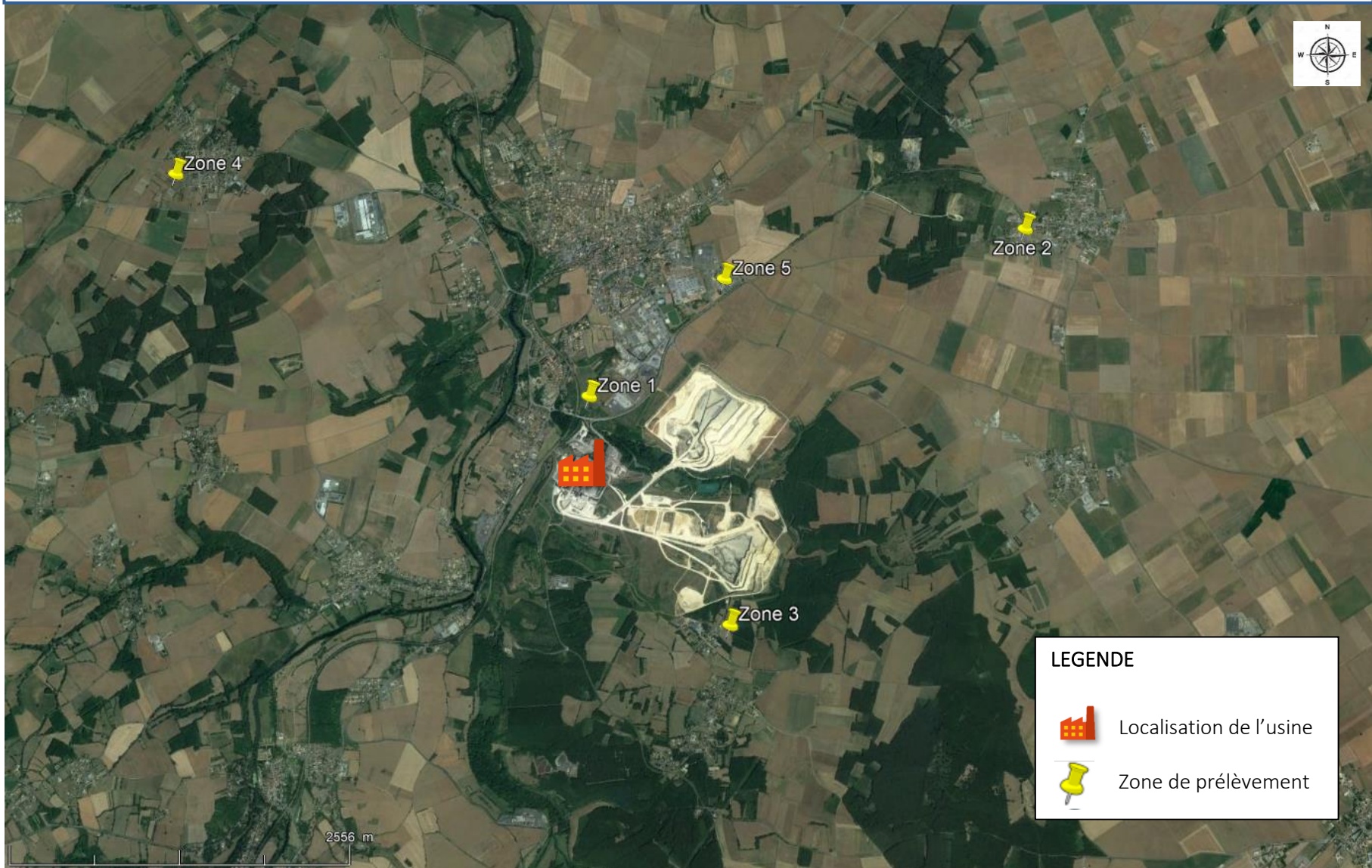
Par ailleurs, conformément à la norme NF EN 16414, les zones de prélèvements sont validées après vérification des éléments suivants :

- ✓ 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 d’Airvault.

CARTE DE LOCALISATION DES ZONES DE PRELEVEMENTS



LEGENDE

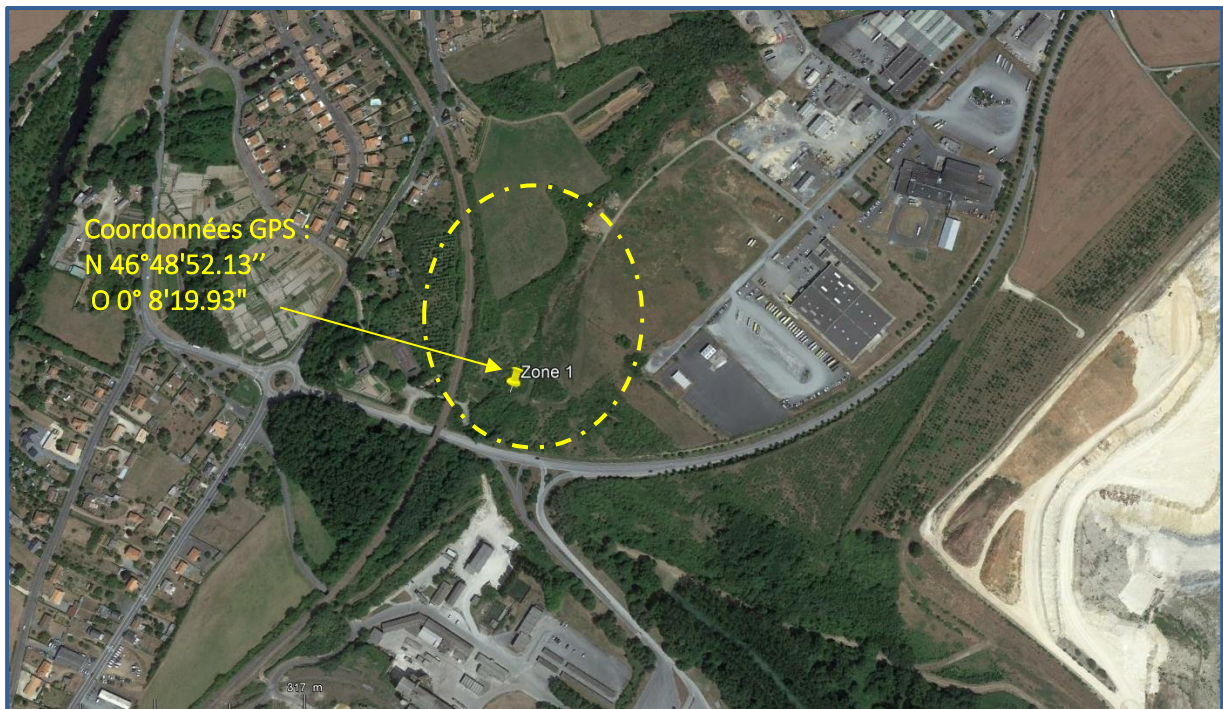
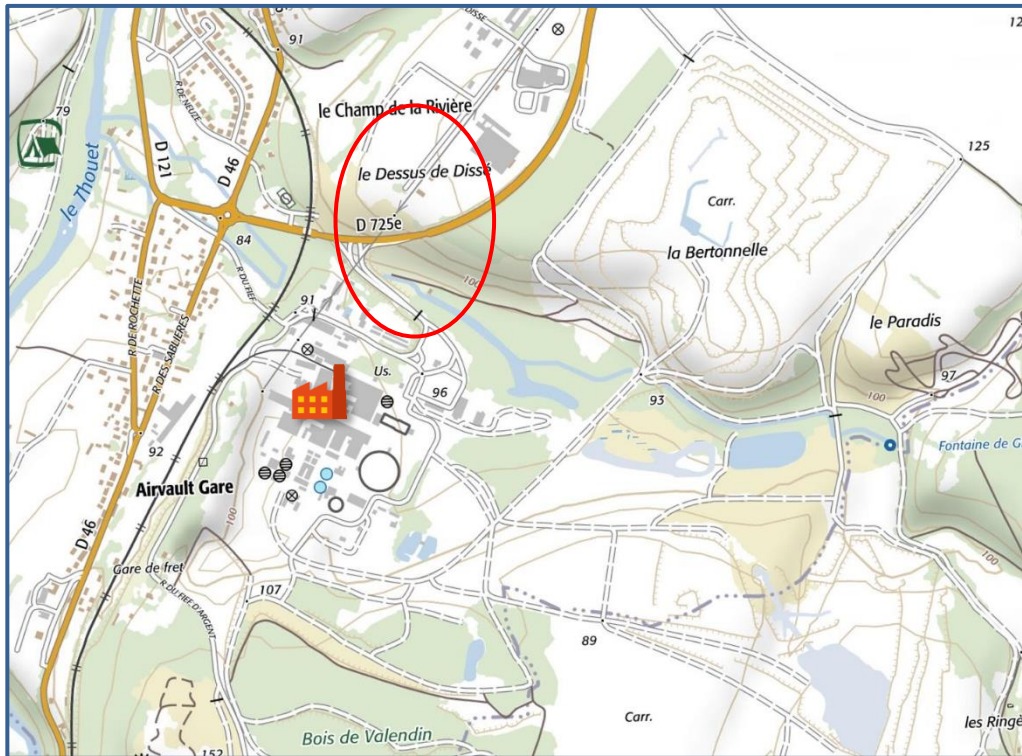
 Localisation de l'usine

 Zone de prélèvement

DÉTAIL SUR LA ZONE 1

Lieu : zone arborée située directement au nord-est du site

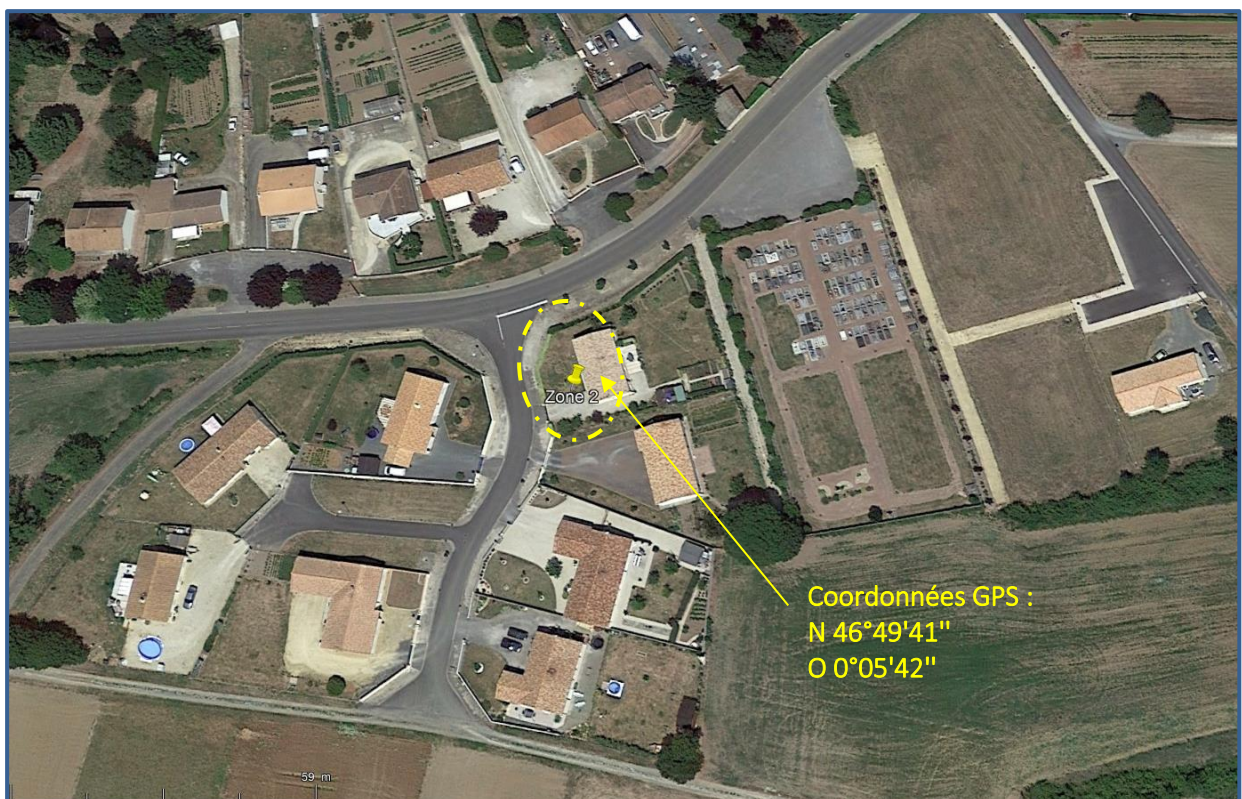
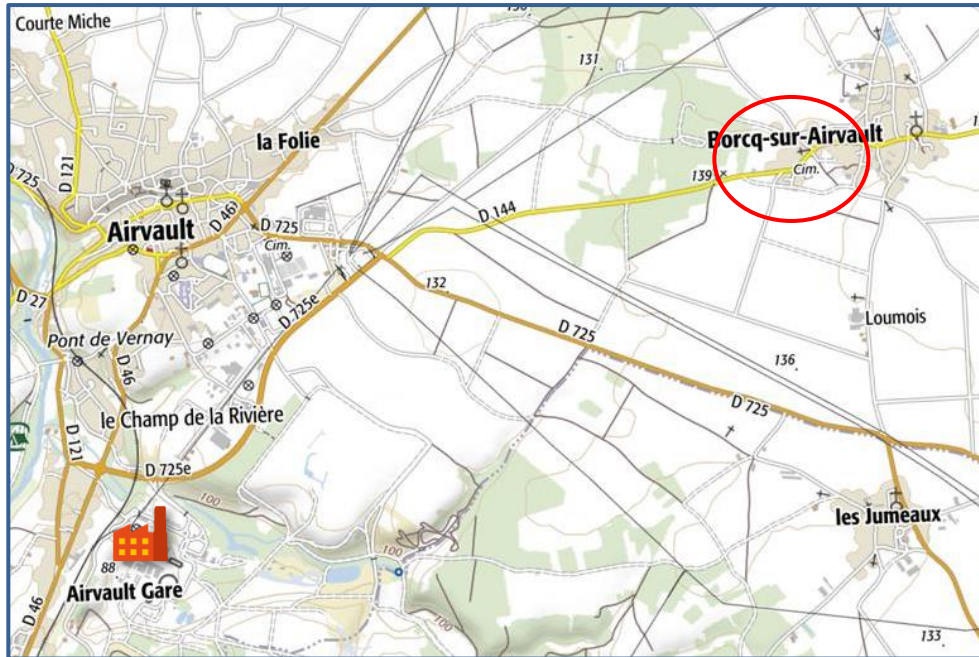
Typologie du lieu : zone de retombées principales dans des secteurs sensibles (proximité d'habitations)



DÉTAIL SUR LA ZONE 2

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

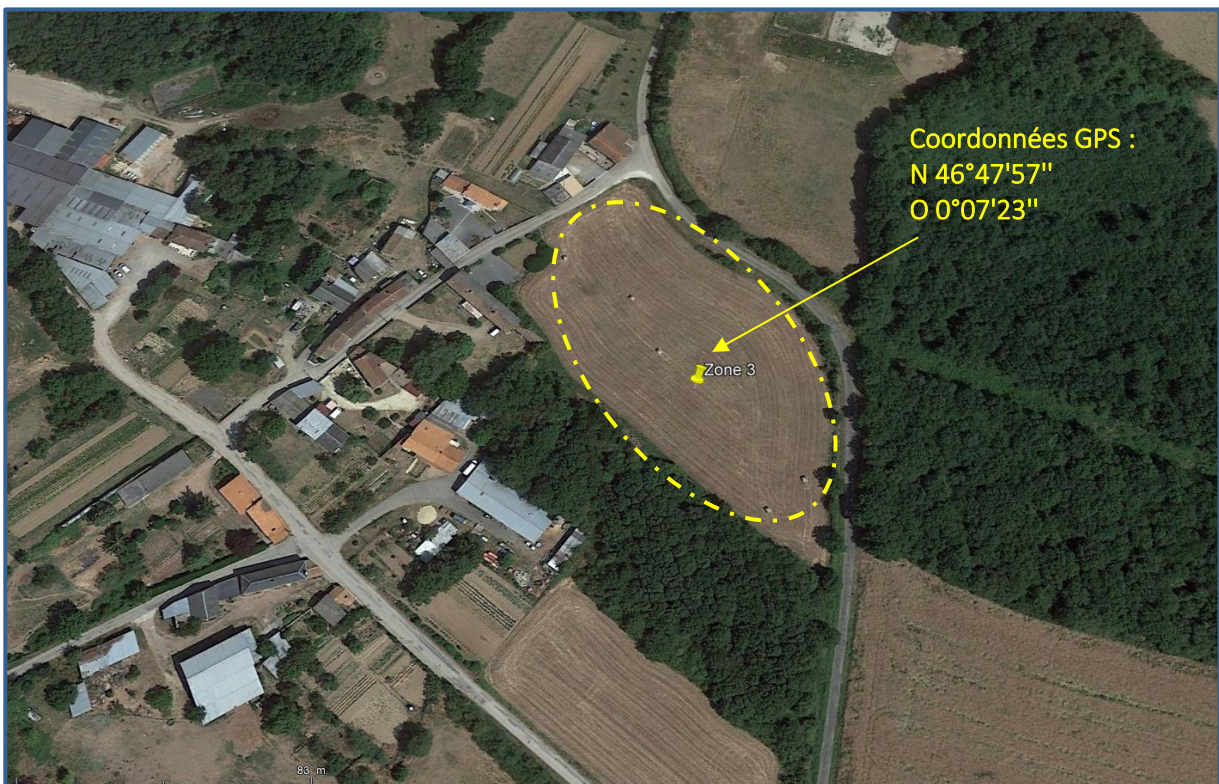
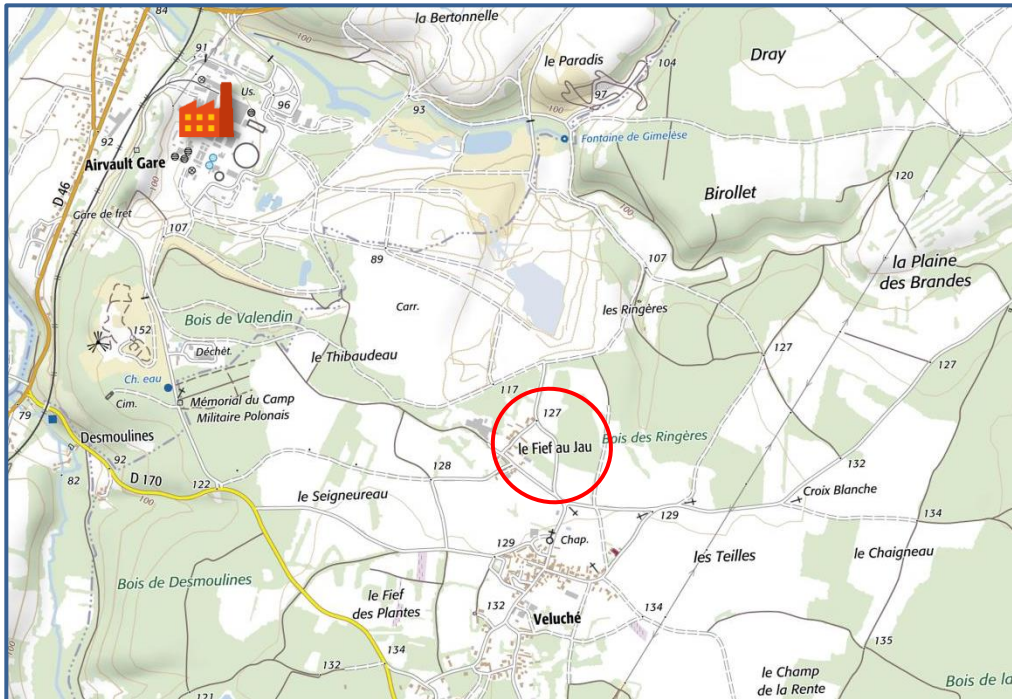
Typologie du lieu : zone de retombées principales, premières habitations sous les vents dominants



DÉTAIL SUR LA 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

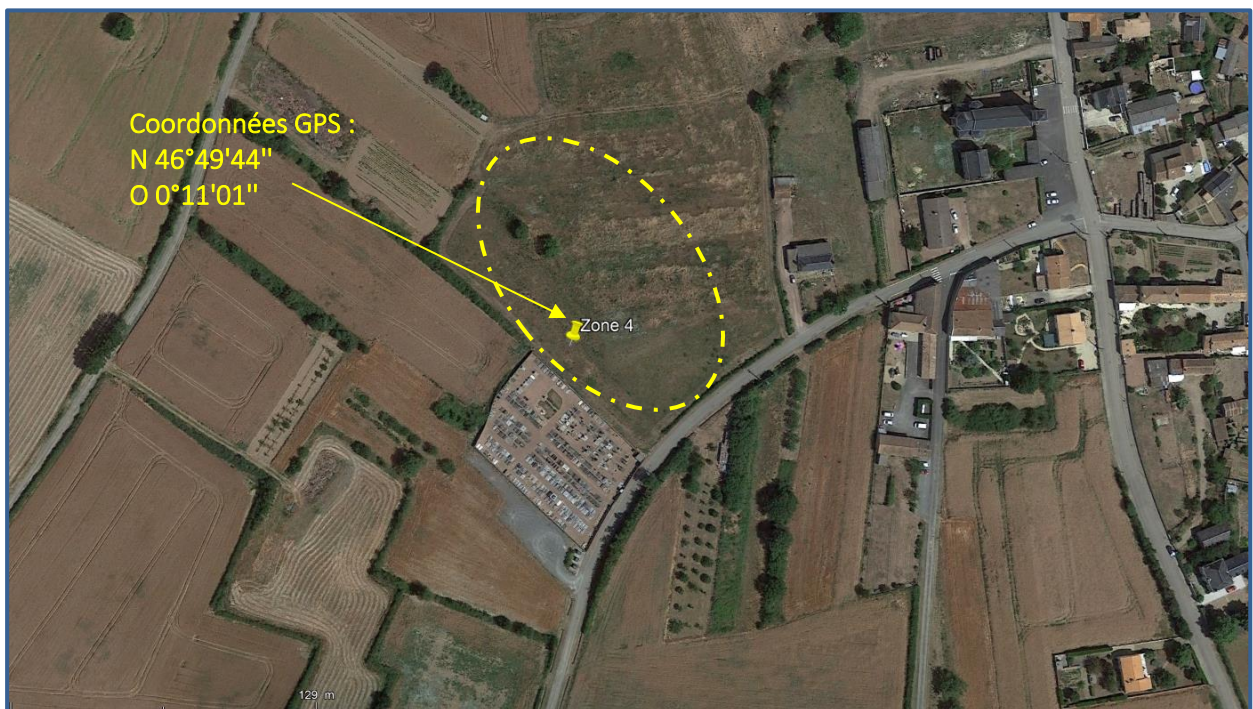
Typologie du lieu : zone de retombées principales dans des secteurs sensibles (proximité d'habitations)



DÉTAIL SUR LA 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



DESCRIPTION DES METHODES EMPLOYEES

DEFINITION DES INVESTIGATIONS REALISEES

La présente campagne concerne la biosurveillance passive par les bryophytes, les investigations réalisées sont résumées dans le tableau suivant :

Type de surveillance	Surveillance des teneurs en dioxines, furanes et métaux autour du site Campagne de juillet 2019
Objet – but	Caractérisation des retombées du site et suivi de l'évolution annuelle de ces retombées
Composés analysés	<ul style="list-style-type: none"> ✘ 12 métaux (soit Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni et V) ✘ Dioxines et Furanes
Dispositifs de prélèvement	Biosurveillance passive – Bryophytes
Fréquence	Annuelle
Nombre et localisation des dispositifs de surveillance prévus	<p>5 sites de prélèvement*</p> <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 », situés au niveau de zones non impactées par les retombées des émissions du site ou par d'autres sources connues.
Durée de la campagne de surveillance	Prélèvement ponctuel pour l'ensemble des paramètres

** Pour rappel, la zone 5 qui a été prélevée en date du 31 juillet 2019, présentait un trop faible taux d'humidité pour pouvoir être analysé. Ce prélèvement a été replanifié.*

PRESENTATION ET INTERET DES SYSTEMES DE PRELEVEMENT

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 – Bioindication 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 caractérisée

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

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 sont en céramique de manière à ne pas interférer avec les contaminants à analyser.

Unités 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.

METHODOLOGIE D'INVESTIGATION

PRELEVEMENTS

Les prélèvements ont été réalisés par la société KALI'AIR le 31 juillet 2019.

Les conditions générales de la campagne sont les suivantes :

	Période de prélèvement	Analyse
Biosurveillance passive Bryophytes	5 points de mesures	Dioxines et furanes Métaux (Cd, Tl, Hg, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni et V)

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 sont réalisées par le laboratoire MICROPOLLUANTS TECHNOLOGIE basé à Saint-Julien-les-Metz (57). Les résultats des analyses sont consultables en Annexe 2.

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

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			

RESULTATS ET INTERPRETATION DE LA CAMPAGNE DE MESURES

IMPLANTATION DES ZONES

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 :

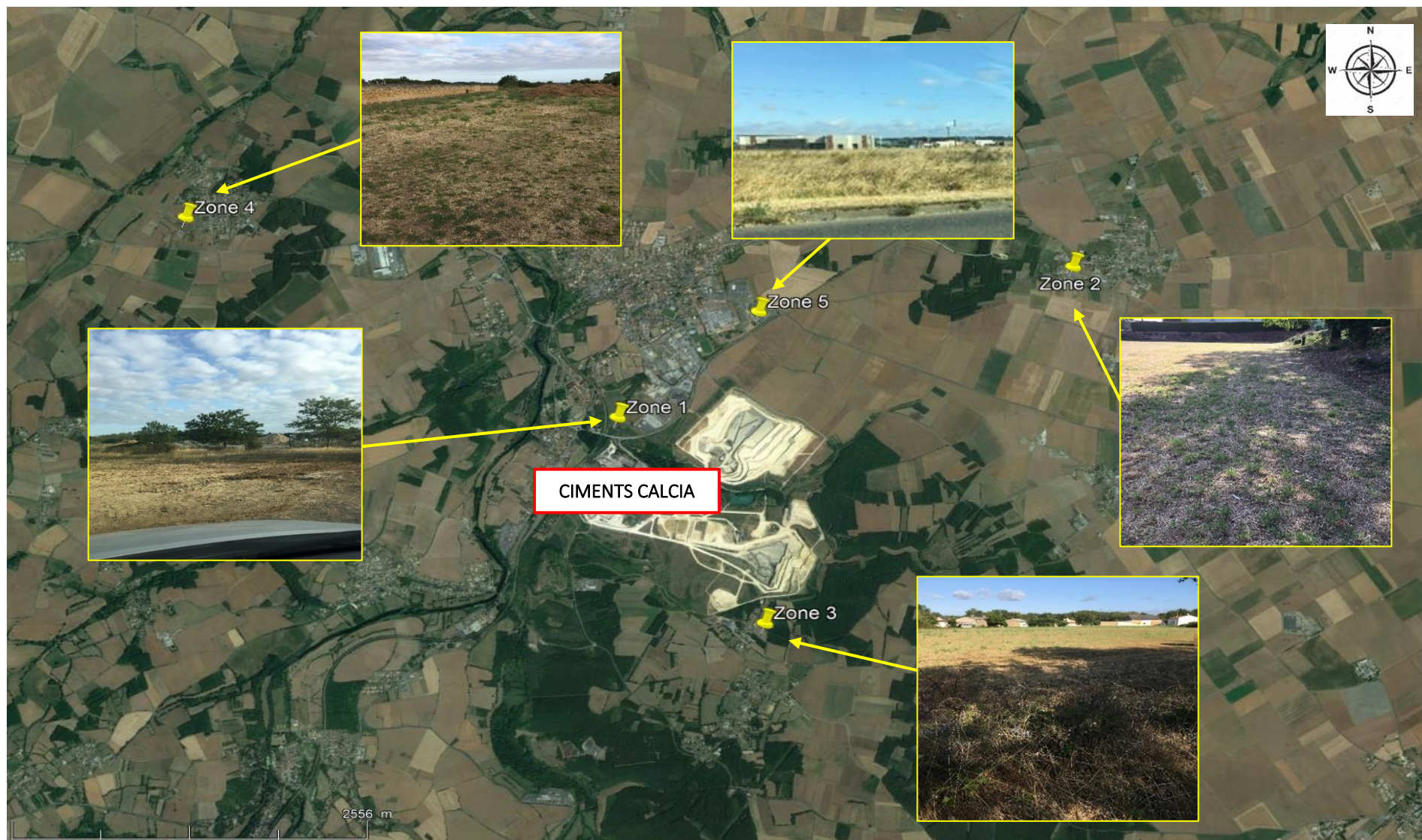
Typologie de zone (d'après l'étude de dispersion)	Numéro	Commune	Adresse exacte	Coordonnées GPS
Zone impactée	1	Airvault	Zone arborée directement au nord- est du site	N 46°48'52.13" O 0° 8'19.93"
Zone impactée	2	Borcq-sur- Airvault	Rue des Acacias	N 46°49'41" O 0°05'42"
Zone impactée	3	Assais-les- Jumeaux	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	Airvault	Route D725E	N 46°49'24" O 0°07'33"

** Pour rappel, la zone 5 présentait un trop faible taux d'humidité pour pouvoir être analysé. Ce prélèvement a été replanifié.*

Les localisations des points échantillonnés lors de cette campagne sont présentées sur le plan suivant.



LOCALISATION DES ZONES DE PRELEVEMENTS



CONDITIONS METEOROLOGIQUES

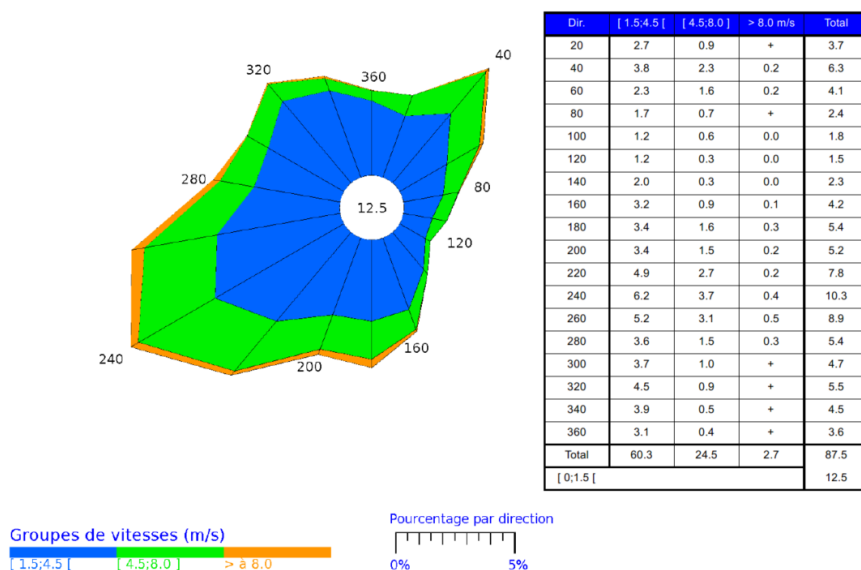
L'interprétation des mesures est basée sur les données de la station METEO FRANCE la plus proche du site, à savoir celle de Thénézay STNA (79). Cette station est située à environ 14 km au sud-est du site d'étude.

VENTOSITE

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 quatre 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) :

Période du 31 janvier au 31 juillet 2019	
Vents dominants	Secteur sud-ouest (220° à 260°) soit 27 % des observations
Vents secondaires	Secteur nord-ouest (280° à 340°) soit 20,1 % des observations
	Secteur sud-est/sud (160° à 200°) soit 14,8 % des observations
	Secteur nord-est (20° à 60°) soit 14,1 % des observations

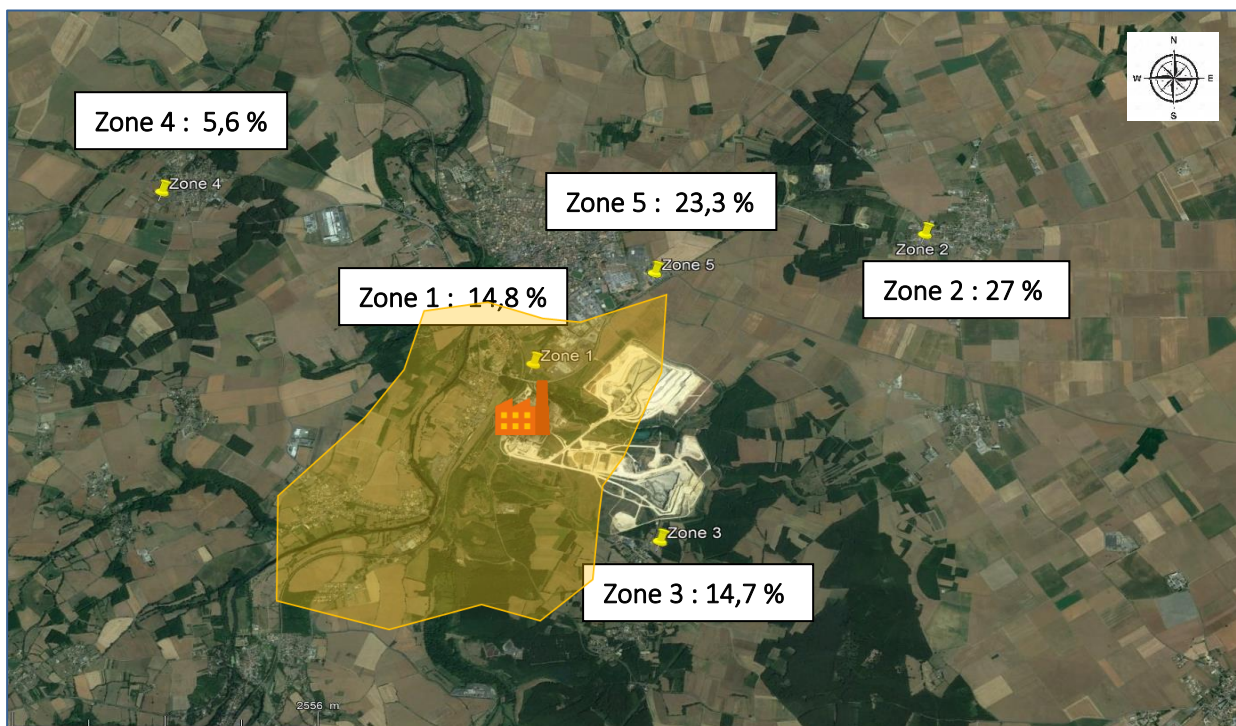
A noter que les vents faibles (< 1,5 m/s) favorisant les retombées de proximité représentent 12,5 % des vents totaux. Ces vents sont faibles et diffus, et ne possèdent par conséquent pas de direction propre. La figure suivante présente la rose des vents correspondant au semestre écoulé.



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-ouest, sud-est/sud et nord-est.

Ainsi, les zones 1, 2, 3 et 5 sont susceptibles d'être sous l'influence des vents dominants ou secondaires en provenance du site tandis que 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 points 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.



CONDITIONS CLIMATIQUES DU JOUR DE PRÉLÈVEMENT

A noter que le jour du prélèvement, le 31 juillet 2019, les conditions climatiques étaient plutôt sèches, avec une alternance de soleil et de nuages.

RESULTATS D'ANALYSES SUR LES BRYOPHYTES

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.

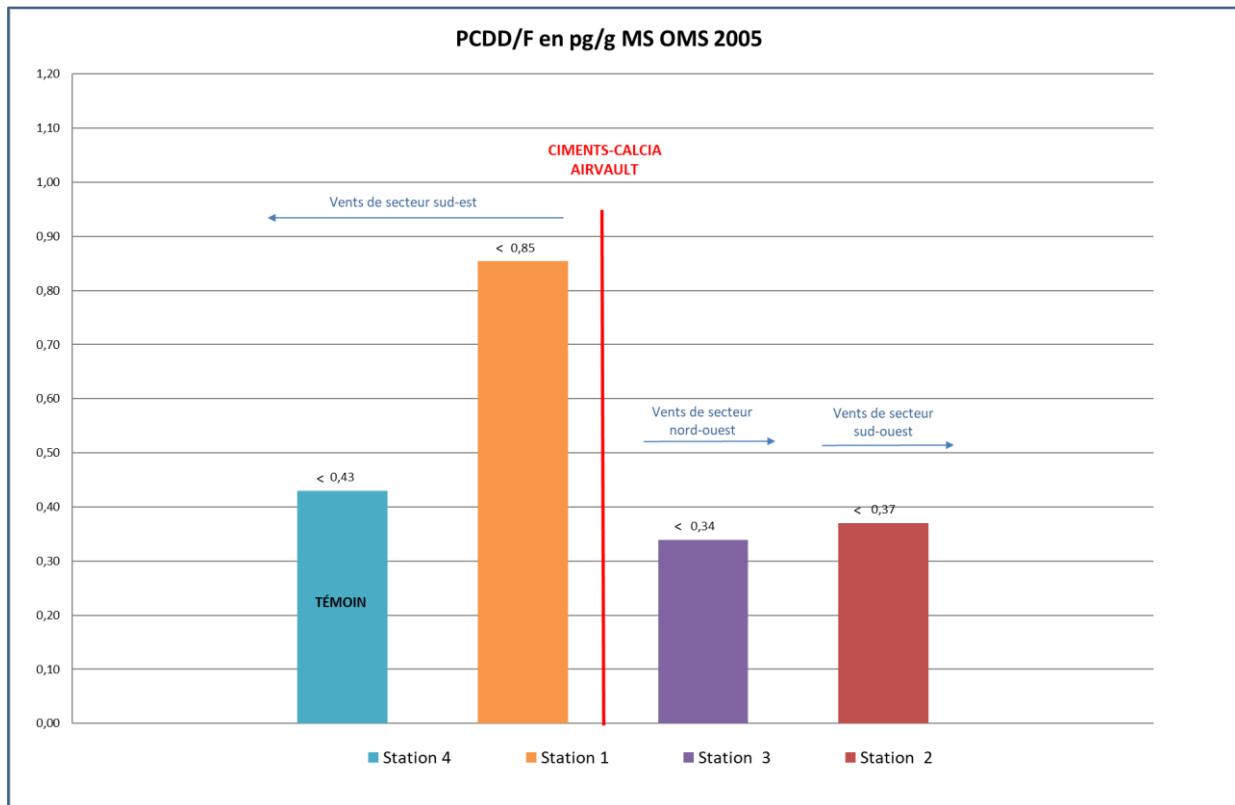
Nota : au niveau de l'analyse, certaines valeurs sont inférieures aux valeurs limites de quantification. Dans le cadre de ce rapport, nous avons choisi d'assimiler la limite de quantification comme valeur de concentration.

DIOXINES FURANES

Référence KALI'AIR (N° Point)	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Numéro d'échantillon	CKL19/A032/PR02/1b	CKL19/A032/PR02/2b	CKL19/A032/PR02/3b	CKL19/A032/PR02/4b
Date de prélèvement	31/07/2019	31/07/2019	31/07/2019	31/07/2019
Poids frais (g)	2,80	3,00	3,70	4,20
Poids sec (g)	1,90	2,30	2,70	2,50
Poids sec à 12% H ₂ O	2,13	2,58	3,02	2,80
% humidité	32,10	23,30	40,50	40,50

Éléments	Concentration en pg/g de MS OMS 2005			
Dioxines (TE-OMS) - valeur max	< 0,85	< 0,37	< 0,34	< 0,43

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 d'Airvault.



Au vu de ces résultats, nous observons que les échantillons présentent des concentrations en dioxines et furanes comprises entre < 0,34 et < 0,85 pg/g de MS OMS 2005. La zone qui présente la plus grande concentration est la zone 1 (< 0,85 pg/g MS OMS 2005), susceptible d'être sous l'influence des vents en provenance du site dans une moindre mesure. La zone qui présente la plus petite concentration en dioxines et furanes est la zone 3 (< 0,34 pg/g MS OMS 2005), pourtant elle aussi susceptible d'être sous l'influence des vents en provenance du site dans une moindre mesure, au vu des conditions météorologiques enregistrées au cours des six derniers mois.

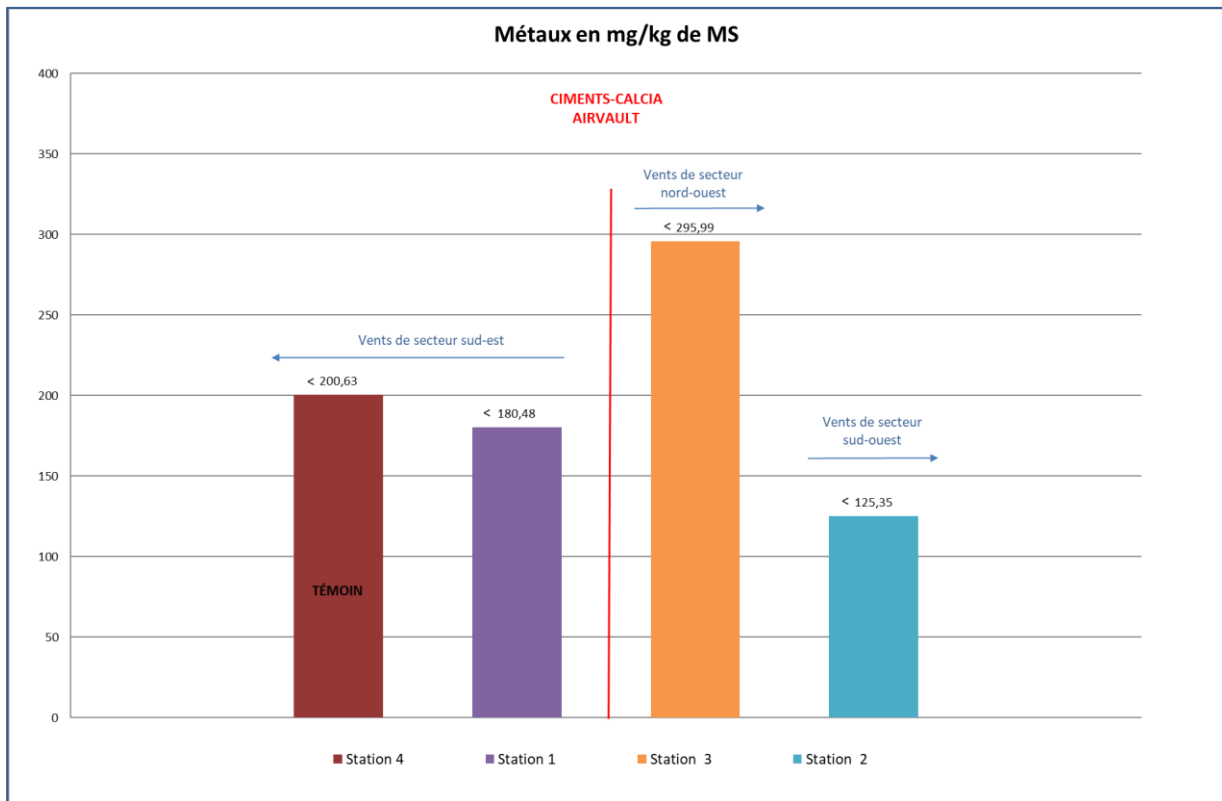
A noter que la zone 4, considérée comme point témoin, présente des concentrations en dioxines et furanes supérieures à celles mesurées au niveau des zones 2 et 3. **Ainsi, il semblerait que d'autres sources, extérieures au site d'Airvault, contribuent aux teneurs en PCDD/F retrouvées dans l'environnement.**

METAUX

Référence KALI'AIR (N° Point)	Station 1	Station 2	Station 3	Station 4
Numéro d'échantillon	CKL19/A032/PR02/1b	CKL19/A032/PR02/2b	CKL19/A032/PR02/3b	CKL19/A032/PR02/4b
Date de prélèvement	31/07/2019	31/07/2019	31/07/2019	31/07/2019
Poids frais (g)	2,80	3,00	3,70	4,20
Poids sec (g)	1,90	2,30	2,70	2,50
Poids sec à 12% H ₂ O	2,13	2,58	3,02	2,80
% humidité	32,10	23,30	40,50	40,50

Concentration en mg/kg de MS	Vanadium	11,000	2,800	5,780	1,230
	Chrome	5,730	2,090	3,950	0,850
	Manganèse	144,000	106,000	271,000	189,000
	Cobalt	1,850	0,860	1,590	0,340
	Nickel	3,340	1,880	3,140	1,170
	Cuivre	6,360	7,830	3,970	5,990
	Arsenic	2,870	0,900	1,880	0,410
	Cadmium	0,140	0,074	0,150	0,062
	Antimoine	0,190	< 0,125	< 0,125	< 0,125
	Thallium	< 0,125	< 0,125	< 0,125	< 0,125
	Plomb	4,810	2,610	4,210	1,240
	Mercure	0,064	0,056	0,066	0,085
	Somme	< 180,48	< 125,35	< 295,99	< 200,63

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 d'Airvault.



Les concentrations mesurées en métaux lourds sont comprises entre <math>< 125,35</math> et <math>< 295,99</math> mg/kg de MS. Le graphique ci-dessus nous aide à mettre en évidence des teneurs en métaux plus importantes au niveau de la zone 3 située au sud-est du site. Pour rappel, cette zone est susceptible d'être impactée par les vents en provenance du site mais dans une moindre mesure.

Nous observons également que les teneurs en métaux les plus faibles sont mesurées au niveau de la zone 2, pourtant la plus susceptible d'être sous l'influence des vents majoritaires en provenance du site.

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

Ainsi, nous ne pouvons conclure sur l'impact direct du site d'Airvault sur les teneurs en métaux présentes dans l'environnement du site.

VALEURS 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-dessous résument ces valeurs :

MÉTAUX

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
Mercurure (Hg)	0,33

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

Certaines concentrations en métaux dépassent légèrement les seuils atypiques proposés par l'ADEME et notamment : le vanadium au niveau des zones 1, 2 et 3, le chrome au niveau de la zone 1, l'arsenic au niveau des zones 1, 2 et 3 et l'antimoine au niveau de la zone 1. L'ensemble des concentrations pour les autres zones et autres paramètres sont en-deçà des seuils atypiques proposés. Pour rappel, 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 µg/g de MS OMS 2005

A noter que toutes les concentrations mesurées en dioxines et furanes sont inférieures au seuil atypique de 1 µg/g de MS recueilli dans la littérature scientifique. 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-ouest, sud-est/sud et nord-est.

De cette manière, au vu de la localisation des zones de prélèvements autour du site, les zones 1, 2, 3 et 5 sont susceptibles d'être sous l'influence des vents dominants ou secondaires en provenance du site tandis que 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.

Les résultats des mesures de métaux lourds et dioxines/furanes réalisées sur les échantillons prélevés ont montré qu'aucun d'entre eux ne dépassait les seuils atypiques et valeurs disponibles, sauf pour le vanadium, chrome, arsenic et antimoine sur certaines zones uniquement. Rappelons que ces constats sont faits sur les zones de mesures susceptibles d'être impactées par les vents en provenance du site mais également sur la zone témoin.

Face à ces constats, nous ne pouvons conclure sur l'impact direct du site d'Airvault sur les teneurs en métaux lourds et dioxines/furanes dans l'environnement du site.

ANNEXES

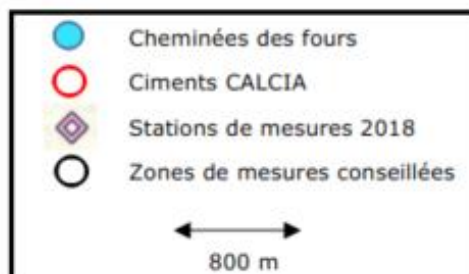
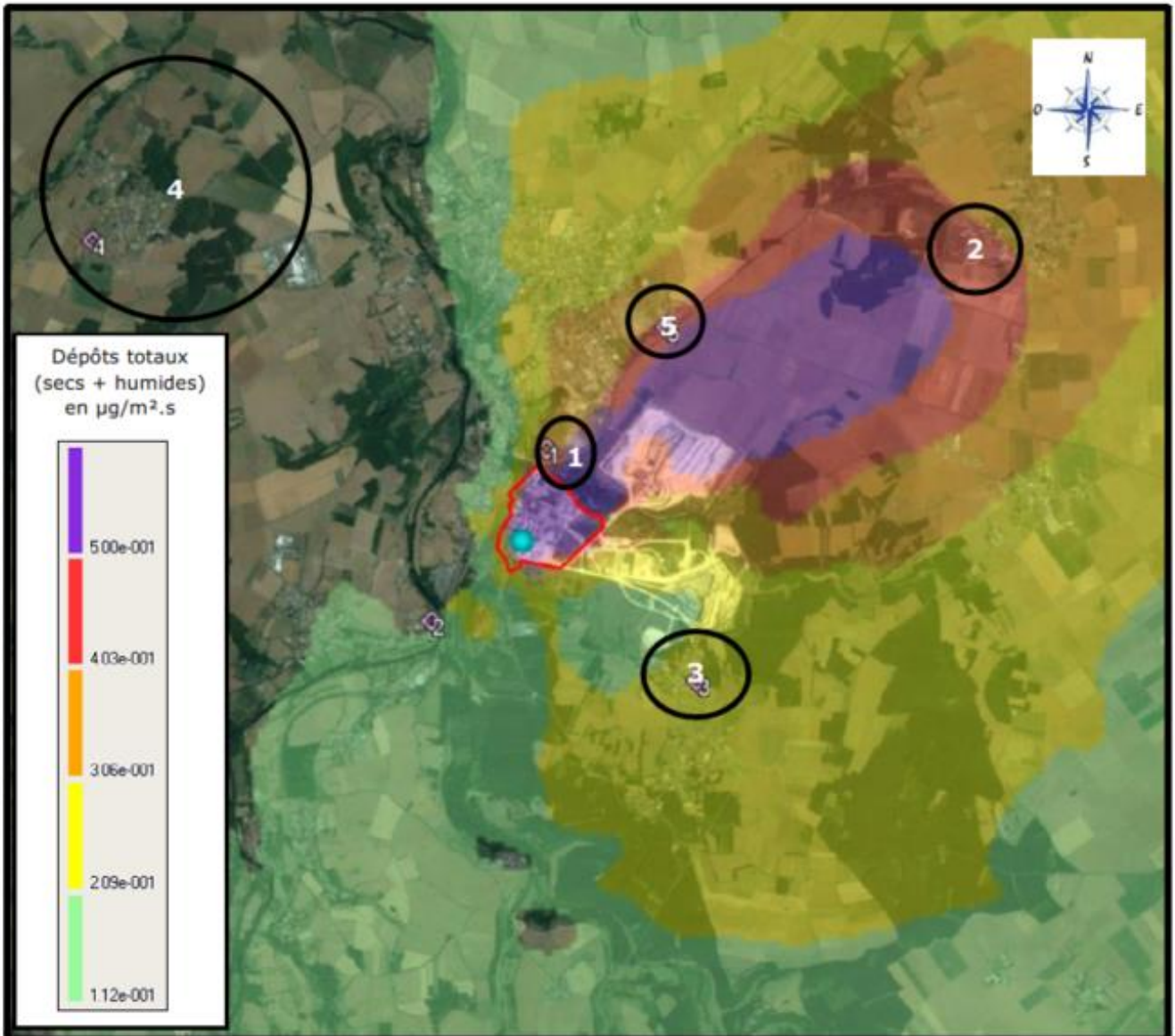
LISTE DES ANNEXES

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

Annexe 2 : Bordereaux de résultats bruts

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

Figure 6 – Zones de mesures conseillées



ANNEXE 2 : BORDEREAUX DE RESULTATS BRUTS

RAPPORT D'ANALYSES
IZOH005_MET_R1

KALI'AIR

Madame Aude HERBEZ

Parc du Mélantois Rue des Sureaux

59262 - SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références N° 19-08-007 affaire CKL19/A032/PRO2 du 02/08/2019


Echantillon reçu le 05/08/2019

Analyse effectuée le : 08/08/2019

Norme : Méthode interne MOp C-4/18

Technique : ICP_MS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date	Description	Validé par
12/08/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Poids frais (g)	2.8
Poids sec (g)	1.9
% Eau	32.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	11,0
Cr	5,73
Mn	144
Co	1,85
Ni	3,34
Cu	6,36
As	2,87
Cd	0,14
Sb	0,19
Tl	<0,125
Pb	4,81
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	7,47
Cr	3,89
Mn	97,8
Co	1,26
Ni	2,27
Cu	4,32
As	1,95
Cd	0,095
Sb	0,13
Tl	<0,085
Pb	3,27

Poids frais (g)	3
Poids sec (g)	2,3
% Eau	23,3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	2,80
Cr	2,09
Mn	106
Co	0,86
Ni	1,88
Cu	7,83
As	0,90
Cd	0,074
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	2,61
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	2,15
Cr	1,60
Mn	81,3
Co	0,66
Ni	1,44
Cu	6,01
As	0,69
Cd	0,057
Sb	<0,096
Tl	<0,096
Pb	2,00

Poids frais (g)	3.7
Poids sec (g)	2.2
% Eau	40.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	5,78
Cr	3,95
Mn	271
Co	1,59
Ni	3,14
Cu	3,97
As	1,88
Cd	0,15
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	4,21
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	3,44
Cr	2,35
Mn	161
Co	0,95
Ni	1,87
Cu	2,36
As	1,12
Cd	0,089
Sb	<0,074
Tl	<0,074
Pb	2,50

Poids frais (g)	4.2
Poids sec (g)	2.5
% Eau	40.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
V	1,23
Cr	0,85
Mn	189
Co	0,34
Ni	1,17
Cu	5,99
As	0,41
Cd	0,062
Sb	<0,125
Tl	<0,125
Pb	1,24
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
V	0,73
Cr	0,51
Mn	112
Co	0,20
Ni	0,70
Cu	3,56
As	0,24
Cd	0,037
Sb	<0,074
Tl	<0,074
Pb	0,74

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
IZOH008_MEG_R1

KALI'AIR

Madame Aude HERBEZ

Parc du Mélantois Rue des Sureaux

59262 - SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références N° 19-08-007 affaire CKL19/A032/PRO2 du 02/08/2019


Echantillon reçu le 05/08/2019

Analyse effectuée le : 09/08/2019

Norme : Méthode interne Mop C-4/47

Technique : AFS

Matrice : Bio-indicateur / Végétaux

Date	Description	Validé par
13/08/2019	Rapport final	Maxime CACHIA 

Responsable d'analyse

Référence externe : CKL19/A032/PRO2/1b
Référence interne : IZOH012

Poids frais (g)	2.8
Poids sec (g)	1.9
% Eau	32.1
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.064
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.043

Référence externe : CKL19/A032/PRO2/2b
Référence interne : IZOH013

Poids frais (g)	3
Poids sec (g)	2.3
% Eau	23.3
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.073
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.056

Référence externe : CKL19/A032/PRO2/3b
Référence interne : IZOH014

Poids frais (g)	3.7
Poids sec (g)	2.2
% Eau	40.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.066
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.039

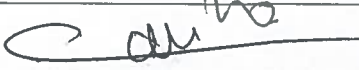
Poids frais (g)	4.2
Poids sec (g)	2.5
% Eau	40.5
Eléments	Concentration en mg/Kg de MS**
Hg	0.085
Eléments	Concentration en mg/Kg de MF**
Hg	0.051

RAPPORT D'ANALYSES
IZOH013_PCD_R1

KALI'AIR
Madame Aude HERBEZ
Parc du Mélantois
Rue des Bureaux
59262 SAINGHIN- EN - MELANTOIS

Vos références : N° 19-08-007 affaire CKL19/A032/PRO2 du 02/08/2019

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

Date	Description	Validé par
26/08/2019	RAPPORT FINAL	 D.OUSLIMANE

Responsable d'analyses

La reproduction de ce rapport d'analyses n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 5 page(s) et 0 annexe(s).
Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à essais.

Echantillon reçu le : 05/08/2019

Référence Interne		IZOH007				
Référence Externe		CKL19/A032/PRO2/1a				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		69,0				
Masse de matière sèche analysée (g)		2,294				
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	< 0,199	1	0,000	0,100	0,199	89
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,154	1	0,000	0,077	0,154	86
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,278	0,1	0,028	0,028	0,028	93
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,623	0,1	0,062	0,062	0,062	89
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,700	0,1	0,070	0,070	0,070	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	17,340	0,01	0,173	0,173	0,173	96
OCDD	100,563	0,0001	0,010	0,010	0,010	90
2,3,7,8 TCDF	< 0,101	0,1	0,000	0,005	0,010	88
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,090	0,05	0,000	0,002	0,005	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,088	0,5	0,000	0,022	0,044	93
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,157	0,1	0,000	0,008	0,016	82
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,178	0,1	0,018	0,018	0,018	81
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,267	0,1	0,027	0,027	0,027	77
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,174	0,1	0,000	0,009	0,017	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,796	0,01	0,018	0,018	0,018	95
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,128	0,01	0,000	0,001	0,001	/
OCDF	3,510	0,0001	0,000	0,000	0,000	83
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,406	0,629	0,852	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,427	0,640	0,854	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,500	0,685	0,869	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,280	0,434	0,588	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,295	0,442	0,589	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,345	0,472	0,599	
Total TCDD	7,063					
Total PeCDD	2,327					
Total HxCDD	8,625					
Total HpCDD	35,609					
Total PCDD	154,2					
Total TCDF	< 3,827					
Total PeCDF	< 2,478					
Total HxCDF	< 2,518					
Total HpCDF	4,205					
Total PCDF	7,714 < Total < 16,537					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 22/08/2019 à 10:10				
Analyse par GC/HRMS		Le 23/08/2019 à 06:28				

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

Echantillon reçu le : 05/08/2019

Référence Interne		IZOH008				
Référence Externe		CKL19/A032/PRO2/2a				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		77,4				
Masse de matière sèche analysée (g)		2,624				
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	< 0,090	1	0,000	0,045	0,090	93
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,107	1	0,000	0,054	0,107	91
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,124	0,1	0,000	0,006	0,012	106
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,113	0,1	0,000	0,006	0,011	101
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,286	0,1	0,029	0,029	0,029	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	2,761	0,01	0,028	0,028	0,028	106
OCDD	10,835	0,0001	0,001	0,001	0,001	98
2,3,7,8 TCDF	< 0,124	0,1	0,000	0,006	0,012	89
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,082	0,05	0,000	0,002	0,004	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,081	0,5	0,000	0,020	0,041	97
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,088	0,1	0,000	0,004	0,009	93
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,088	0,1	0,000	0,004	0,009	95
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,122	0,1	0,000	0,006	0,012	84
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,131	0,1	0,000	0,007	0,013	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,671	0,01	0,007	0,007	0,007	85
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,065	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,781	0,0001	0,000	0,000	0,000	91
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,064	0,225	0,385	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,066	0,218	0,370	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,075	0,208	0,342	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,050	0,174	0,298	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,051	0,169	0,286	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,058	0,161	0,265	
Total TCDD	< 1,979					
Total PeCDD	< 1,494					
Total HxCDD	2,760					
Total HpCDD	5,482					
Total PCDD	19,078	< Total < 22,551				
Total TCDF	< 4,707					
Total PeCDF	< 2,262					
Total HxCDF	< 1,409					
Total HpCDF	1,155					
Total PCDF	1,936	< Total < 10,313				
Marquage de l'extrait avant injection		Le 22/08/2019 à 10:10				
Analyse par GC/HRMS		Le 23/08/2019 à 07:07				

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

Echantillon reçu le : 05/08/2019

Référence Interne		IZOH009				
Référence Externe		CKL19/A032/PRO2/3a				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		62,5				
Masse de matière sèche analysée (g)		2,678				
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	90
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,113	1	0,000	0,057	0,113	92
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,117	0,1	0,000	0,006	0,012	85
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,161	0,1	0,016	0,016	0,016	90
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,194	0,1	0,019	0,019	0,019	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	2,334	0,01	0,023	0,023	0,023	89
OCDD	6,446	0,0001	0,001	0,001	0,001	77
2,3,7,8 TCDF	0,084	0,1	0,008	0,008	0,008	89
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,068	0,05	0,000	0,002	0,003	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,067	0,5	0,000	0,017	0,034	98
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,096	0,1	0,010	0,010	0,010	78
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,132	0,1	0,013	0,013	0,013	80
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,228	0,1	0,023	0,023	0,023	75
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,077	0,1	0,000	0,004	0,008	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,752	0,01	0,008	0,008	0,008	82
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,082	0,01	0,000	0,000	0,001	/
OCDF	0,458	0,0001	0,000	0,000	0,000	73
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,121	0,237	0,352	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,122	0,231	0,339	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,127	0,215	0,302	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,076	0,148	0,220	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,077	0,144	0,212	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,080	0,134	0,189	
Total TCDD	< 1,339					
Total PeCDD	< 1,584					
Total HxCDD	3,011					
Total HpCDD	5,192					
Total PCDD	14,648	< Total < 17,571				
Total TCDF	< 2,937					
Total PeCDF	< 1,882					
Total HxCDF	1,169					
Total HpCDF	1,705					
Total PCDF	3,332	< Total < 8,151				
Marquage de l'extrait avant injection		Le 22/08/2019 à 10:10				
Analyse par GC/HRMS		Le 23/08/2019 à 07:46				

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

Echantillon reçu le : 05/08/2019

Référence Interne		IZOH010				
Référence Externe		CKL19/A032/PRO2/4a				
Nature		Bio-indicateur / Végétaux				
Taux de matière sèche (%)		71,4				
Masse de matière sèche analysée (g)		3,185				
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	< 0,084	1	0,000	0,042	0,084	72
1,2,3,7,8 PeCDD	< 0,135	1	0,000	0,068	0,135	71
1,2,3,4,7,8 HxCDD	< 0,219	0,1	0,000	0,011	0,022	104
1,2,3,6,7,8 HxCDD	< 0,206	0,1	0,000	0,010	0,021	66
1,2,3,7,8,9 HxCDD	< 0,215	0,1	0,000	0,011	0,022	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	3,258	0,01	0,033	0,033	0,033	88
OCDD	16,835	0,0001	0,002	0,002	0,002	76
2,3,7,8 TCDF	< 0,084	0,1	0,000	0,004	0,008	67
1,2,3,7,8 PeCDF	< 0,093	0,05	0,000	0,002	0,005	/
2,3,4,7,8 PeCDF	< 0,091	0,5	0,000	0,023	0,046	77
1,2,3,4,7,8 HxCDF	< 0,108	0,1	0,000	0,005	0,011	75
1,2,3,6,7,8 HxCDF	< 0,102	0,1	0,000	0,005	0,010	80
2,3,4,6,7,8 HxCDF	< 0,203	0,1	0,000	0,010	0,020	65
1,2,3,7,8,9 HxCDF	< 0,219	0,1	0,000	0,011	0,022	/
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,542	0,01	0,005	0,005	0,005	62
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	< 0,193	0,01	0,000	0,001	0,002	/
OCDF	0,538	0,0001	0,000	0,000	0,000	64
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MS)			0,040	0,243	0,446	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MS)			0,043	0,237	0,430	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MS)			0,055	0,225	0,395	
TOTAL TEQ WHO-1998 (pg/g de MF)			0,028	0,174	0,319	
TOTAL TEQ WHO-2005 (pg/g de MF)			0,031	0,169	0,307	
TOTAL TEQ NATO (pg/g de MF)			0,040	0,161	0,282	
Total TCDD	< 1,851					
Total PeCDD	< 1,890					
Total HxCDD	< 2,195					
Total HpCDD	6,315					
Total PCDD	23,150 < Total < 29,086					
Total TCDF	< 3,197					
Total PeCDF	< 2,558					
Total HxCDF	< 1,723					
Total HpCDF	1,465					
Total PCDF	2,003 < Total < 9,482					
Marquage de l'extrait avant injection		Le 22/08/2019 à 10:10				
Analyse par GC/HRMS		Le 23/08/2019 à 08:25				

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