



SUEZ RV Energie Mont-Blanc – Passy (74)

A23-1365

Bilan de surveillance environnementale par les lichens

Comité de Suivi de Site

2022

La Biosurveillance de la qualité de l'air  
Aair Lichens : reconnue par le ministère de la Recherche  
Créatrice de méthodes innovantes



***Dr Philippe Giraudeau***

***Chercheur, biologie médicale et environnementale  
Certifié de formation à l'expertise, l'arbitrage, la médiation et la  
conciliation – N° 3111 - Institut de l'expertise – Paris***

***Dr Richard Lallemand – Conseil Scientifique associé. Chercheur Issu de  
l'Université de Nantes***

Aair Lichens : 17 rue des Chevrettes 44470 Carquefou  
02 40 30 14 90 - [aair.lichens@wanadoo.fr](mailto:aair.lichens@wanadoo.fr)  
<http://www.aair-lichens.com>



Le suivi de l'environnement

Méthodologie basée sur des procédés naturels

*Bases de l'utilisation des lichens  
dans le suivi de la qualité de l'air*



## *Pourquoi la biosurveillance ?*

*Complément indispensable des méthodes physico-chimiques, l'outil vivant effectue la synthèse des modifications chimiques des polluants et réagit de façon globale.*

*Il est sensible, précis et réagit en amont des risques d'impacts sanitaires.*



## *Pourquoi les lichens ?*

*1 – Tributaires de l'air pour leur nutrition : pas de racines, croissance continue, pas de défense contre le stress.*

*2 – Retiennent ou accumulent les métaux ou les substances organiques*

*3 – Le contenu en polluants est en équilibre avec l'air*

*=> Dosages : exposition des populations aux molécules toxiques.*

*4 - Sélection des espèces : gradients à partir des sources ou selon l'ambiance urbaine : Etudes de flore*

Aair Lichens



Le suivi des retombées de dioxines et furanes dans  
l'environnement par les lichens

Un procédé exclusif, fiable et sensible :

Li-Diox®

*“Dioxines et furanes dans les lichens®”*





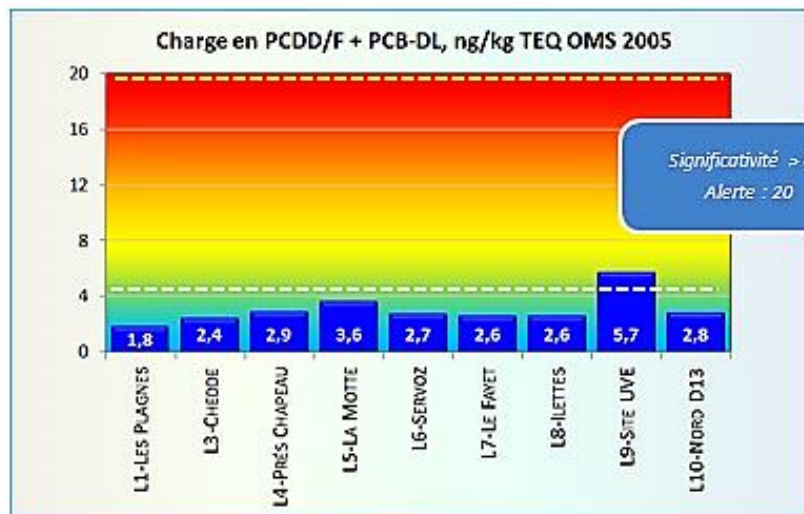
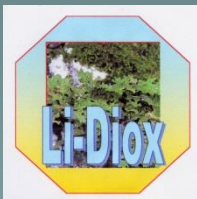
*Comment interpréter pour définir une exposition ?*

*Selon le « **bruit de fond** » et un « **seuil** »*

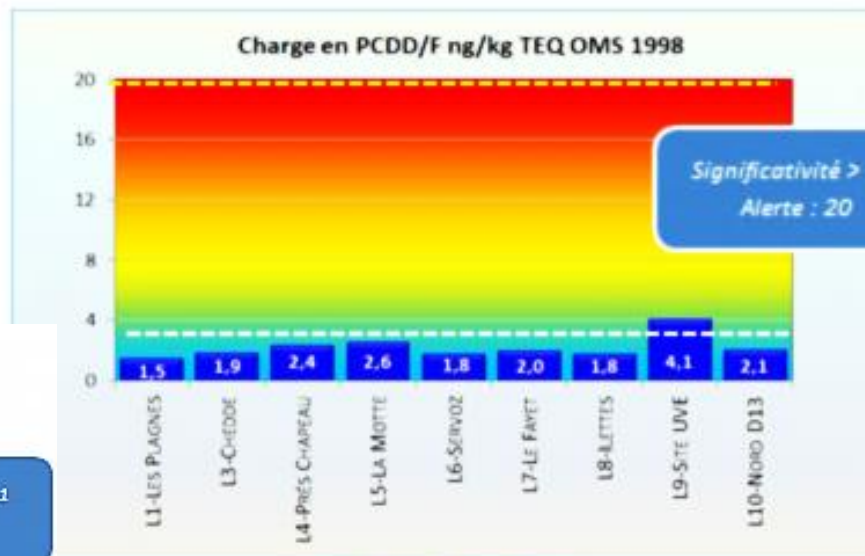


DEPASSEMENT Valeur significative selon la base de données Air Lichens (B.d)																	
A SURVEILLER																	
NON CONFORME ALERTE Alerte s'emploie, en dehors des réglementations, pour les valeurs exceptionnelles suivant la B.d.																	
2022	PCDD/F OMS 1998	PCDD/F OMS 2005	PCB-DL OMS 2005	PCDD/F + PCB-DL OMS 2005	Ni	Cr	Cu	As	Cd	Pb	Sb	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn
L1-Les Plagnes	1,5	1,4	0,5	1,8	1,3	2,4	7,0	0,8	0,05	1,7	0,24	1,8	0,33	25	0,05	< L.q	45
L3-Chedde	1,9	1,8	0,6	2,4	2,5	3,1	13,0	0,9	0,14	6,8	0,53	2,9	0,53	33	0,05	< L.q	63
L4-Prés Chapeau	2,4	2,2	0,7	2,9	2,5	3,0	9,3	1,1	0,14	6,1	0,47	2,9	0,76	41	0,05	< L.q	96
L5-La Motte	2,6	2,4	1,2	3,6	2,0	3,0	11,4	0,8	0,10	8,9	0,44	2,5	0,39	28	0,10	< L.q	49
L6-Servoz	1,8	1,7	1,0	2,7	2,4	3,5	11,1	1,7	0,14	7,5	0,37	3,5	0,65	32	0,05	< L.q	49
L7-Le Fayet	2,0	1,8	0,9	2,6	3,2	5,8	10,0	1,2	0,11	8,2	0,34	2,9	0,57	37	< L.q	< L.q	51
L8-Ilettes	1,8	1,7	1,0	2,6	1,6	2,5	8,8	0,5	0,06	2,2	0,32	1,7	< L.q	34	< L.q	< L.q	57
L9-Site UVE	4,1	3,8	1,9	5,7	9,3	11,0	71,2	2,0	0,69	48,4	2,71	6,4	2,12	75	0,10	< L.q	383
L10-Nord D13	2,1	1,9	0,9	2,8	2,8	3,6	18,2	0,7	< L.q	6,6	0,53	2,7	< L.q	31	< L.q	< L.q	56
Valeurs repères	0,6 - 2,8		02 - 1,3	0,86 - 4,1	0,40-4,94	0,60-5,59	2,32-12,02	0,14-2,04	0,05-0,30	0,60-12,03	0,09-0,70	0,34-5,6	0,23-1,10	3,51-170	0,046-0,203	0,0	3,03-70,45
Première quartile Q1 25 % BOX	1,5		0,4	2,0	1,33	1,94	6,23	0,6	0,09	2,3	0,23	1,755	0,37	32,43	0,066	0,0	33,25
Troisième quartile Q3 75 %	2,3		1	3,2	2,6	3,66	9,64	1,1	0,1775	5,3	0,49	3,37	0,70	81,58	0,125	0,0	53,41
Valeur significative	> 2,8		> 1,3	> 4,1	> 4,9	> 5,6	> 12,0	> 2,0	> 0,30	> 12,0	> 0,70	> 5,6	> 1,10	> 170	> 0,20		> 70
Valeur atypique Haute	3,04		1,5	5,64													
A surveiller	10 - 19		15 - 19	15 - 19	50		200		0,70	70				1000	0,50		500
Valeur alerte	20		20	20			600		1,00	100					1,00		
PCDD/F : ng/kg TEQ OMS PCB-DL et PCDD/F + PCB-DL : ng/kg TEQ OMS 2005							ETM : mg/kg										
Interprétation des résultats adaptée de la norme XP X 43-910 de juin 2020 Norme Expérimentale																	





PCDD/F + PCB-DL, ng/kg TEQ OMS 2005

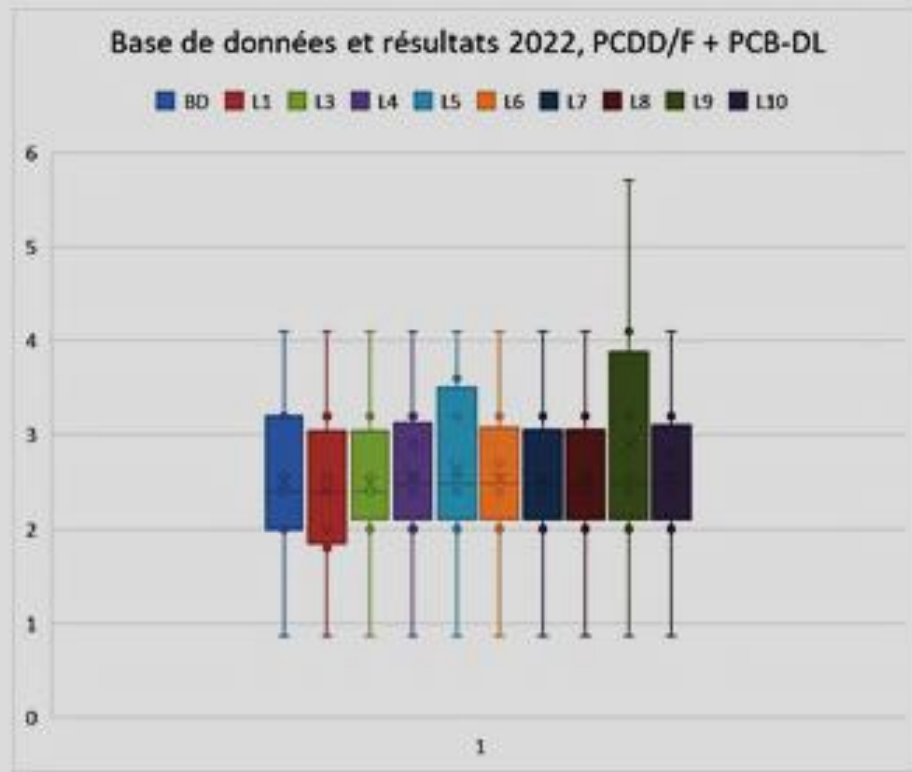
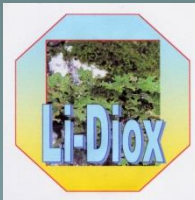


PCDD/F, ng/kg TEQ OMS 1998

L9-Site UVE est significatif, c'est le seul.

*Les valeurs de PCDD/F supérieures à 2,8 ng/kg TEQ OMS 1998 témoignent de retombées*

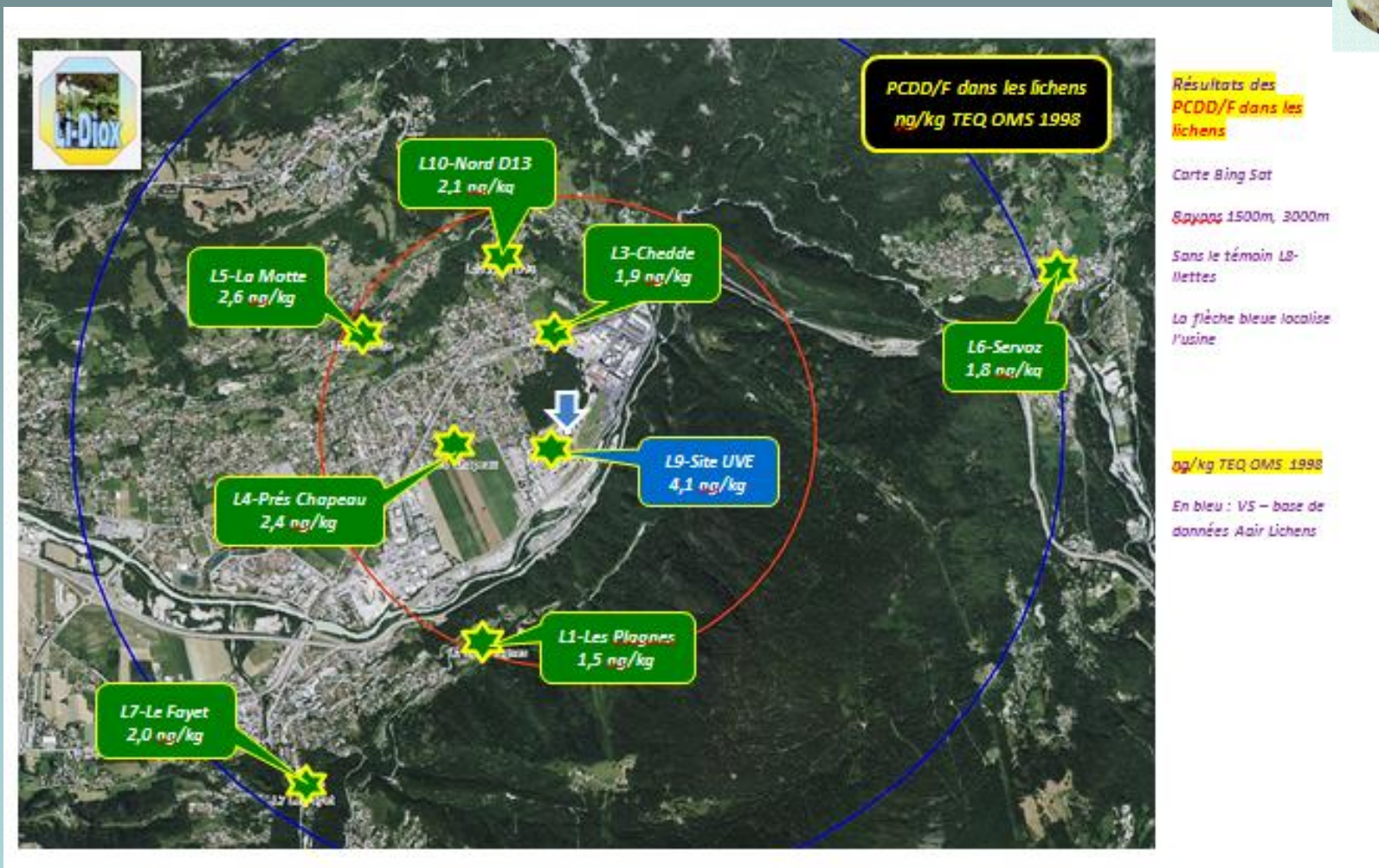
*En 2022 L9 est modérément significatif, Situé à l'intérieur du site, il est confronté à des influences strictement locales, Il devra être légèrement déplacé en 2023*



*D'après les recommandations de la DREAL de Haute-Savoie, concernant la norme expérimentale XP X 43-910 de Juin 2020 et selon l'état actuel des connaissances, Aair Lichens a appliqué et adapté, dans la mesure du possible, les interprétations concernant les résultats d'analyses.*

*Nous avons également tenu compte des recommandations de l'INERIS des 40% pour mettre en évidence les pollutions à surveiller.*

***L9 (Site UVE) est un peu plus élevé que les valeurs repères selon la base de données Aair Lichens adaptant la norme expérimentale XP X 43-910 de Juin 2020.***



Mesures des PCDD/F : localisations et résultats (ng/kg TEQ OMS 1998), rayon 3000m



# Evolution des PCDD/F de 2018 à 2022 ng/kg TEQ OMS 1998

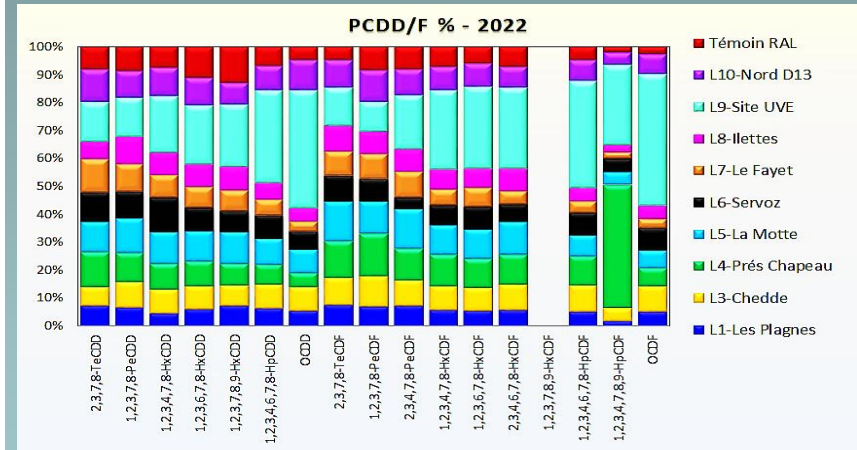
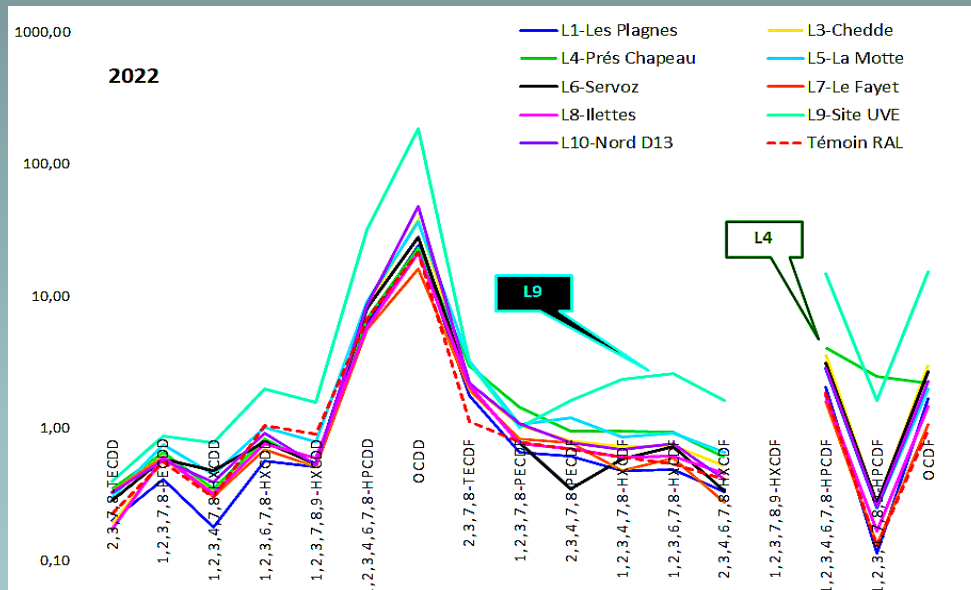
Emplacements	PCDD/F 2018	PCDD/F 2019	PCDD/F 2020	PCDD/F 2021	PCDD/F 2022	2022/2021	Précisions
L1- <i>Les Blagnes</i>	1,5	1,6	1,6	1,8	1,5		
L3- <i>Chedde</i>	1,7	2,8	2,1	2,5	1,9		
L4- <i>Prés Chapeau</i>	3,1	4,9	3,1	2,9	2,4	0,8	N'est plus VS
L5- <i>La Motte</i>	2,9	2,1	2,8	2,3	2,6		
L6- <i>Servaz</i>	3,1	2,1	2,7	3,5	1,8	0,5	Baisse -50%
L7- <i>Le Fayet</i>	1,5	1,8	1,2	1,5	2,0		
L8- <i>Illettes</i>	2,0	1,8	1,8	2,6	1,8		
<b>Somme L1 à L8</b>	<b>15,8</b>	<b>17,1</b>	<b>15,3</b>	<b>17,1</b>	<b>14,0</b>	<b>0,8</b>	Stable
L9- <i>Site UVE</i>					4,1		VS
L10- <i>Nord D13</i>					2,1		
<b>Somme L1 à L10</b>					<b>20,2</b>		
VS	> 3,2		> 2,8				

De 2018 à 2022, L4 est le plus souvent remarqué, toujours faiblement





# Signature des Profils



- L'analyse logarithmique des congénères de 2022 montre des profils différenciés entre eux.
- L9-Site UVE (la seule VS de l'étude de 2022) présente une courbe atypique sur quelques congénères, notamment furaniques.
- Par ailleurs, aucune courbe n'est parallèle à une autre, surtout aux furanes ce qui rappelle que des sources locales sont toujours possibles et L4-Prés Chapeau observe davantage de 1,2,3,4,7,8,9-HpCDF que les autres par exemple (sans que cela n'influe sur sa non VS).



## PCB-Dioxin Like

### Résultats PCDD/F + PCB-DL

*La significativité (valeurs déterminantes) est établie, basée sur les teneurs en France (ensemble de données « France entière », 12 à 30 départements couverts selon les analyses réalisées sur plus de 4 années entre 2018 et 2021). Adaptation de la norme Expérimentale XP X 43-910.*

**PCDD/F : VALEURS REPERES : 0,6 – 2,8 ng/kg TEQ OMS**  
**Pour des valeurs déterminantes supérieures à 2,8 ng/kg TEQ OMS**

**PCB-DL : VALEURS REPERES : 0,2 – 1,3 ng/kg TEQ OMS 2005**  
**Pour des valeurs déterminantes supérieures à 1,3 ng/kg TEQ OMS 2005**

**PCDD/F + PCB-DL : VALEURS REPERES : 0,86 – 4,1 ng/kg TEQ OMS 2005**  
**Pour des valeurs déterminantes supérieures à 4,1 ng/kg TEQ OMS 2005**

► *Le seuil maximal pour les lichens est de 20 ng/kg TEQ OMS pour les PCDD/F seuls. Lorsqu'il s'agit de la somme PCDD/F + PCB-DL ng/kg TEQ OMS 2005, il s'agit d'un niveau d'alerte car tout dépassement de cette valeur ne peut garantir l'absence d'introduction de ces polluants dans l'alimentation animale et, par extension, dans les laits (Recherches comparatives menées par AAIR LICHENS).*

► *Loin de ce niveau d'alerte, il s'agit aussi de définir des niveaux de retombées significatives pour les lichens.*

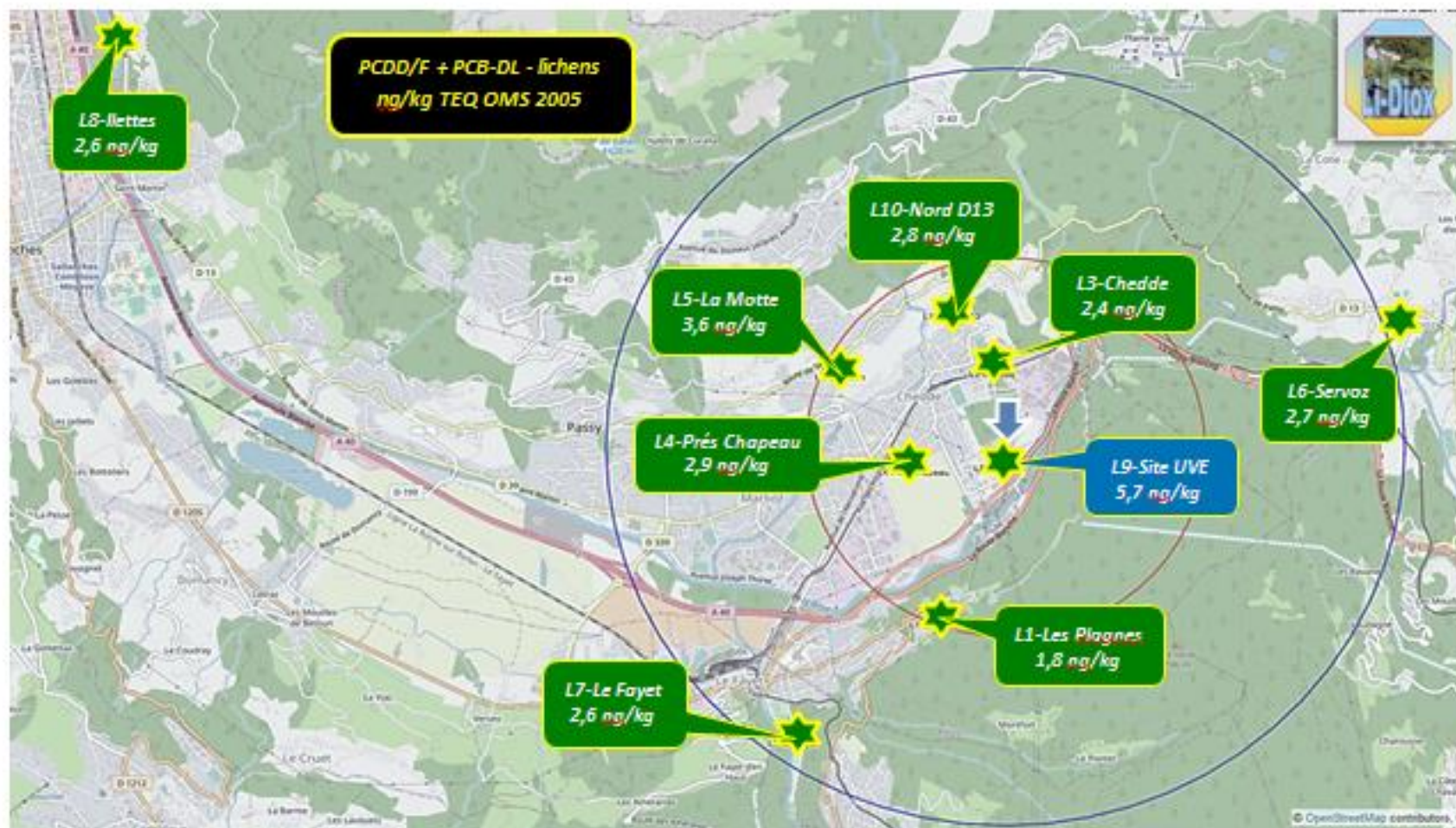
Emplacements	PCDD/F <i>ng/kg</i>	PCB-DL <i>ng/kg</i>	PCDD/F + PCB-DL <i>ng/kg</i>
L1-Les Plagnes	1,4	0,5	1,8
L3-Chedde	1,8	0,6	2,4
L4-Prés Chapeau	2,2	0,7	2,9
L5-La Motte	2,4	1,2	3,6
L6-Servoz	1,7	1,0	2,7
L7-Le Fayet	1,8	0,9	2,6
L8-Ilettes	1,7	1,0	2,6
L9-Site UVE	3,8	1,9	5,7
L10-Nord D13	1,9	0,9	2,8
Significativité (VS)	> 2,8	> 1,3	> 4,1

Résultats des dosages dans les lichens, *ng/kg* TEQ OMS 2005

En bleu : VS – base de données Aair Lichens.

La prise en compte de la somme PCDD/F + PCB-DL précise les données.

L9 Site UVE est le seul à présenter des PCB-DL



Résultats des **PCDD/F + PCB-DL dans les lichens**, ng/kg TEQ OMS 2005, fond OSM – Rayons 1500m, 3000m – En bleu : VS – base de données Air Lichens



**EVOLUTION DES PCDD/F + PCB-DL**

PCDD/F + PCB-DL	2018	2019	2020	2021	2022	2022/2021	Précisions
L1-Les Plagnes	1,8	1,7	2,0	2,8	1,8		
L3-Chedde	2,4	3,4	2,5	2,9	2,4		
L4-Près Chapeau	3,6	5,1	3,3	3,3	2,9		
L5-La Motte	3,9	3,2	3,4	3,0	3,6		
L6-Servoz	4,1	2,8	3,8	4,6	2,7	0,6	Baisse -40%
L7-Le Fayet	1,9	2,2	1,3	1,9	2,6		
L8-Ilettes	2,8	2,2	2,3	3,1	2,6		
<b>Somme L1 à L8</b>	<b>20,5</b>	<b>20,6</b>	<b>18,6</b>	<b>21,6</b>	<b>18,6</b>	<b>0,9</b>	<b>Stable</b>
L9-Site UVE					5,7		VS
L10-Nord D13					2,8		
<b>Somme L1 à L10</b>					<b>27,1</b>		
VS		> 4,2		> 4,1			

Les variations sont relativement identiques aux PCDD/F : L6-Servoz décroît, de 40% ;

L9-Site UVE est le seul repéré en 2022.

Stabilité de la somme d'ensemble au moyen terme (L1 à L8).



*Suez RV Energie  
Passy (74)*

*Dosages d'ETM dans les lichens*

*Résultats*



## Résultats des dosages des métaux dans les lichens 2022 (mg/kg)

**DÉPASSEMENT** Valeur significative selon la base de données Aair Lichens (B.d)

**À SURVEILLER**

**NON CONFORME ALERTE** Alerte d'emploi, en dehors des réglementations, pour les valeurs exceptionnelles suivant la B.d.

2022	Ni	Cr	Cu	As	Cd	Pb	Sb	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn
L1- Les Plagnes	1,3	2,4	7,0	0,8	0,05	1,7	0,24	1,8	0,33	25	0,05	<L.q	45
L3- Chedde	2,5	3,1	13,0	0,9	0,14	6,8	0,53	2,9	0,53	33	0,05	<L.q	63
L4- Près Chapeau	2,5	3,0	9,3	1,1	0,14	6,1	0,47	2,9	0,76	41	0,05	<L.q	96
L5- La Motte	2,0	3,0	11,4	0,8	0,10	8,9	0,44	2,5	0,39	28	0,10	<L.q	49
L6- Servoz	2,4	3,5	11,1	1,7	0,14	7,5	0,37	3,5	0,65	32	0,05	<L.q	49
L7- Le Fayet	3,2	5,8	10,0	1,2	0,11	8,2	0,34	2,9	0,57	37	<L.q	<L.q	51
L8- Ilettes	1,6	2,5	8,8	0,5	0,06	2,2	0,32	1,7	<L.q	34	<L.q	<L.q	57
L9- Site UVE	9,3	11,0	71,2	2,0	0,69	48,4	2,71	6,4	2,12	75	0,10	<L.q	383
L10- Nord D13	2,8	3,6	18,2	0,7	<L.q	6,6	0,53	2,7	<L.q	31	<L.q	<L.q	56
Valeurs repères	0,40-4,94	0,60-5,59	2,32-12,02	0,14-2,04	0,05-0,30	0,60-12,03	0,09-0,70	0,34-5,6	0,25-1,10	1,51-170	0,046-0,203	0,0	1,03-70,45
Première quartile Q1 25 % BOX	1,33	1,94	6,23	0,6	0,09	2,3	0,23	1,755	0,37	32,43	0,066	0,0	33,25
Troisième quartile Q3 75 %	2,6	3,66	9,64	1,1	0,1775	5,3	0,49	3,37	0,70	81,58	0,125	0,0	53,41
Valeur significative	> 4,9	> 5,6	> 12,0	> 2,0	> 0,30	> 12,0	> 0,70	> 5,6	> 1,10	> 170	> 0,20		> 70
Valeur atypique Haute													
À surveiller	50		200		0,70	70				1000	0,50		500
Valeur alerte			600		1,00	100					1,00		

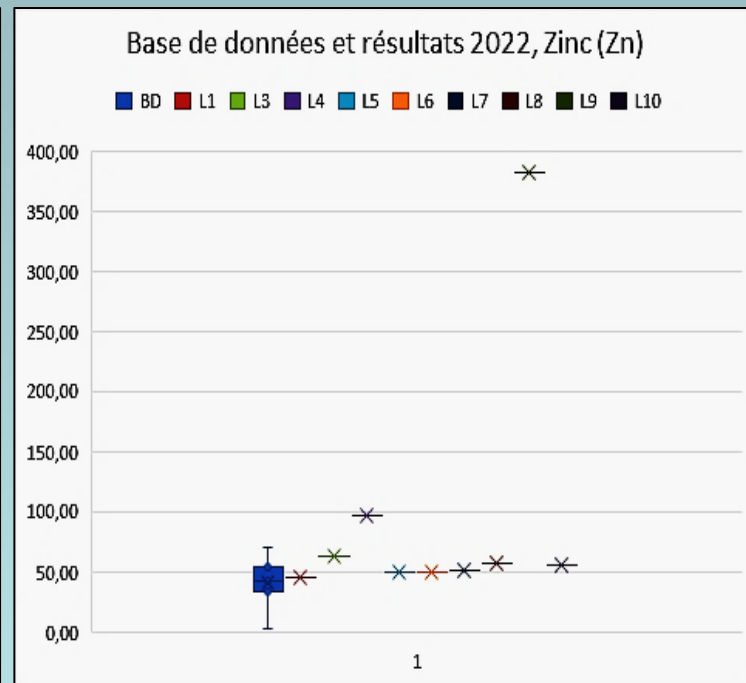
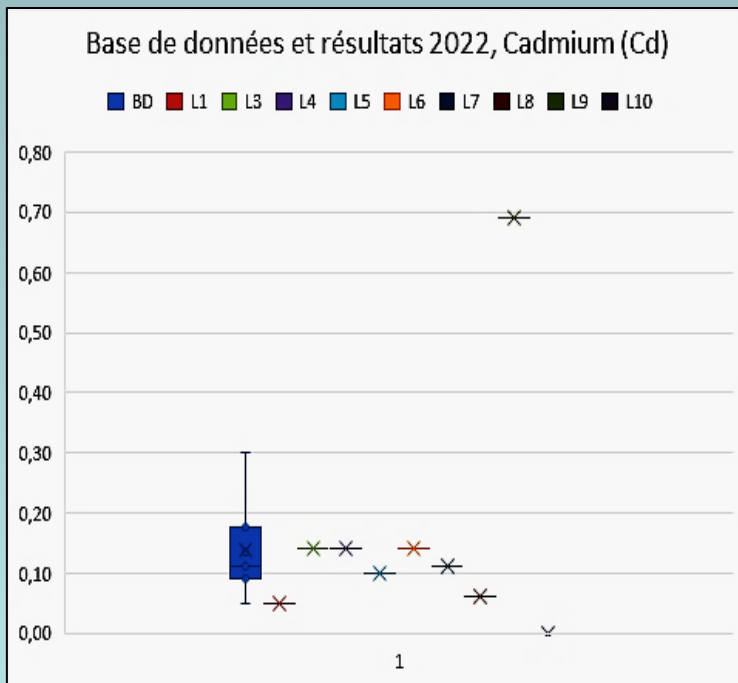
*L'atmosphère est peu chargée en éléments métalliques en dehors de L9, soumis à une logistique interne.*

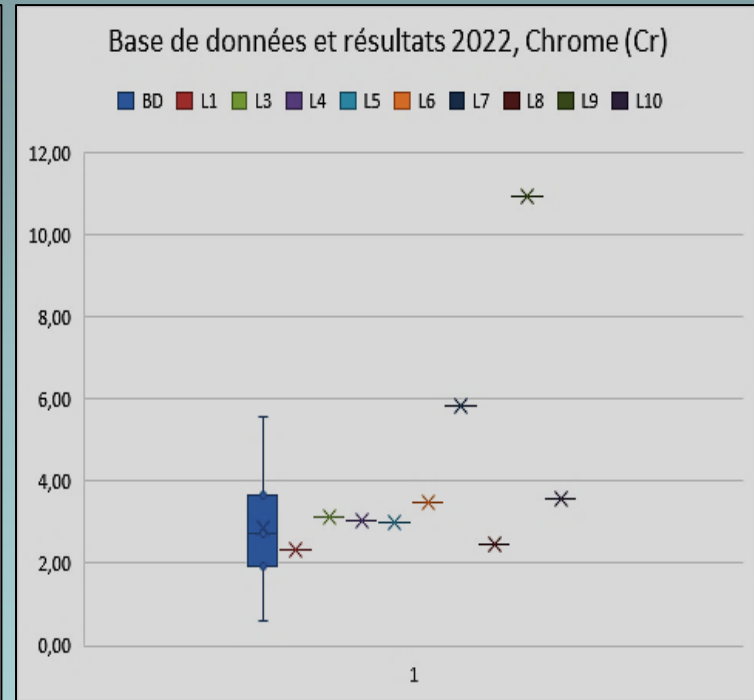
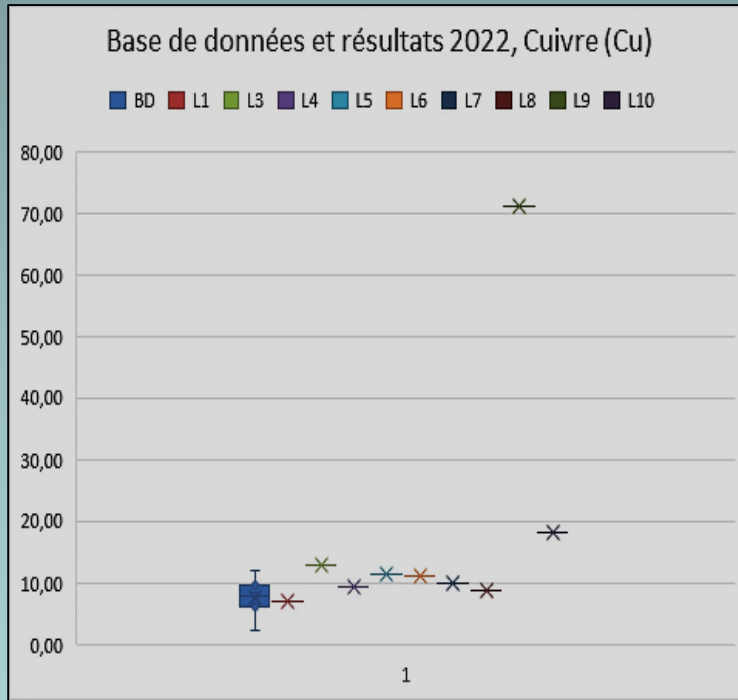


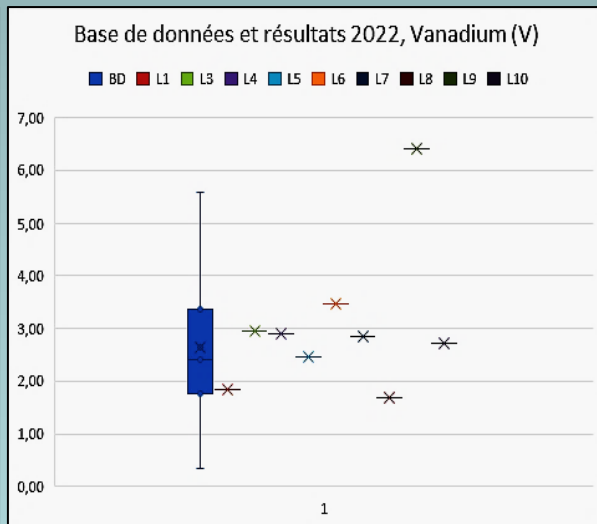
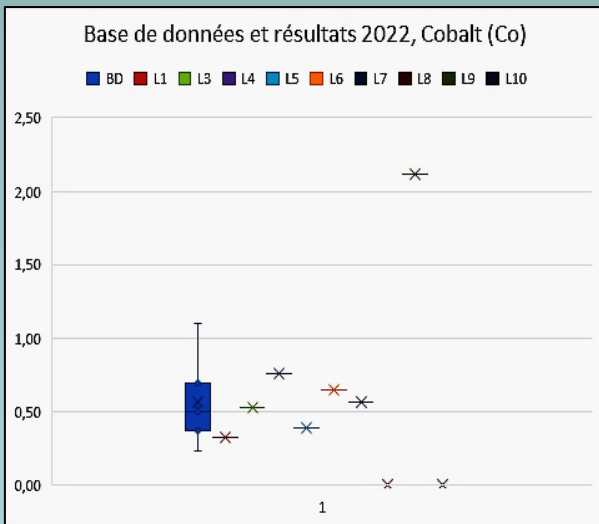
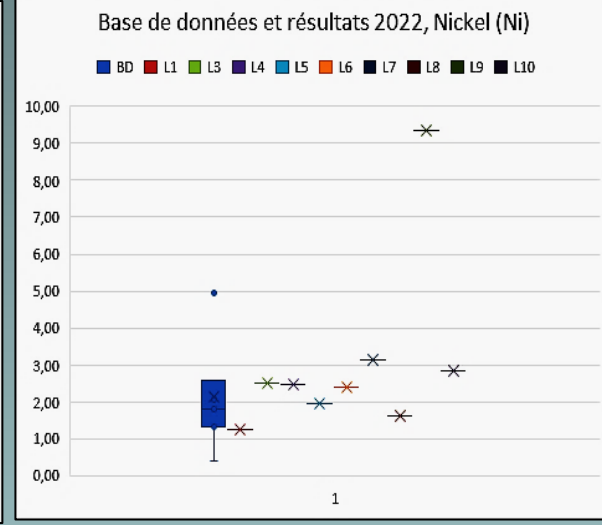
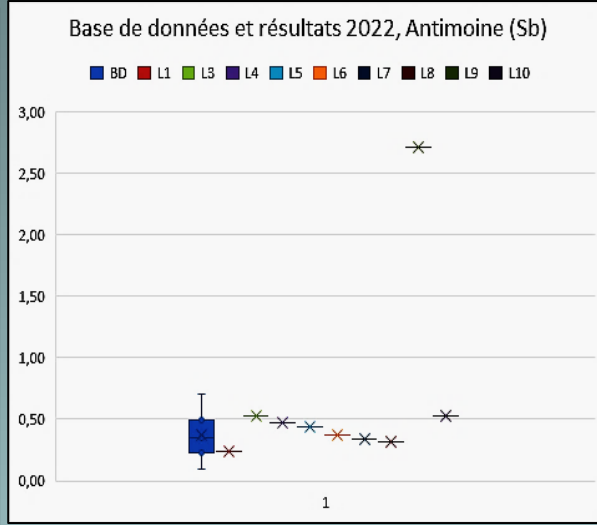
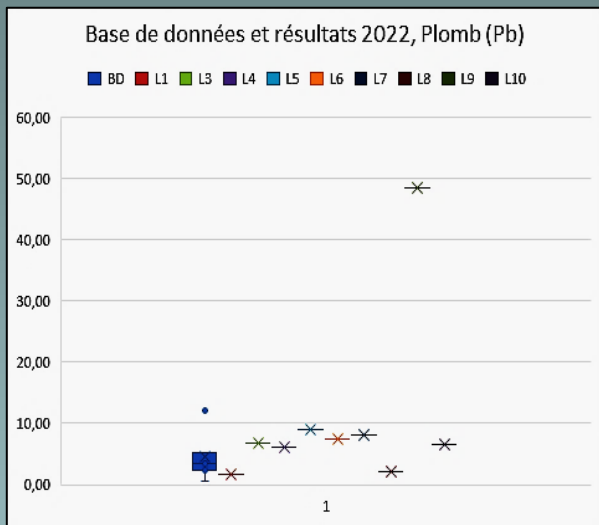
**Résultats 2022 des ETM dépassant les valeurs repères (significatifs) avec la base de données Aair Lichens, adaptation de la norme expérimentale XP X 43-910 de Juin 2020 (mg/kg) – graphiques boîte à moustaches.**

**Pb, Sb, Ni, Co, V.**

*Pb, Sb, Ni, Co, V : dépassement de L9 (Site UVE). Il est particulièrement plus élevé que les valeurs repères en Pb, Sb...*









*En synthèse les résultats des campagnes de surveillance présentent  
une reproductibilité fidèle*

*L'emplacement L9 interne est le plus exposé en 2022*

*La méthode est très fiable et la biosurveillance sera poursuivie en 2023*