



SydeVal

Rapport de surveillance annuelle

SYDEVAL(74)

Année 2024

Commission de Suivi de Site

UVE de MARIGNIER

15 octobre 2025

Contenu de la surveillance annuelle

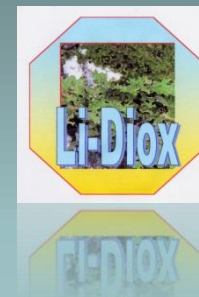
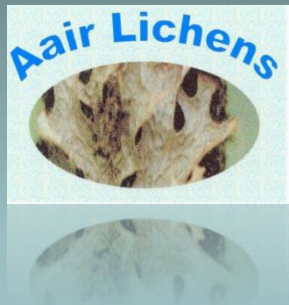
756 dosages (p 21 du rapport):

- de congénères de **Dioxines et Furanes** (17 congénères par emplacement)
- **PCB-DL** (12 PCB)
- **métaux** (13 métaux)

L'évolution de la réglementation européenne introduit les dosages de PCB-Dioxin Like

Analyse de ces trois catégories de substances dans 3 matrices :





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

Un procédé exclusif, fiable et sensible :
marque Li-Diox®





Le suivi de l'environnement

Méthodologie basée sur des procédés naturels

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.*

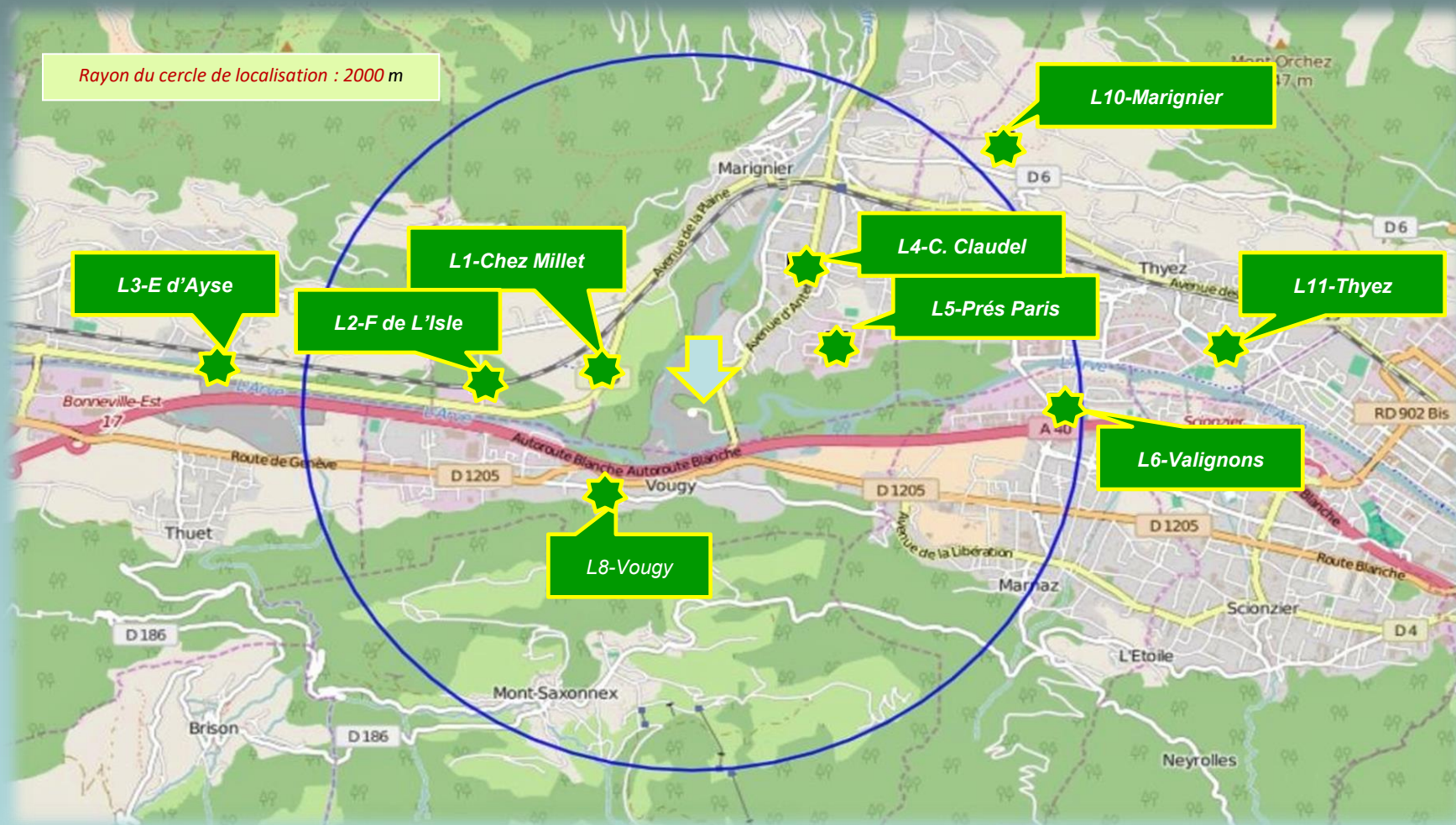
*Il est sensible, précis et réagit en amont
des risques d'impacts sanitaires.*

Pourquoi les lichens ?

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

2 – Retiennent métaux et substances organiques =>
Dosages : exposition aux molécules toxiques

3 – Le contenu interne en polluants est en équilibre
avec celui de l'air



SYDEVAL (74)

LOCALISATION DES PRELEVEMENTS DE LICHENS

Application du procédé exclusif Li-Diox®

 Aair Lichens	Diagnostic environnemental Expertises de la qualité de l'air Etudes d'impacts 17, rue des Chevretnes 44 470 CARQUEFOU Tél. 02 40 30 14 90 Mob.06 12 08 65 85	 Li-Diox®
--	--	--

Rayon du cercle de localisation : 2000 m

LEG BOURBON

JAUGE 3 BOURBON

JAUGE 2 C. CLAUDEL

LEG BOULEAU

JAUGE 1 F. DE L'ISLE

LEG F. DE L'ISLE



Sydeval



Diagnostic environnemental
Expertises de la qualité de l'air
Etudes d'impacts

17, rue des Chevrettes
44 470 CARQUEFOU
Tél. 02 40 30 14 90
Mob.06 12 08 65 85

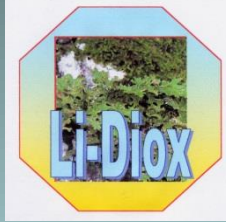
SYDEVAL (74)

Surveillance 2023

LOCALISATION : Jauges et végétaux



Sydeval



1 – Selon le bruit de fond => signature :

Bruit de fond : 2,0 ng/kg TEQ

Significativité > à 2,8 TEQ ng/kg OMS 1998.

***UNE SIGNATURE NE SIGNIFIE PAS QUE LES VALEURS SOIENT
SYNONYMES DE POLLUTION ALIMENTAIRE***

Ces interprétations sont le fruit des recherches menées par Aair Lichens

2 – Selon un seuil d'alerte : 20 ng/kg

Dosages de PCDD/F LICHENS ng/kg TEQ OMS 1998 - 2024

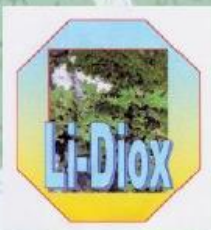


Seuil maximal admissible
Valeur alerte

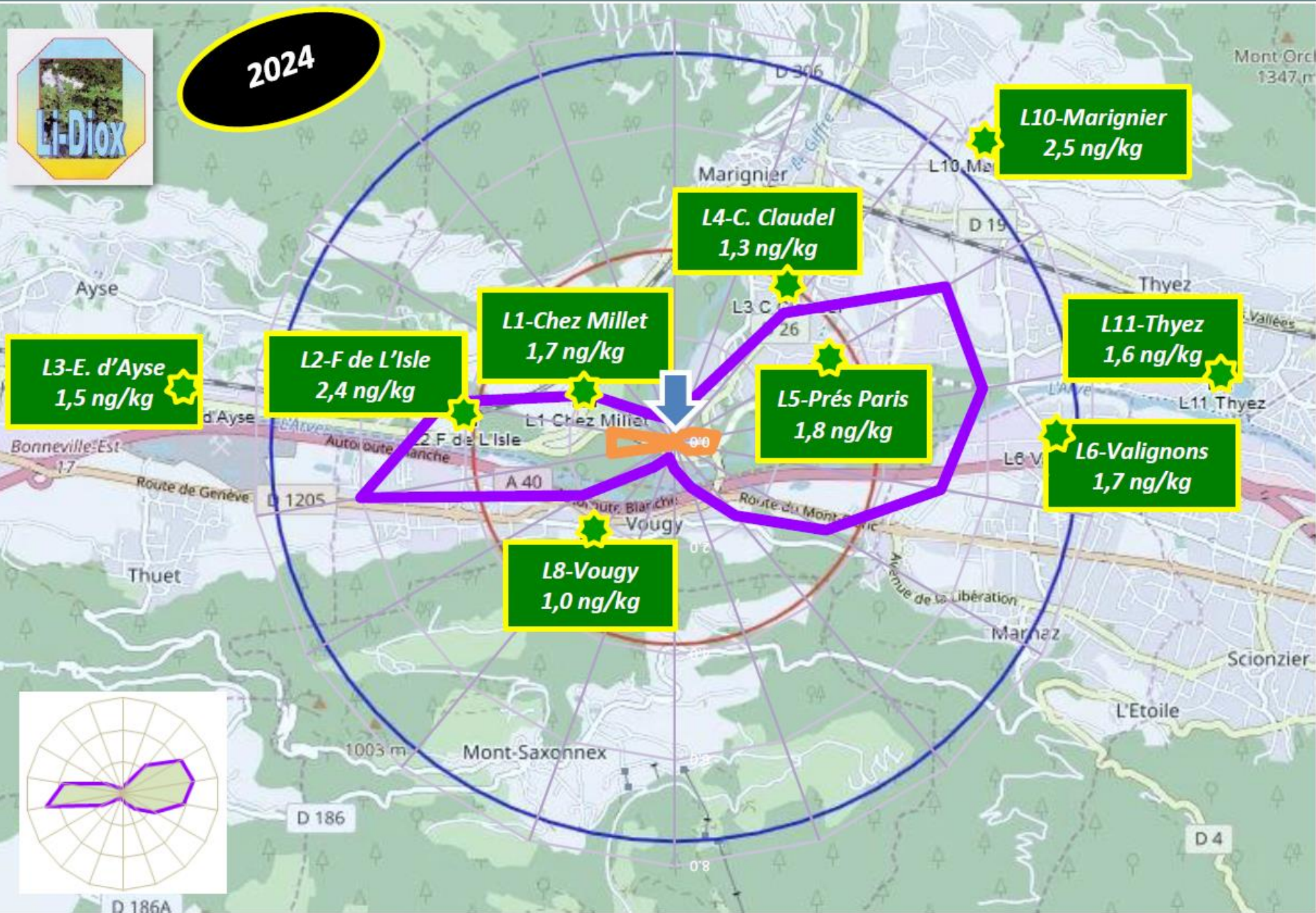
Limite déterminante
> 2,8

PCDD/F dans les lichens (ng/kg TEQ OMS 1998). par ordre de répartition

Aucune valeur n'est supérieure à 2,8 ng/kg TEQ (limite de significativité).



2024



2024 Localisation des résultats des **PCDD/F** dans les lichens (ng/kg OMS 1998)

Les évolutions sont étudiées sur la base des TEQ OMS 1998.

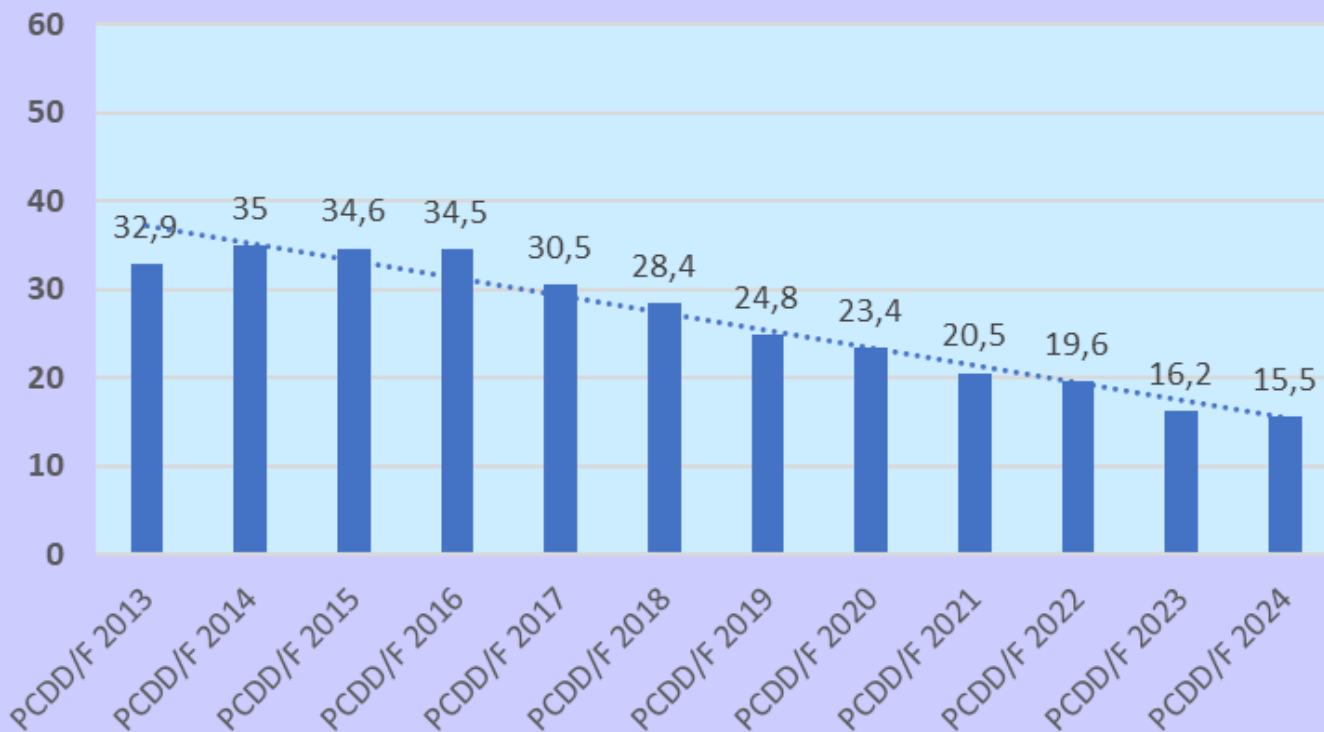
Emplacements	PCDD/F 2020	PCDD/F 2021	PCDD/F 2022	PCDD/F 2023	PCDD/F 2024	2024/2023	Précisions
L1-Chez Millet	5.9	4.4	4.3	2.5	1.7		Valeurs repères
L2-Ferme de l'Isle	2.9	2.0	1.3	1.9	2.4		Valeurs repères
L3-Etangs d'Ayze	1.7	1.8	1.7	1.9	1.5		Valeurs repères
L4-Camille Claudel	2.2	2.2	2.0	2.0	1.3		Valeurs repères
L5-Prés Paris	1.9	1.7	2.0	2.0	1.8		Valeurs repères
L6-Valignons	3.3	3.1	2.4	0.4	1.7		Valeurs repères
L8-Vougy	1.8	1.8	1.4	2.0	1.0		Valeurs repères
L10-Marignier	2.1	2.0	2.4	2.5	2.5		Valeurs repères
L11-Thyez	1.6	1.5	2.1	1.0	1.6		Valeurs repères
Somme	23.4	20.5	19.6	16.2	15.5	1,0	Stabilité de valeurs repères
VS	> 2,8						

Mise en parallèle des résultats des campagnes de mesures (ng TEQ/kg OMS 1998)

Les cellules bleutées sont attribuées aux valeurs significatives (déterminantes).

- 2020-2024 : L1-Chez Millet était remarqué jusqu'en 2022 ; L6-Valignons jusqu'en 2021 et L2-Ferme de l'Isle en 2020 ; les autres sont restés dans des valeurs de référence (= valeurs repères) au moyen terme au moins.
- 2014-2024 : la courbe d'inclination accentue la franche décroissance (Voir Résumé Visuel et fichiers d'exploitation des données en annexe de ce rapport pour plus de détails).

Somme des retombées PCDD:F, ng/kg TEQ OMS 1998



Evolution de la somme des retombées, en ng/kg TEQ OMS

2013 / 2024 : la courbe de tendance affiche une baisse franche au long terme. La valeur 2024 est la plus faible depuis 2013.



PCB-Dioxin Like (PCB-DL)

Résultats PCDD/F + PCB-DL

Analyse des PCB-DL dans les lichens



Sydeval

Rappel des
valeurs
significatives
2023

Emplacements	PCDD/F ng/kg	PCB-DL ng/kg	PCDD/F + PCB-DL ng/kg
L1-Chez Millet	1.6	1.0	2.6
L2-Ferme de l'Isle	2.2	0.9	3.1
L3-Etangs d'Ayse	1.3	1.6	3.0
L4-Camille Claudel	1.1	1.6	2.8
L5-Prés Paris	1.7	1.0 1,6	2.7
L6-Valignons	1.5	1.2 1,6	2.7
L8-Vougy	0.9	0.6	1.5
L10-Marignier	2.3	1.2	3.4
L11-Thyez (Témoin urbain)	1.5	1.0	2.5
Valeurs repères	0,6 - 2,8	02 - 1,3	0,86 - 4,1
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 somme PCDD/F + PCB-DL ne montre aucun point où la significativité apparaît (> 4,1 ng/kg).

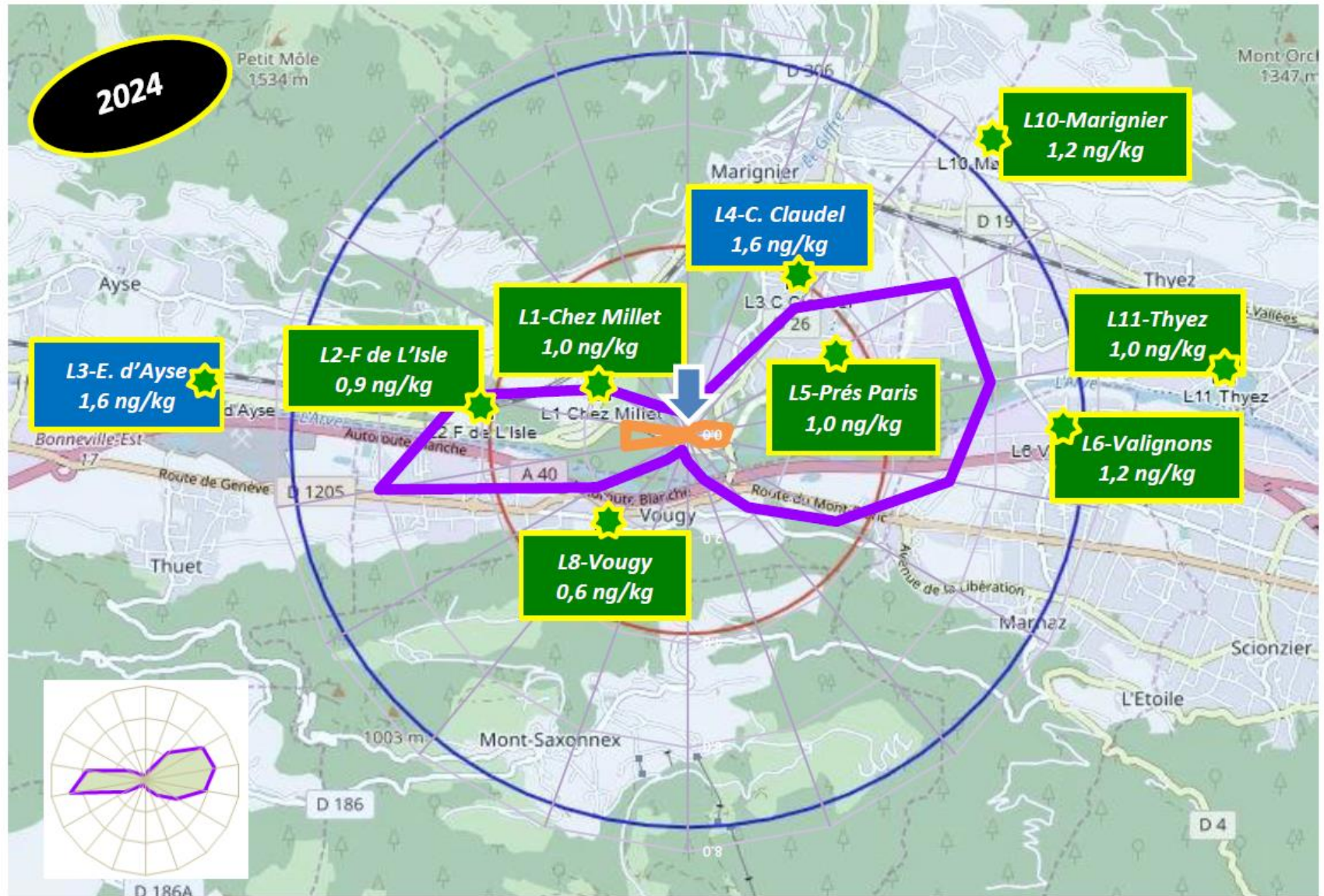
Aucune valeur n'est élevée et la valeur de 20 ng/kg n'est pas atteinte.

Répartition des PCB-DL

PCB-DL dans les LICHENS
ng/kg TEQ OMS 2005



Sydeval



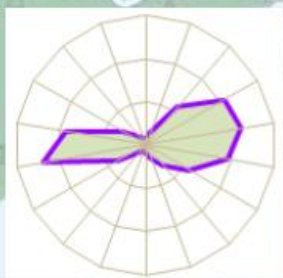
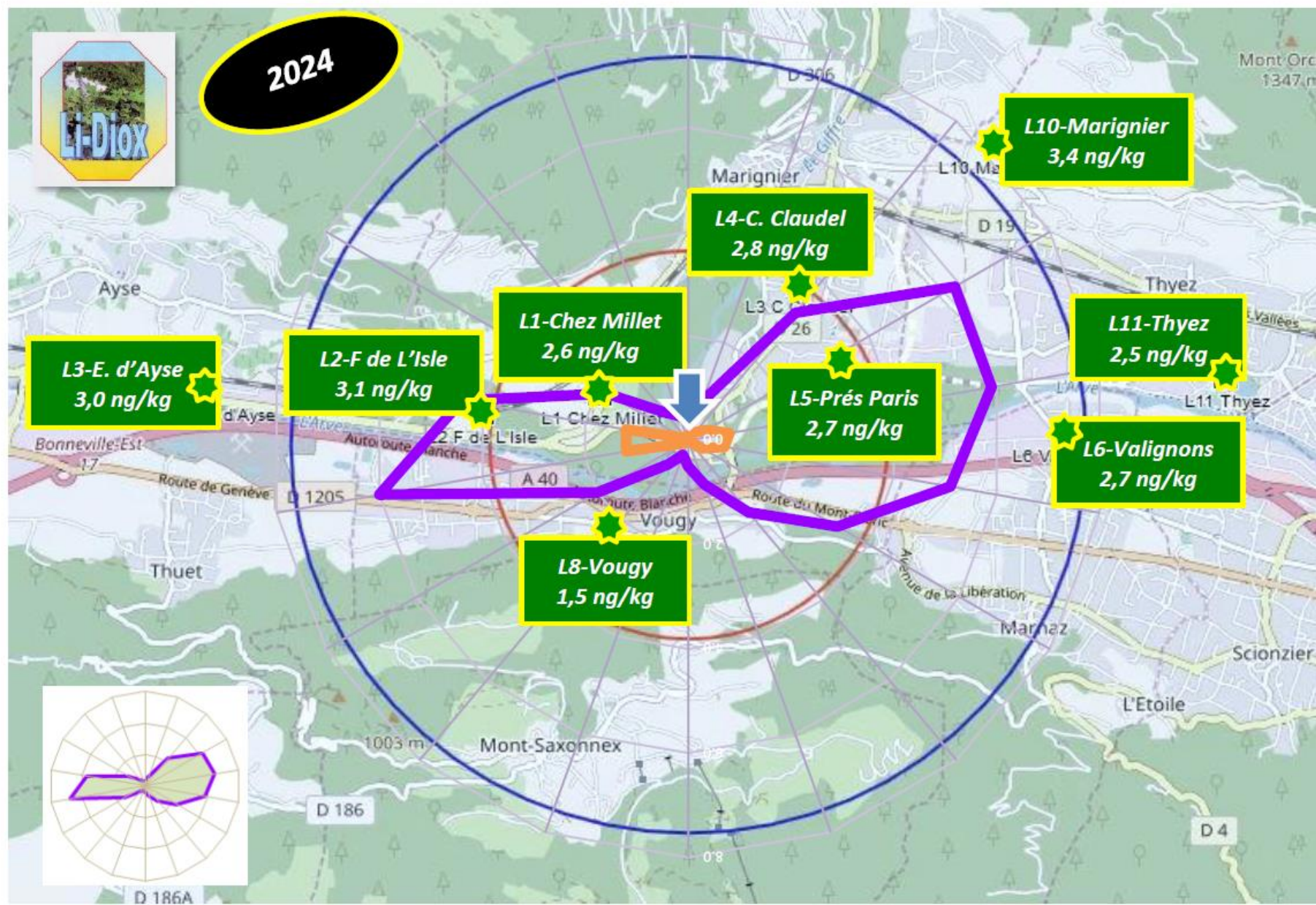
PCDD/F + PCB-DL - LICHENS
ng/kg TEQ OMS 2005



Sydeval



2024



D 186A

EVOLUTION DES PCDD/F + PCB-DL

PCDD/F + PCB-DL	2020	2021	2022	2023	2024	2024/2023	Précisions
L1-Chez Millet	6.9	4.6	5.3	3.5	2.6		Valeurs repères
L2-Ferme de l'Isle	3.9	2.7	2.1	2.4	3.1		Valeurs repères
L3-Etangs d'Ayze	2.4	2.3	2.5	3.2	3.0		Valeurs repères
L4-C Claudel	4.3	3.3	3.7	3.9	2.8		Valeurs repères
L5-Prés Paris	2.7	2.3	2.6	3.2	2.7		Valeurs repères
L6-Valignons	4.7	4.5	3.5	2.1	2.7		Valeurs repères
L8-Vougy	2.6	2.3	2.8	2.8	1.5		Valeurs repères
L10-Marignier	2.9	2.5	3.3	3.1	3.4		Valeurs repères
L11-Thyez	2.8	2.5	3.2	2.0	2.5		Valeurs repères
Somme	33.2	27.0	29.0	26.2	24.3	0.9	Stabilité de valeurs repères
VS	> 4,1						

Evolution des PCDD/F + PCB-DL en ng/kg TEQ OMS 2005

En bleu : VS – selon la base de données Air Lichens

SYDEVAL

Marignier (74)

*Dosages dans les 2 matrices
complémentaires : Végétaux et Jauges Owen*

Résultats PCDDF et PCB-DL

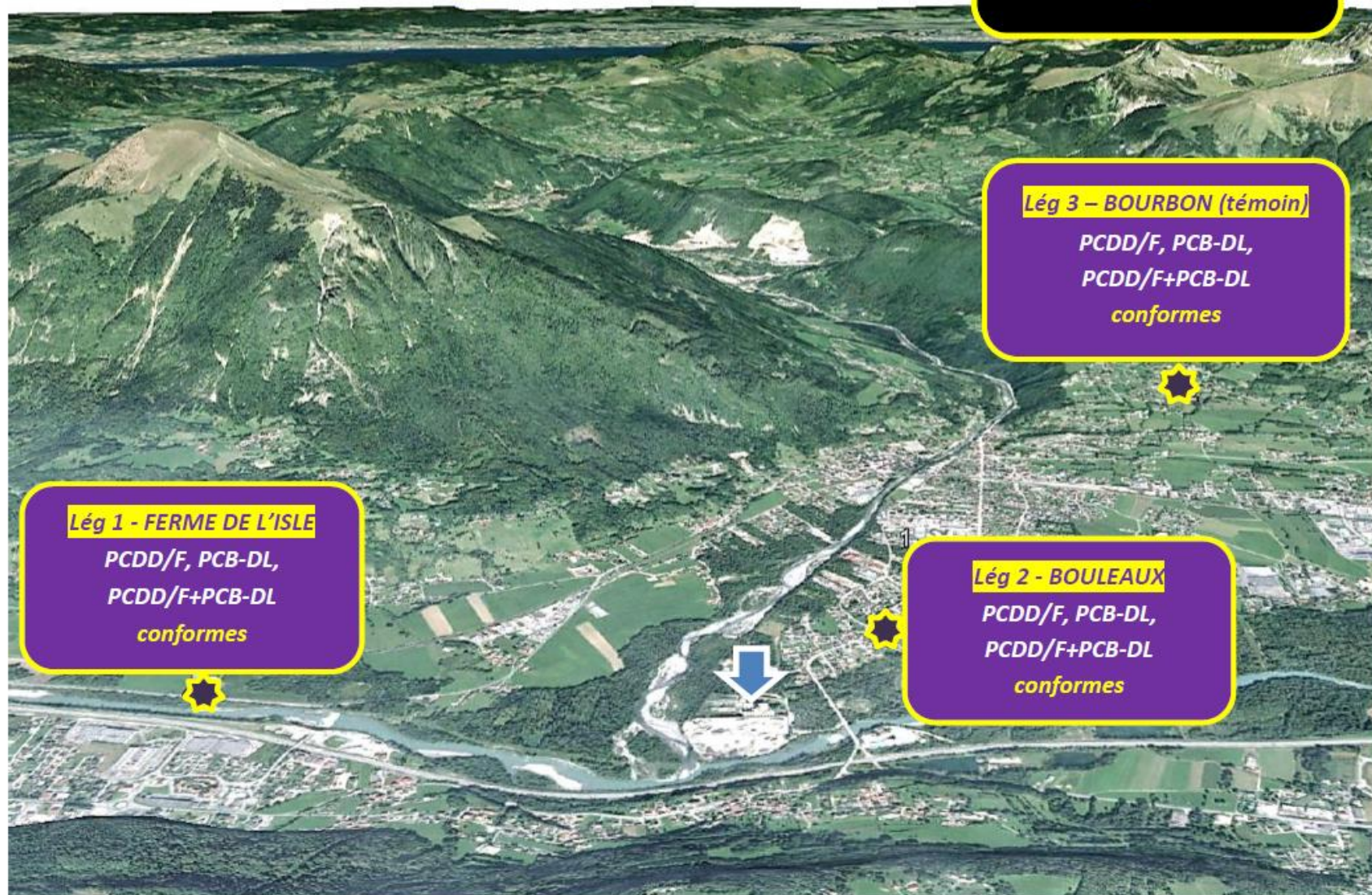
ng/kg TEQ OMS 2005 MB	PCDD/F	PCB-DL	PCDD/F + PCB-DL
Aériens			
Lég 1-Ferme de l'Isle	0,030	0,016	0,046
Lég 3-Bourbon T	0,030	0,016	0,046
Persistants			
Lég 2-Bouleaux	0,031	0,064	0,096
Lég 3-Bourbon T	0,052	0,022	0,075
Racinaires			
Lég 1-Ferme de l'Isle	0,030	0,016	0,046
Lég 3-Bourbon T	0,030	0,016	0,046
Seuil d'intervention réglementaire UE 2014/663	0,30	0,10	0,40 (extrapolation)

Résultats des mesures dans les végétaux, ng/kg TEQ OMS 2005 MB (Matière Brute)
Réglementation : recommandation UE 2014/663 Seuil d'intervention – vérifié 17.12.2024

► PCDD/F, PCB-DL et PCDD/F + PCB-DL :

En 2024, les résultats sont tous conformes au seuil d'intervention de la recommandation UE 2014/663 (vérifié 17.12.2024), que ce soit en PCDD/F, PCB-DL ou extrapolation PCDD/F + PCB-DL.

PCDD/F, PCB-DL
PCDD/F + PCB-DL
Légumes



Lég 1 - FERME DE L'ISLE

PCDD/F, PCB-DL,
PCDD/F+PCB-DL
conformes

Lég 3 – BOURBON (témoin)

PCDD/F, PCB-DL,
PCDD/F+PCB-DL
conformes

Lég 2 - BOULEAUX

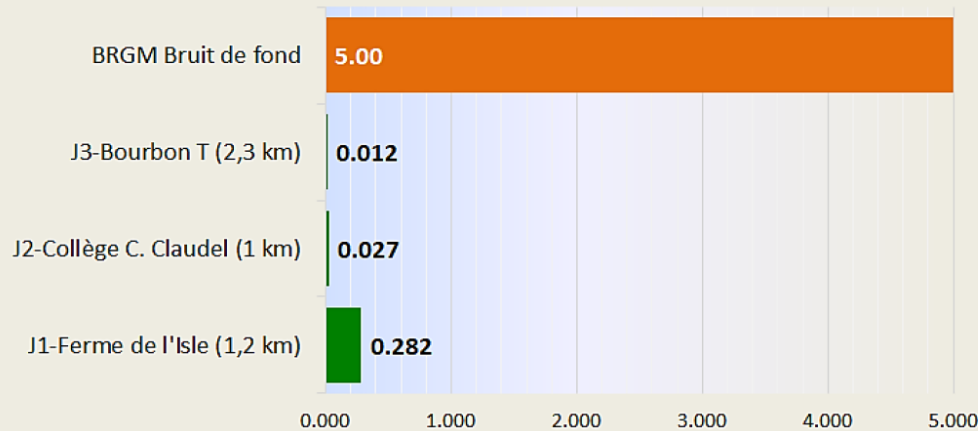
PCDD/F, PCB-DL,
PCDD/F+PCB-DL
conformes

PCDD/F dans les eaux de pluie

Résultats et références **PCDD/F**



JAUGES- PCDD/F, pg/m²/jour TEQ OMS 1998 - 2024



Résultats des mesures de PCDD/F dans les jauges Owen en pg/m²/jour TEQ OMS 1998

Jauges owen



BRGM 1999 : 5 pg/m²/jour est considéré comme la limite pour l'absence d'introduction de PCDD/F dans l'alimentation des bovins, par rapport au risque pour les produits laitiers. Ceci était basé sur le calcul : un bovin à l'herbe consomme 1 ha / an de prairie. Des retombées < 5 pg/m²/jour garantissaient l'absence de risque.

pg TEQ/m ² /jour	Retombées atmosphériques totales en PCDD/F en bruit de fond urbain et rural Norme NF X43-014:11-2017 Novembre 2017		
	Bruit de fond <u>urbain</u>	Bruit de fond rural	Données prenant en compte les 17 dioxines et furanes les plus toxiques
PCDD/F pg TEQ /m ² /j	1,7 / 2,3	1,0 / 1,6	
	Proximité source (<100m)	Environnement impacté (entre 100 et 500m)	
PCDD/F pg TEQ /m ² /j	< 15,2	< 3,6	

PCDD/F dans les eaux de pluie

Résultats et références **PCDD/F + PCB-DL**



Jauges owen

Jauges- PCDD/F + PCB-DL, pg/m²/jour TEQ OMS 1998 - 2024

BRGM Bruit de fond PCDD/F (seulement)

5.00

J3-Bourbon

0.01

J2-C. Claudel

0.09

J1-Ferme de l'Isle

0.47

0.00 1.00 2.00 3.00 4.00 5.00

Résultat des mesures de PCDD/F + PCB-DL dans les jauges, pg/m²/jour TEQ OMS 1998



► La somme des retombées de PCDD/F + PCB-DL pour toutes les jauges est bien en-deçà de l'objectif cité par le BRGM qui ne présentait que les PCDD/F seuls.



*SYDEVAL.
Marignier (74)*

Dosages de métaux (ETM).

Métaux (ETM) DANS LES LICHENS

Emplacements	Ni	Cr	Cu	As	Cd	Pb	Sb	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn	Charge totale
L1-Chez Millet	3.36	5.53	39.18	0.69	0.44	3.95	1.04	3.46	0.84	47.97	0.10	< L.q	96.44	203.00
L2-Ferme de l'Isle	2.65	5.21	9.82	0.54	0.10	4.47	0.34	2.95	0.49	27.60	0.10	< L.q	36.30	90.57
L3-Etangs d'Ayze	3.99	8.88	18.70	1.08	0.09	10.90	1.08	4.42	0.94	56.81	0.09	< L.q	431.95	538.93
L4-C Claudel	2.24	3.30	16.33	0.38	0.10	3.34	0.24	1.81	0.38	21.87	0.05	< L.q	54.58	104.62
L5-Prés Paris	5.34	6.82	25.91	0.60	0.09	6.31	0.93	3.44	0.97	33.89	0.19	< L.q	81.15	165.64
L6-Valignons	4.73	7.56	22.68	0.83	0.24	4.10	2.00	3.76	0.83	38.83	0.10	< L.q	128.93	214.59
L8-Vougy	1.26	1.87	11.47	0.28	0.28	1.78	0.14	1.54	0.33	26.12	0.05	< L.q	48.97	94.09
L10-Marignier	3.57	5.56	13.04	0.82	0.10	5.27	0.39	4.01	0.68	115.17	0.10	< L.q	50.43	199.14
L11-Thyez	2.00	3.32	16.80	0.59	0.05	2.83	0.44	2.64	0.49	26.95	0.10	< L.q	41.89	98.10
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	0,23-1,10	3,51-170	0,046-0,203	0,0	3,03-70,45	
VS BD	> 4,9	> 5,6	> 12,0	> 2,0	> 0,30	> 12,0	> 0,70	> 5,6	> 1,10	> 170	> 0,20		> 70	

Selon la base de données Aair Lichens :

En bleu : Valeur significative (VS) = limite au-dessus de laquelle des retombées sont affirmables

En orange : Valeur à surveiller

En rouge : Valeur alerte



Sydeval

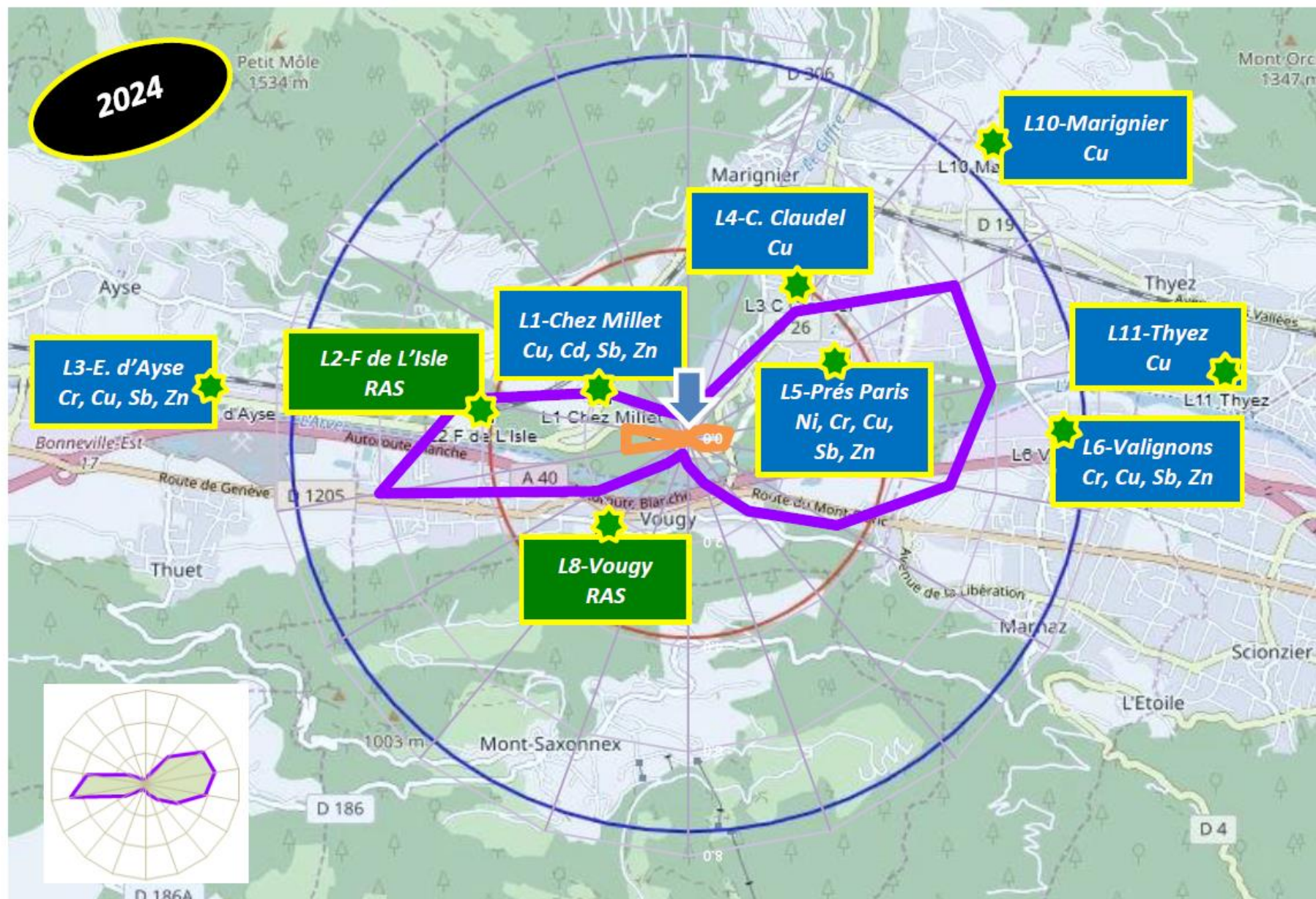
- 6 ETM sont déterminés : Ni, Cr, Cu, Cd, Sb, Zn.
- L3-Etangs d'Ayze est annuellement le plus chargé en masse, entraîné par ses valeurs en Zn.
- L5-Prés Paris possède le plus d'ETM VS (5 sur 13) suivi de L1-Chez Millet, L3-Etangs d'Ayze et L6-Valignons (4 VS chacun). Par ailleurs, le Cu peut être noté sur L4, L10 et L11 pour lesquels seul cet ETM est remarqué.
- Le Cu, souvent dû aux déplacements, est le plus répandu (7 emplacements), suivi de Sb et Zn.
- La présence de chrome et du zinc est très probablement liée au décolletage local.
- Le Zn de L3-Etangs d'Ayze décroît après deux années en teneurs de vigilance tout en restant fort.
- Le Hg qui avait été repéré sur L5-Prés Paris en 2022 et 2023 répond à des valeurs repères en 2024.

ETM VS dans les LICHENS



Sydeval

2024



	2022	2023	2024	2024/2023	Evolution
L1-Chez Millet	201	84	203	2.4	HS
L2-Ferme de l'Isle	86	101	91	0.9	Stable
L3-Etangs d'Ayze	655	857	539	0.6	Baisse -40%
L4-C Claudel	110	109	105	1.0	Stable
L5-Prés Paris	142	182	166	0.9	Stable
L6-Valignons	170	187	215	1.1	Stable
L8-Vougy	98	91	94	1.0	Stable
L10-Marignier	142	98	199	2.0	HS
L11-Thyez	97	120	98	0.8	Stable
Total	1701	1829	1709	0.9	Stable

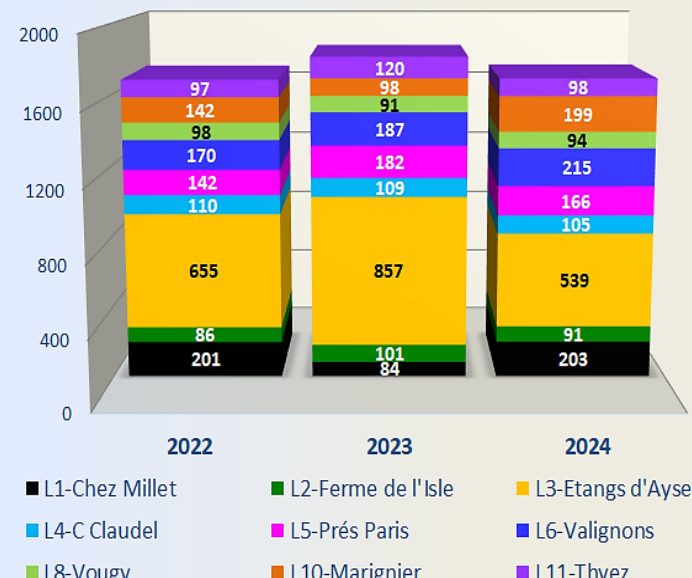
Evolution de la charge métallique (mg/kg)

► La charge totale en ETM est globalement stable sur les trois dernières campagnes avec néanmoins des évolutions individuelles comme L3 qui baisse de 40% (lié à son Zn).



Evolution de la charge métallique dans les lichens

Evolution de la charge métallique totale LICHENS (mg/kg)



(Métaux) ETM dans les végétaux.



	Cd	Pb	Ni	Cr	Cu	As	Sb	V	Co	Mn	Hg	Tl	Zn
Végétaux 1 : Ferme de l'Isle													
Aériens LF	0.031	< L.q	0.17	< L.q	2.34	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	3.60	< L.q	< L.q	9.00
Racinares LR	0.009	< L.q	< L.q	< L.q	1.10	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	0.83	< L.q	< L.q	2.54
Végétaux 2 : Bouleaux													
Persistants HF (FH)	< L.q	< L.q	0.23	< L.q	6.18	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	4.80	< L.q	< L.q	10.56
Végétaux 3 : Bourbon Témoin													
Aériens LFruit	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	0.36	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	1.24	< L.q	< L.q	2.38
Racinares LR	0.023	< L.q	0.13	< L.q	1.09	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	4.96	< L.q	< L.q	3.07
Persistants HF (FH)	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	2.59	< L.q	< L.q	< L.q	< L.q	8.37	< L.q	< L.q	7.15

Dosages des métaux dans les végétaux (mg/kg MB)

- ☀ Les métaux considérés comme les traceurs traditionnels des UVE présentent des teneurs de base quand ils sont détectables.
- ☀ La plupart des ETM dans les végétaux alimentaires sont inférieurs aux limites de quantification du laboratoire.
- ☀ Aucune retombée métallique ne peut objectivement être à ce jour rattachée à une source identifiable.

►Le règlement 2023/915 concerne les teneurs maximales pour certains contaminants dans les denrées alimentaires (consolidé 22.07.2024).

En fonction des teneurs maximales de ce règlement : **les taux sont conformes.**

A noter : Pour les métaux dosés, seuls Cd et Pb sont réglementés.

Lég

Lég

Lég

ETM VS
Légumes

2024

Lég 1 - FERME DE L'ISLE
RAS / Conformes

Lég 3 - BOURBON
RAS / Conformes

Lég 2 - BOULEAUX
RAS / Conformes



Métaux (ETM) : dans les jauges



Sydeval

	Ni	As	Cd	Pb	Hg	Tl	Zn
J1-Exposé Ferme de l'Isle $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	3.3	0.82	0.09	6.7	0.11	0.11	55
J2-Exposé C. Claudel $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	0.3	0.07	0.01	0.3	0.11	0.11	8
J3-Témoin Bourbon $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	0.2	0.11	0.01	0.2	0.11	0.11	11
Référence allemande TA Luft 2002 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$	15,00	4,00	2,00	100,00	1,00	2,00	400,00 V Suisse

Résultats en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. En jaune : dépassement Bruit de fond rural / En orange : du BF urbain.

	Cr	Cu	Sb	Co	Mn	V	TOTAL
J1-Exposé Ferme de l'Isle $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	7.44	15.7	1.02	0.74	47	5.09	142.9
J2-Exposé C. Claudel $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	0.30	2.6	0.13	0.03	1	0.27	13.1
J3-Témoin Bourbon $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$	0.35	3.0	0.16	0.05	1	0.28	16.4

- Les résultats indiquent que la Jauge 1-Ferme de l'Isle est la plus élevée en masse.
- Les retombées métalliques sont inférieures ou correspondent à des teneurs de fond rurales pour les Jauges 2 et 3. Cependant, certains dépassements de bruits de fonds (ruraux ou urbains) sont notés sur la jauge 1 en 2024 (cellules jaunies pour un dépassement du BF rural et orangées pour dépassement de BF urbain).

Les retombées métalliques, en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$, sont conformes aux valeurs de références allemandes ou suisses.

Dépassement de bruits de fond selon la Norme NF X43-014 :11-2017 pour la Jauge 1 en Ni, Cr, Cu, As. Le Hg dépasse les bruits de fond de la Norme sur les 3 jauges. Ceci rappelle des possibilités d'interférences.

La Biosurveillance de la qualité de l'air

Aair Lichens : le spécialiste des méthodes lichéniques



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 2008

Dr Richard Lallemant – Conseil Scientifique associé. Chercheur enseignant Issu de l'Université de Nantes

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