



SURVEILLANCE DE L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL AU VOISINAGE DE DEUX CENTRES DE TRAITEMENT PAR INCINÉRATION

THONON-LES-BAINS
PROGRAMME DE MESURES 2019

N. CLAVERI, Responsable d'études

Contexte de l'étude

■ Motivation

Mise en application des arrêtés du 20 septembre 2002 concernant l'incinération et la co-incinération des déchets. Dans le cas particulier des centres d'incinération de Thonon-les-Bains, des prescriptions sont définies dans l'arrêté préfectoral du 03 décembre 2010.

■ Objet

L'objectif du Plan de Surveillance Environnemental (PSE) est d'évaluer l'impact des centres d'incinération de Thonon sur l'environnement et de son évolution au cours du temps.

■ Traceurs visés

- Les dioxines/furannes (PCDD/F) ;
- Les PCB-DL ;
- 14 métaux (As, Cd, Cr, Cr VI, Co, Cu, Mn, Hg, Ni, Pb, Sb, Tl, V et Zn).

■ Déroulement

Surveillance annuelle sur plusieurs compartiments de l'environnement, prélèvements de légumes et de sols le 09 octobre 2019 et installation des collecteurs de précipitations pour 2 mois d'exposition (du 09 octobre au 04 décembre 2019).

Les différentes méthodes de surveillance mises en œuvre

Mise en application d'une ou plusieurs méthodes d'investigation dont les résultats croisés permettent de fournir un avis sur la situation de l'environnement autour des installations surveillées

Mesures avec un système de mesures spécifique (SMS)

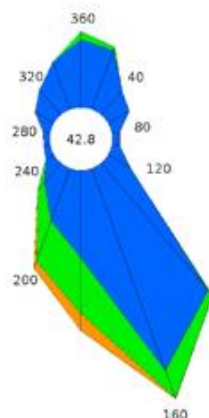
- Jauges pour la mesure des retombées atmosphériques

Mesures utilisant le milieu environnant (UME)

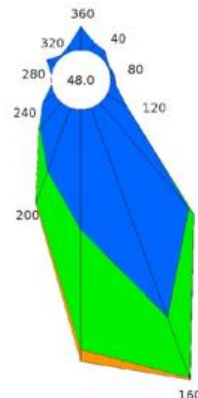
- la chaîne alimentaire (lait, légumes-feuilles, -tiges et -racinaires et plantes aromatiques)
- les sols



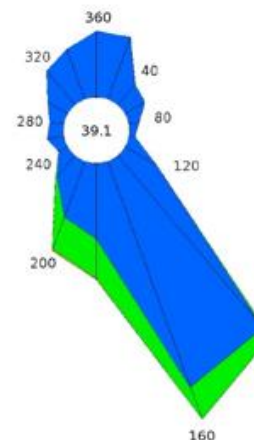
Conditions d'exposition des stations de mesures



Sol



Collecteurs de
précipitations



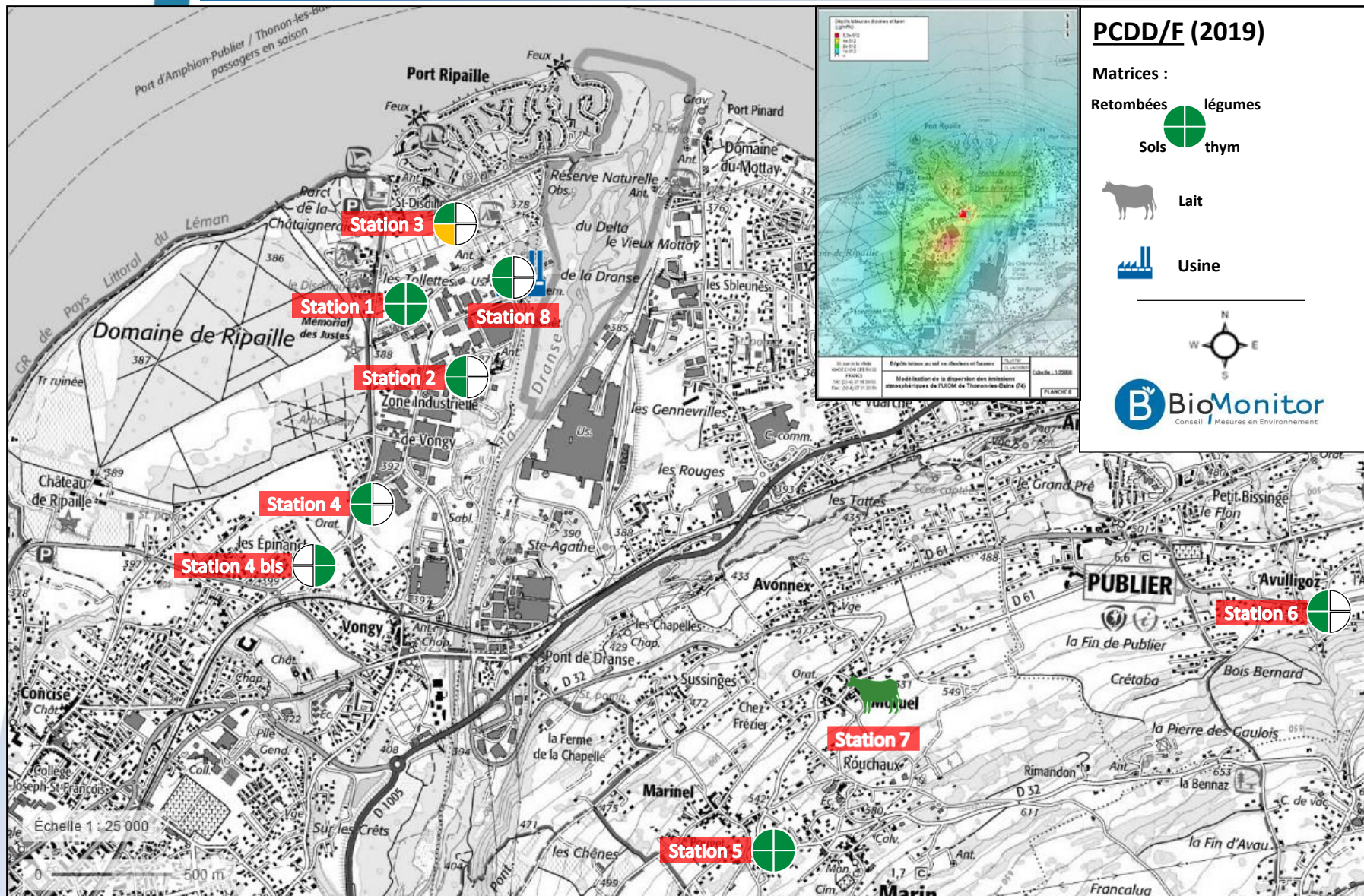
Légumes

Stations	Distance/ Source (km)	Origine des vents	Taux d'exposition des stations aux vents		
			du 09/10/18 au 09/10/19 (sols)	du 09/10/19 au 04/12/19 (jauges)	du 09/07/19 au 09/10/19 (légumes)
1 – Jardins familiaux	0,6	70°	2,8 %	0,7 %	2,6 %
2 – Société Brelat	0,3	30°	7,9 %	1,6 %	7,7 %
3 – Camping du Léman	0,5	130°	17,1 %	17,6 %	22,0 %
4 – Jardin Todesco	1,1	30°	7,9 %	1,6 %	7,7 %
4 bis – Jardin Peillex	1,7	40°	6,5 %	1,0 %	6,1 %
5 – Jardin Lacroix	2,6	340°	8,4 %	1,7 %	8,7 %
6 – Jardin Delalle	3,6	290°	2,5 %	0,6 %	3,6 %
7 – Exploitation Floret	2,2	320 °	5,5 %	0,9 %	6,4 %
8 – STEP/UIOM	Sur site	-	-	-	-

3 niveaux d'interprétation :

- 1) Comparaison des résultats aux **points témoins représentatifs du bruit de fond local** (stations 5 et 6), stations à l'abri des vents en provenance des installations. Elle permet l'étude qualitative de l'impact de l'émetteur sur les autres zones d'étude (présence/absence) ;
- 2) Comparaison des résultats **aux valeurs interprétatives** (d'ordre bibliographique) et/ou **aux valeurs de gestion** disponibles (d'ordre réglementaire). Elle permet de juger de l'intensité de l'impact constaté (absence, faible ampleur, forte ampleur) ;
- 3) Comparaison aux **valeurs historiques** qui permettent d'évaluer la tendance observée dans l'environnement.

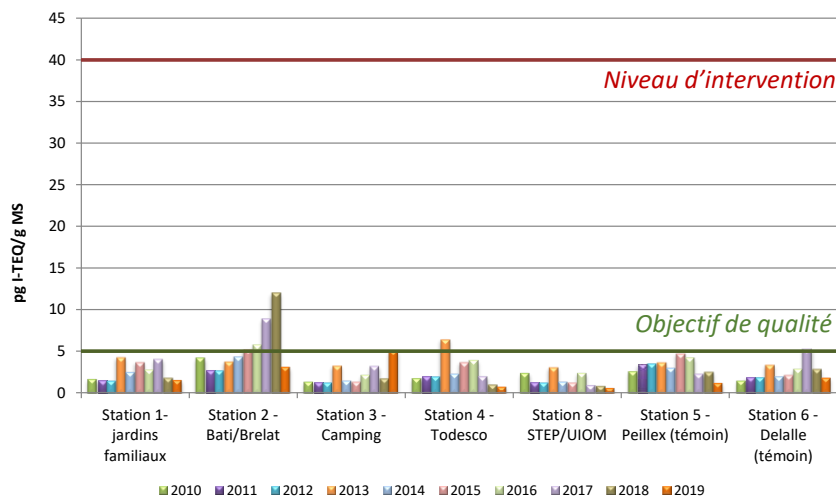
Les analyses de PCDD/F – Résultats 2019



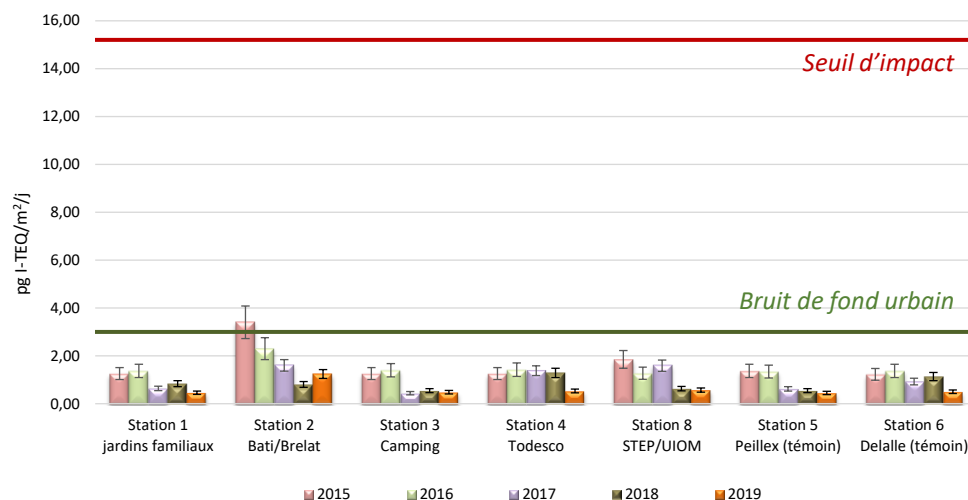
■ Valeurs de fond
 ■ Dépassements bruit de fond
 ■ Dépassements valeurs de gestion / valeurs fortes
 Non mesuré

Les analyses de PCDD/F – Evolution des résultats

Sol



Retombées

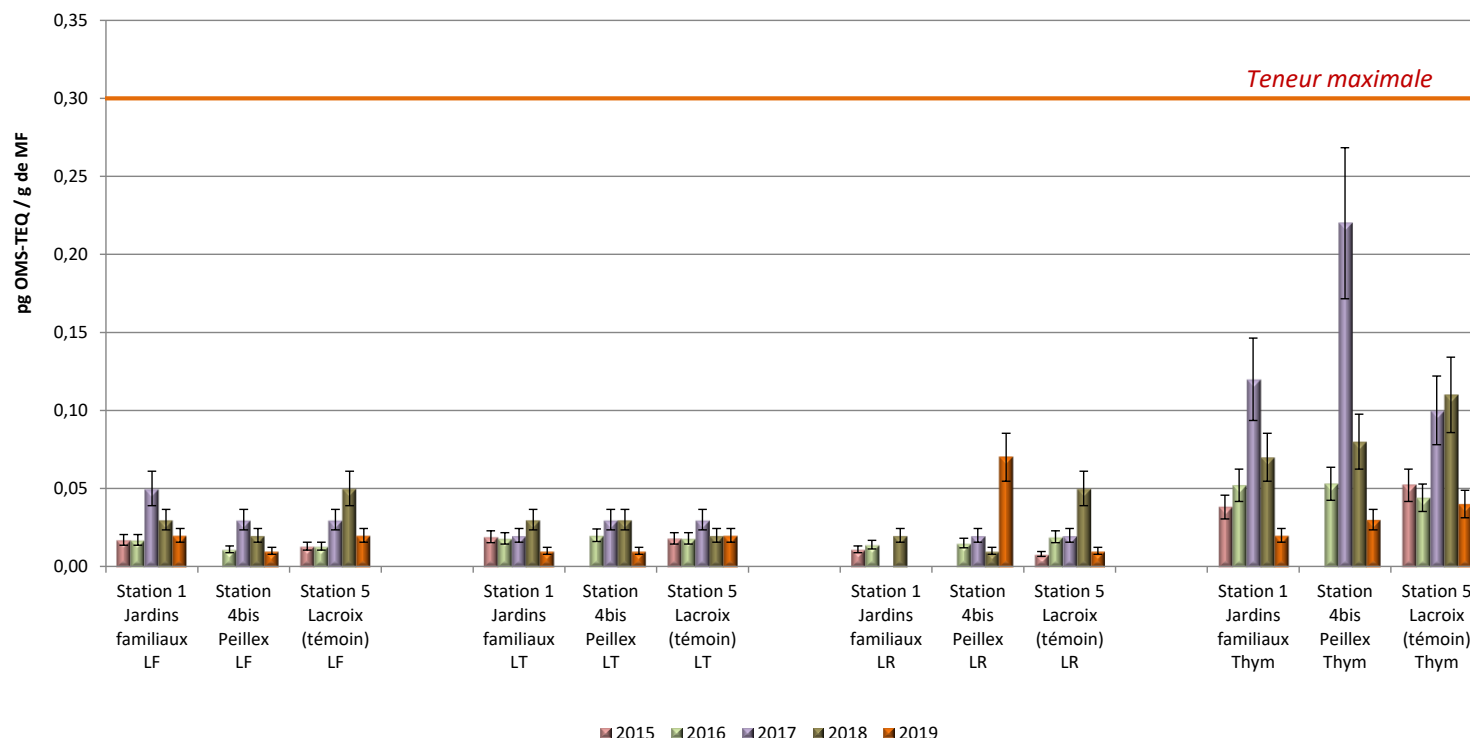


- Concentrations équivalentes ou inférieures à l'objectif de qualité depuis 2010.
- Baisse de la concentrations sur la station 2, déplacement de la station.
- **Ensemble des concentrations inférieures au niveau d'intervention.**

- Concentrations du même ordre de grandeur que les stations témoins.
- Concentrations plus élevées sur la station 2, mais en diminution depuis 2015.
- **Ensemble des concentrations inférieures aux seuils de retombées.**

Les analyses de PCDD/F – Evolution des résultats

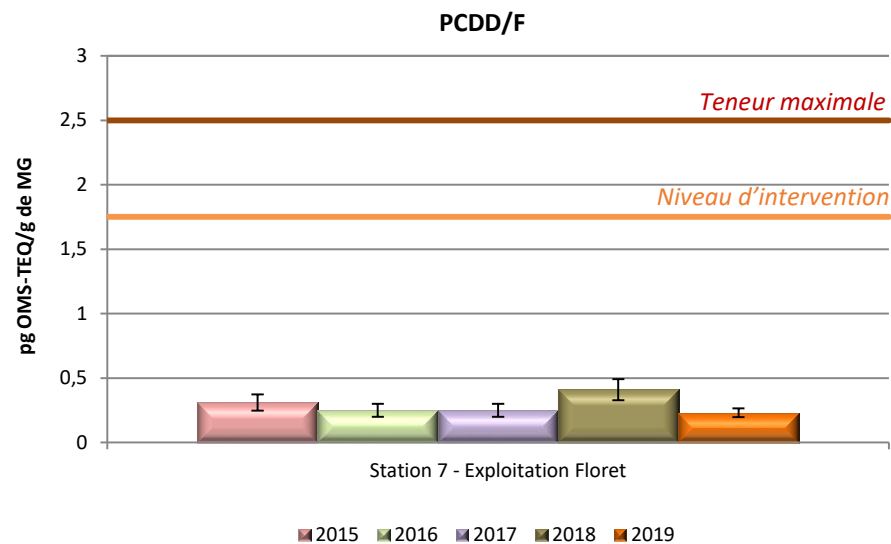
Légumes et thym



- Légumes : concentrations globalement faibles, de l'ordre de celle de la station témoin à l'exception des LR sur la station 5 (témoin) en 2018 et sur la station 4bis en 2019.
- Thym : concentrations plus variables et plus marquées de l'ordre des concentrations mesurées sur la station témoin à l'exception de la station 4 bis (Jardin Peillex) en 2017.
- Ensemble des concentrations inférieures à la teneur maximale.

Les analyses de PCDD/F – Evolution des résultats

Lait

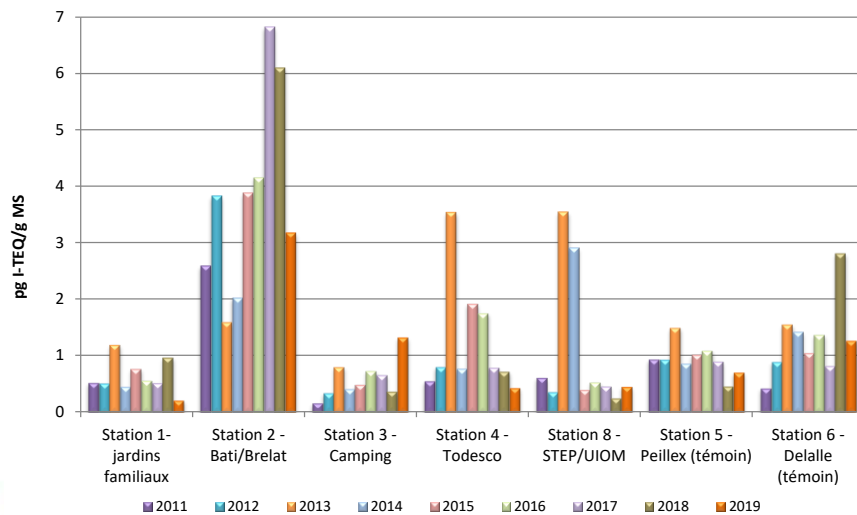


→ Lait : teneurs homogènes

→ Ensemble des concentrations inférieures aux niveaux d'intervention / teneurs maximales.

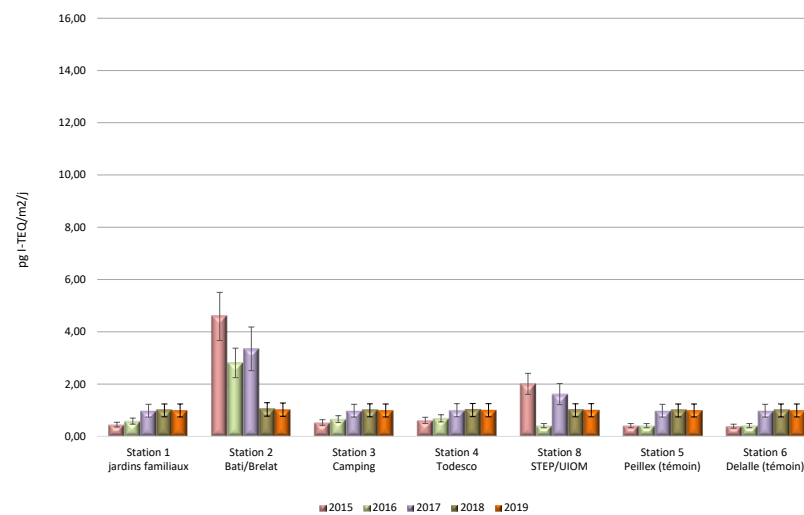
Les analyses de PCB-DL – Evolution des résultats

Sol



- Station 2 (sté Bati/Brelat) en zone industrielle, la plus marquée.
- Station d'impact (1, 3, 4 et 8) ≈ stations témoins (5 et 6) hormis pics ponctuels.

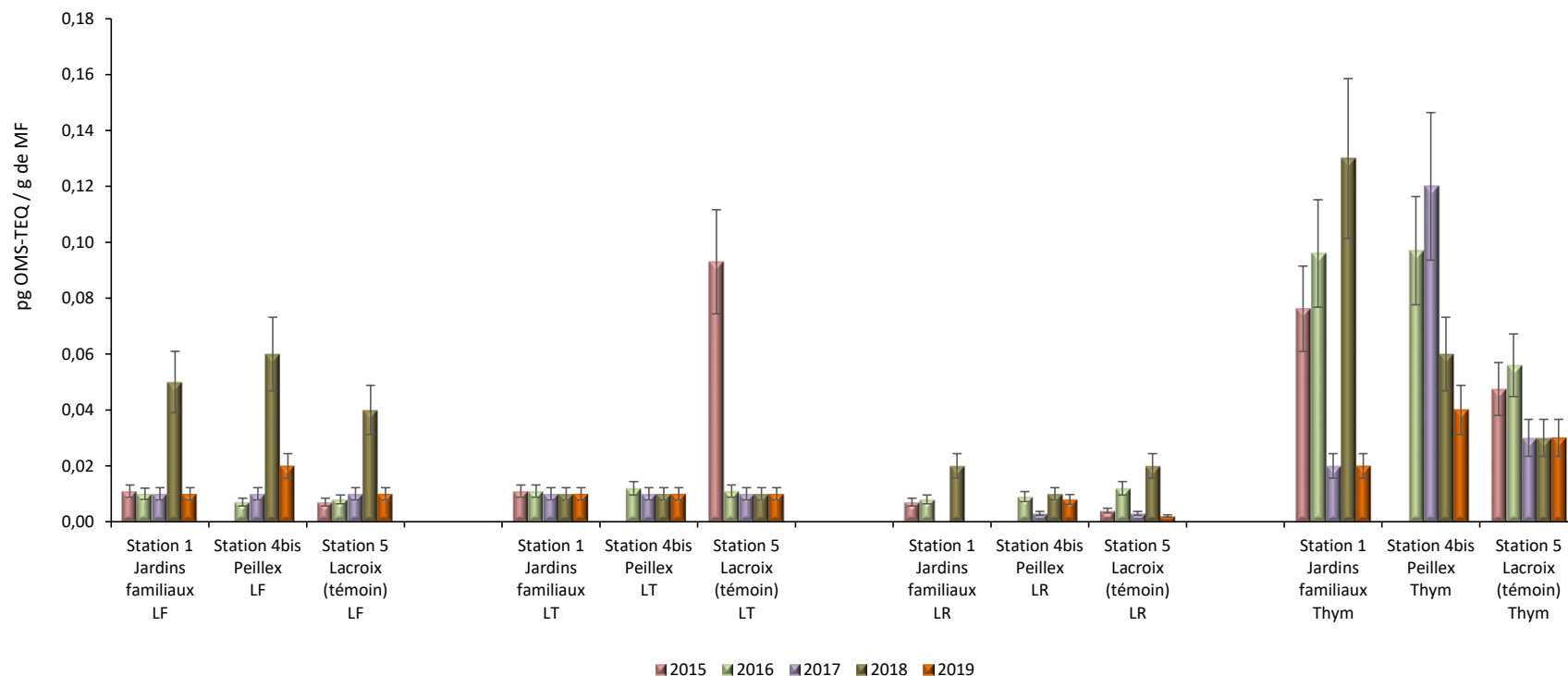
Retombées



- Teneurs plus marquées sur la station 2 en 2015, 2016 et 2017 puis amélioration.
- Depuis, l'ensemble des stations d'impact potentiel présentent des concentrations ≈ aux stations témoins

Les analyses de PCB-DL – Evolution des résultats

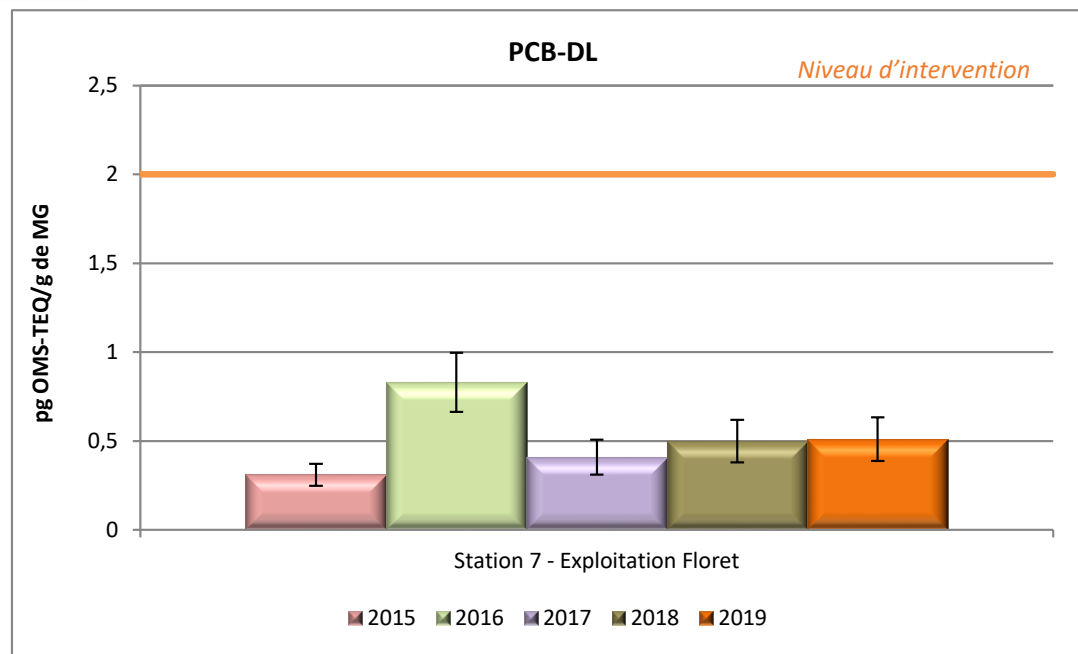
Légumes et thym



- Légumes : concentrations mesurées sur les stations potentiellement impactées sont du même ordre de grandeur que la station témoin.
- Thym : concentrations plus marquées. En 2019, les concentrations sont du même ordre de grandeur que la station témoin. Amélioration de la situation sur la station 1 et diminution des teneurs sur la station 4bis depuis 2016.

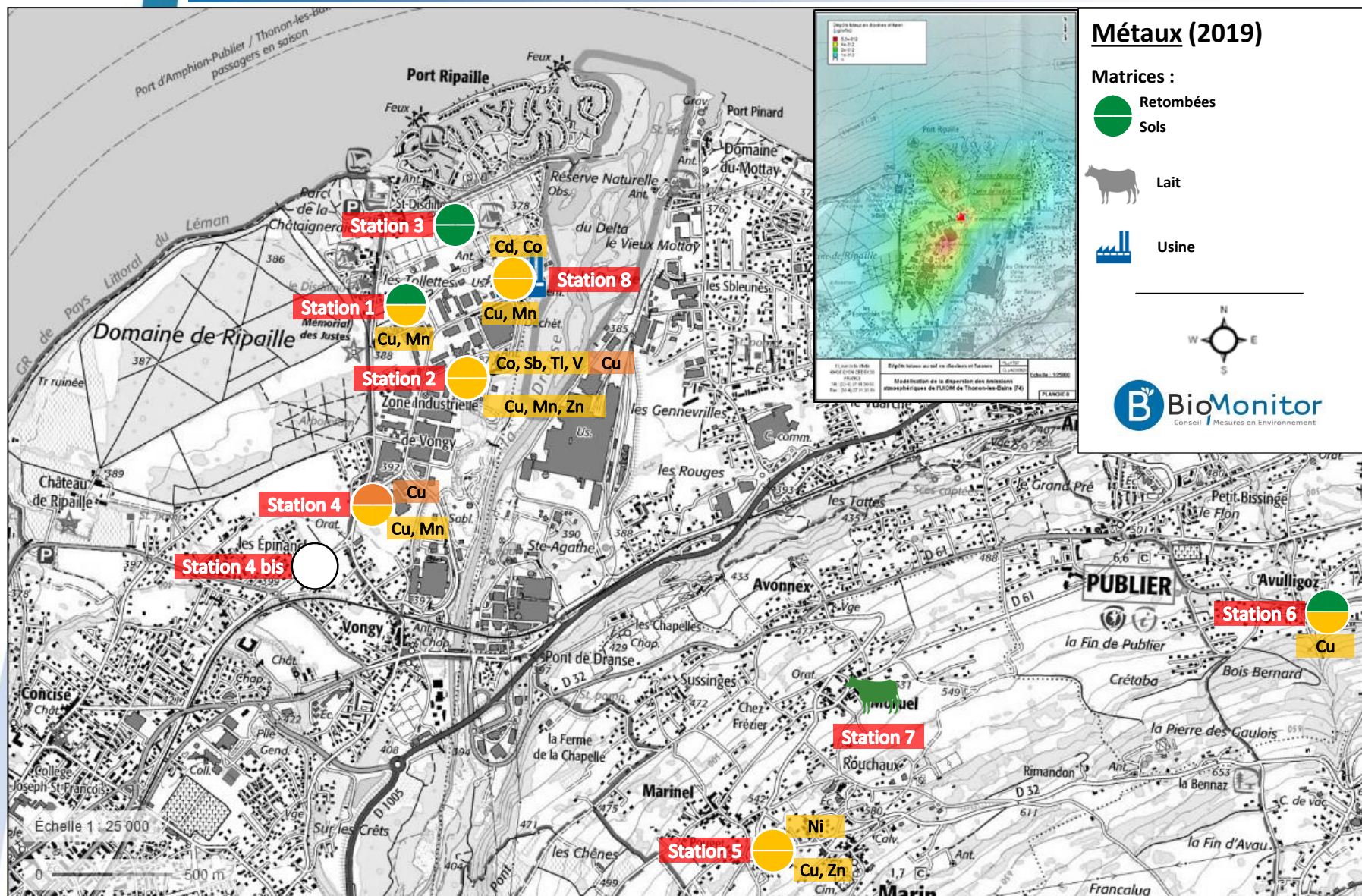
Les analyses de PCB-DL – Evolution des résultats

Lait



→ Lait : teneurs relativement homogènes et inférieures aux niveaux d'intervention.

Les analyses de métaux – Résultats 2019



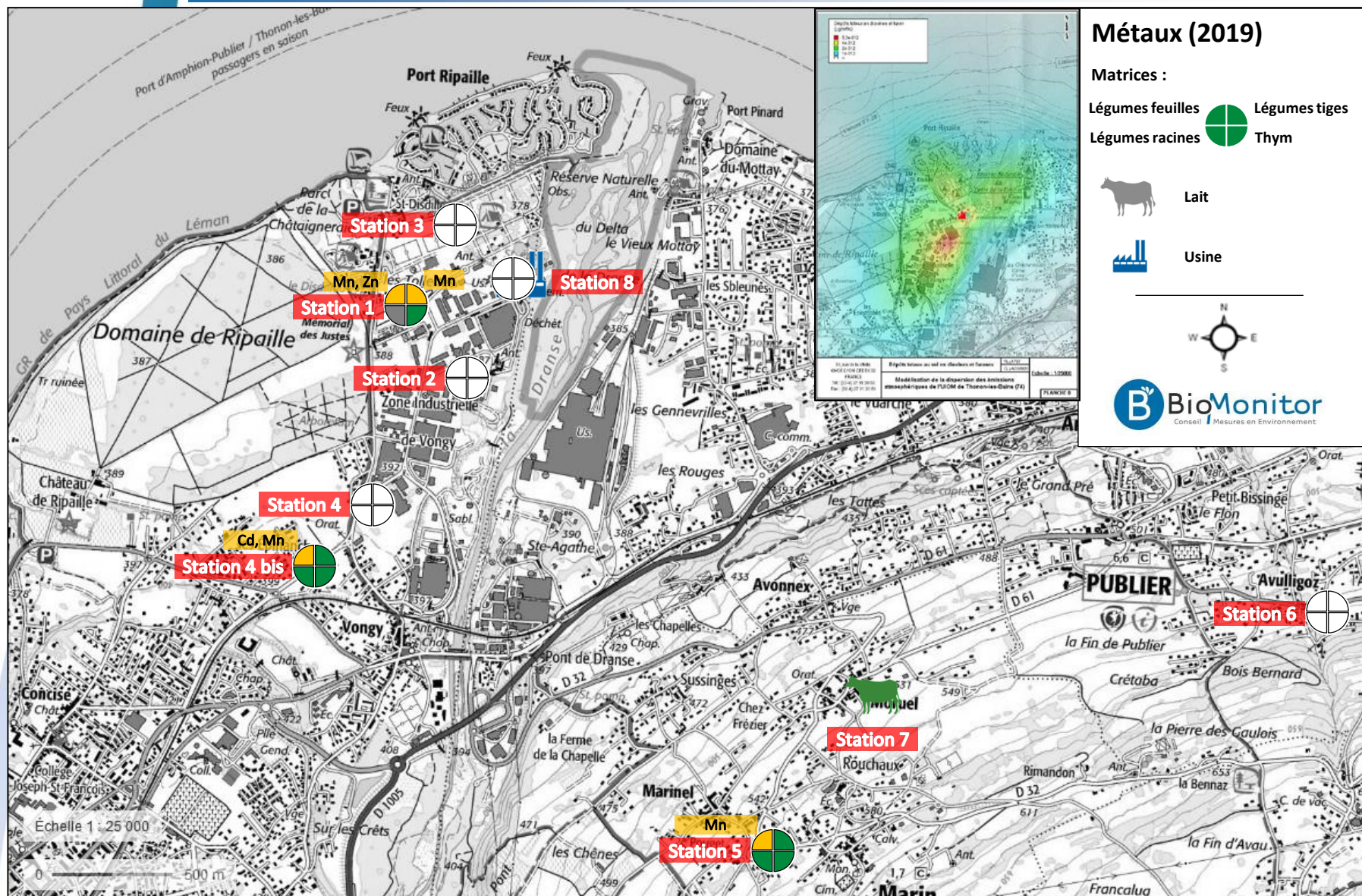
■ Valeurs de fond

■ Dépassements
bruit de fond

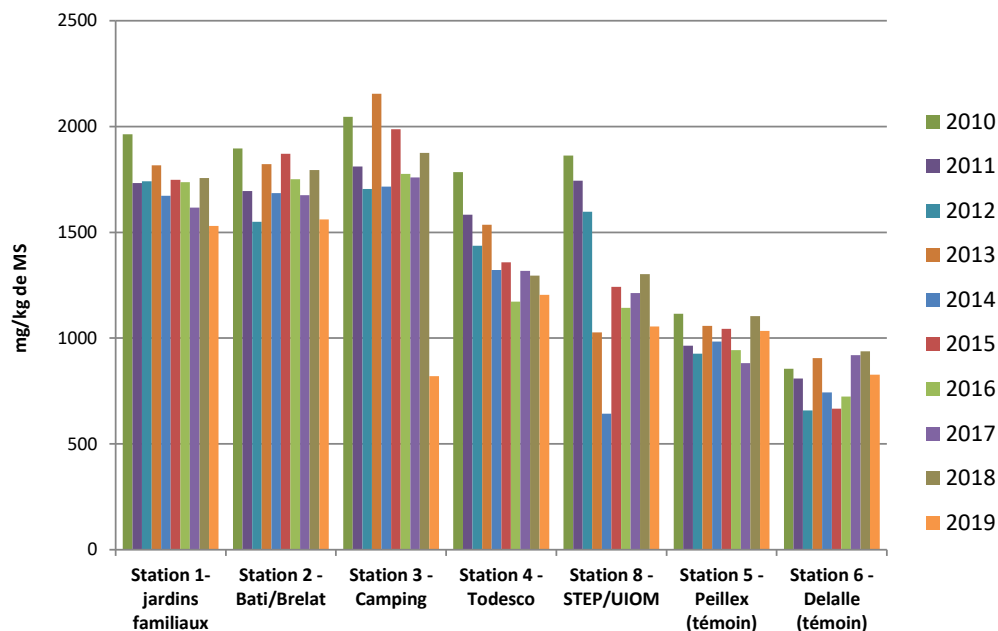
■ Dépassements valeurs de gestion
/ valeurs fortes

□ Non mesuré

Les analyses de métaux – Résultats 2019

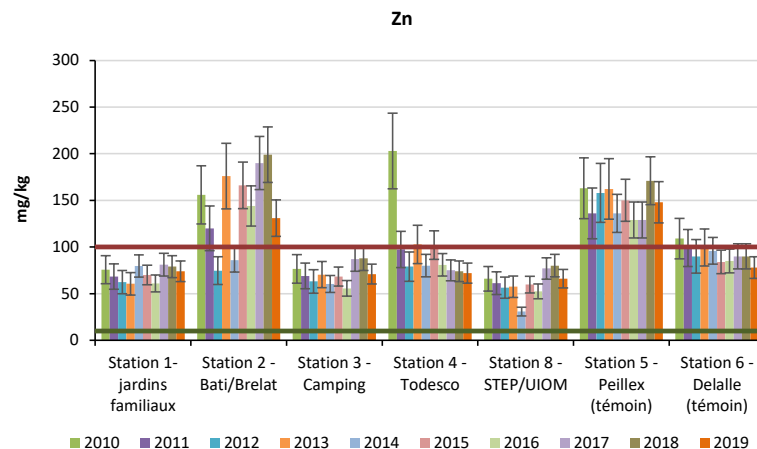
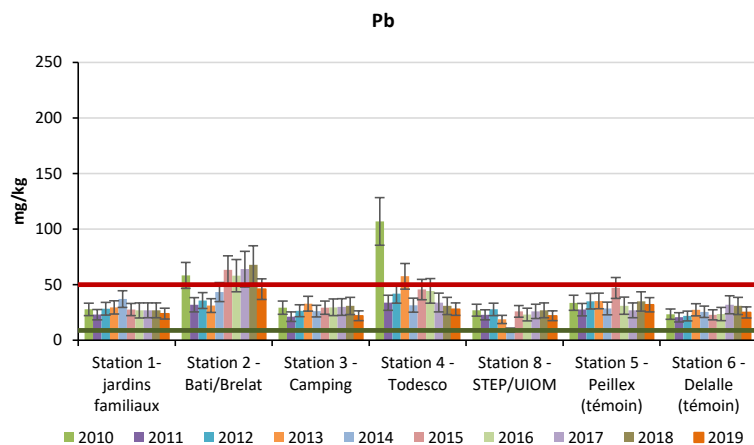
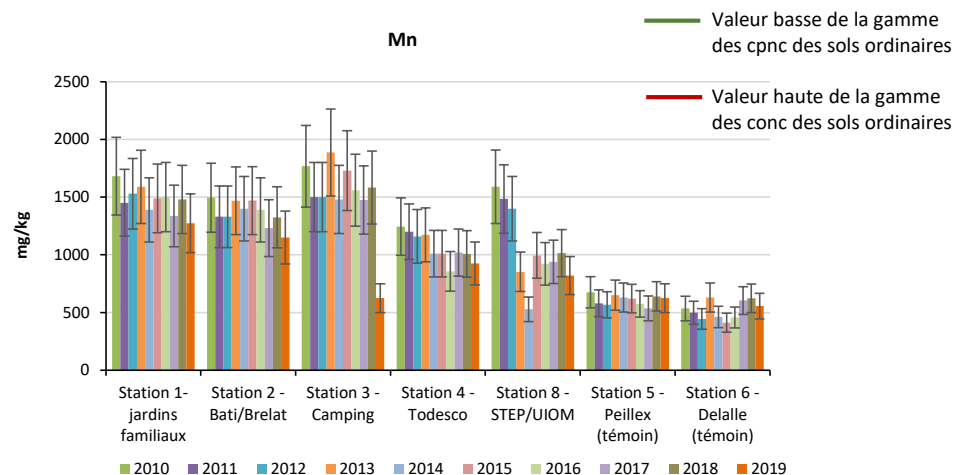
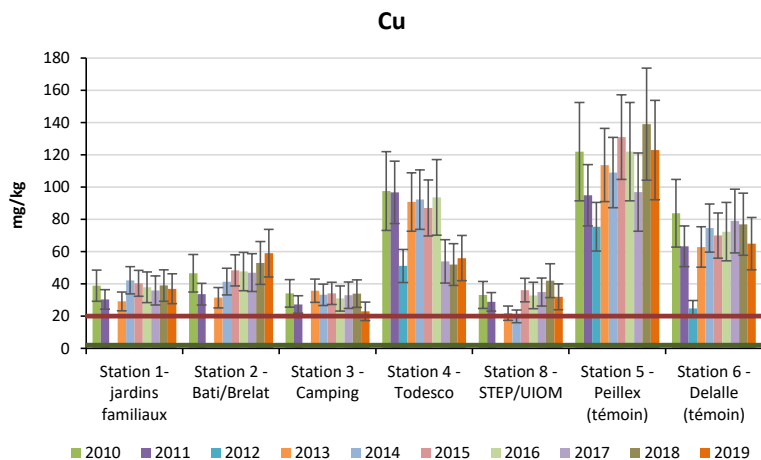


Analyses de métaux dans les sols – Evolution des résultats



- Somme essentiellement dépendante de la concentration en Mn.
- Sommes relativement constantes pour chaque station, avec une tendance à la baisse sur les stations 1 et 4.
- Les concentrations les plus faibles sont observées sur les stations 5 et 6, témoins de l'étude.

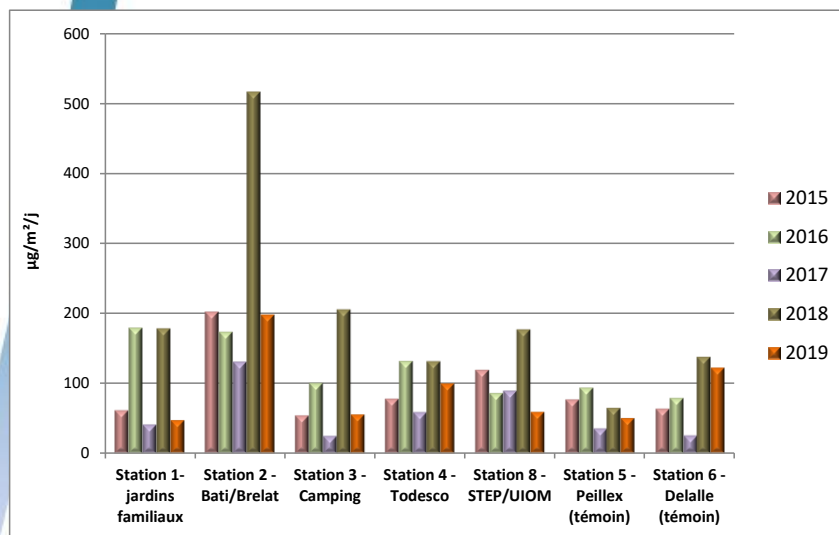
Analyses de métaux dans les sols – Evolution des résultats



- Concentrations historiquement plus élevées en Cu sur les stations 4 (jardin Todesco), 5 (jardin Lacroix) et 6 (jardin Delalle), en Pb sur la station 2 (sté Bati/Brelat) et en Zn sur les stations 2 et 5 (jardin Lacroix) ;
- Pour le Mn, sur l'ensemble des stations potentiellement impactées.

Analyses de métaux dans les jauges – Evolution des résultats

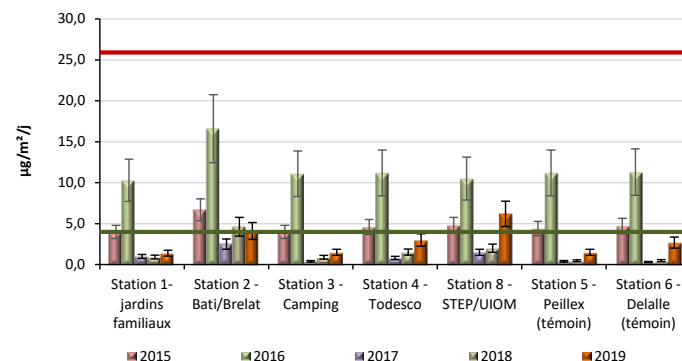
Evolution de la somme des métaux



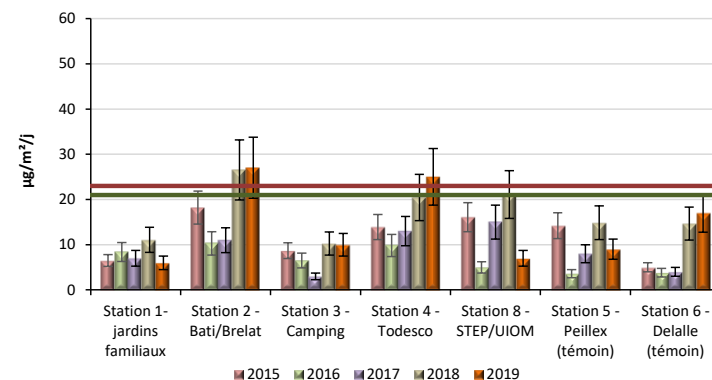
- La hausse mesurée en 2018 n'est pas confirmée, revient à des niveaux observés les années précédentes.
- 4 groupes d'éléments:
 - CrVI, Hg et Tl ne sont pas quantifiés.
 - As, Cd, Co, Cr, Mn, Ni, Pb, Sb et V : teneurs homogènes (hors pics ponctuels notamment en 2016).
 - Cu : confirmation des concentrations plus marquées mesurées en 2018.
 - Zn : amélioration de la situation

La station 2 se démarque en présentant globalement les concentrations les plus élevées

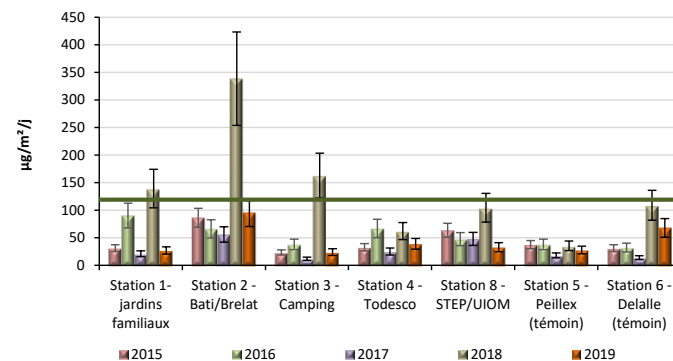
Ni



Cu



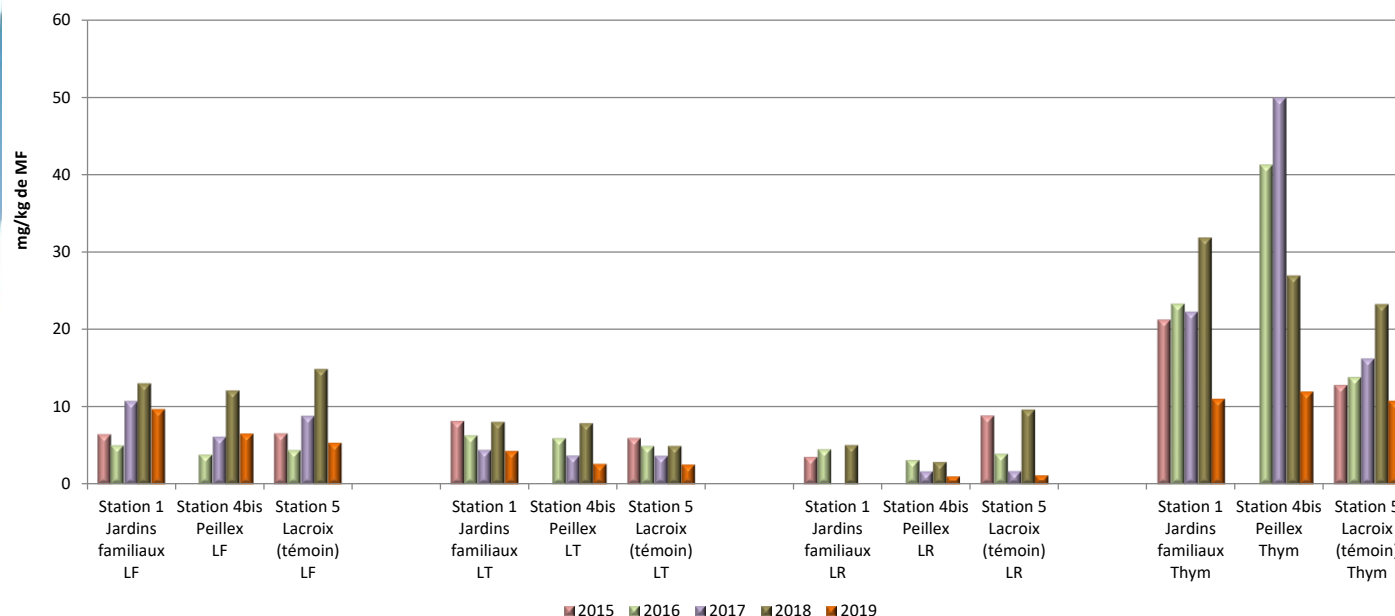
Zn



Analyses de métaux dans les légumes et le thym

Evolution des résultats

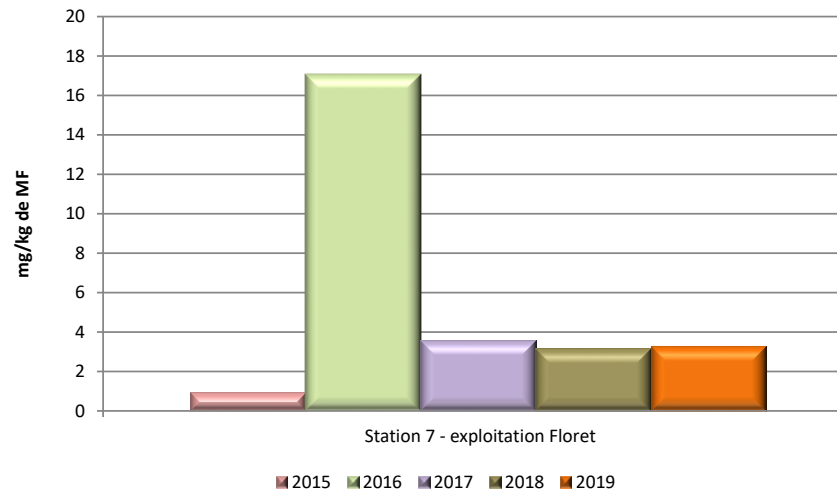
Evolution de la somme des métaux



- Sommes globalement stables pour chaque type de légumes, équivalentes à la station témoin.
- Les concentrations sur les stations 1 et 4bis sont plus élevée que celles sur la station témoin. Mais depuis 2018, la différence n'est plus aussi marquée.

Analyses de métaux dans le lait – Evolution des résultats

→ Seuls Cu, Mn et Zn quantifiés : teneurs inférieures ou équivalentes au bruit de fond.

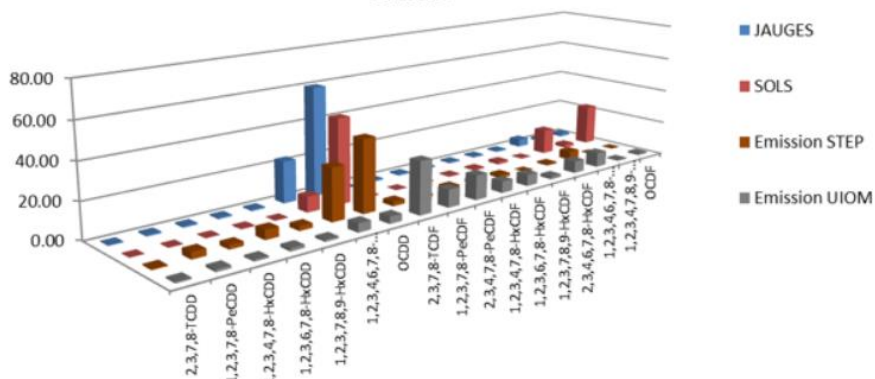


→ Somme plus importante en 2016 : teneur en Mn plus marquée

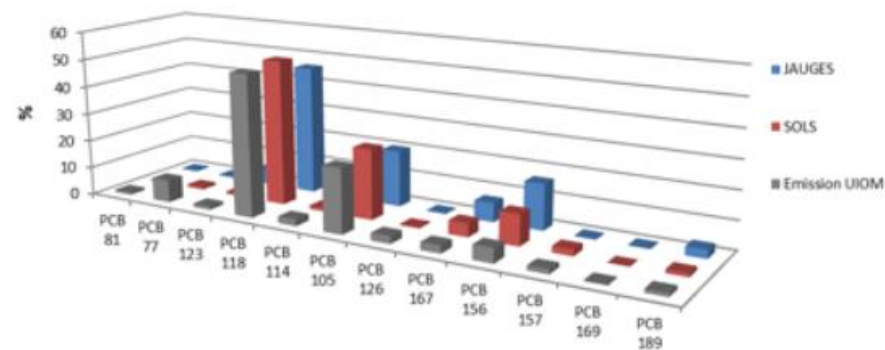
→ Somme globalement stable

COMPARAISON DES PROFILS A L'ÉMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

Station 3



Station 2



PCDD/F

- Prépondérance des congénères les plus chlorés
- Proportions différentes entre les matrices environnementales et l'émission
- Furannes plus représentés à l'émission

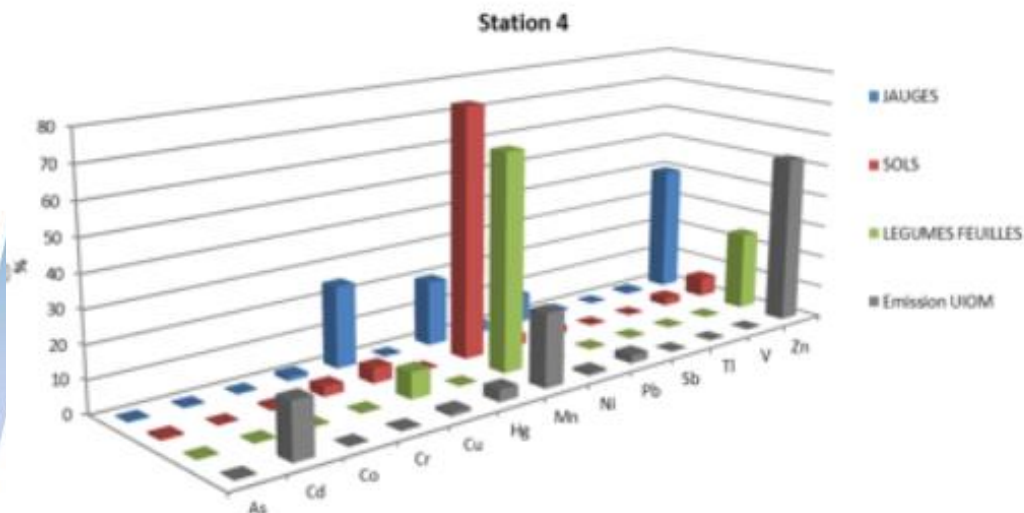
PCB-DL

- Corrélations pour congénères 118 et 105
- Différences pour d'autres : 77, 156, 167

- ➡ Certaines tendances similaires à l'émission et dans les matrices environnementales
- ➡ Dans le détail, répartition et proportions différentes
- ➡ Lecture à prendre avec précaution pour établir un éventuel lien, d'autant qu'aucun impact n'est observé

COMPARAISON DES PROFILS A L'ÉMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

Métaux



- Prépondérance du Mn dans choux et sols
- Prépondérance du Zn à l'émission et dans jauges
- Proportion non négligeable de Cd et Hg à l'émission non visible dans les matrices environnementales

- ➡ Certaines tendances similaires à l'émission et dans les matrices environnementales
- ➡ Dans le détail, répartition et proportions différentes
- ➡ Lecture à prendre avec précaution pour établir un éventuel lien, d'autant qu'aucun impact n'est observé

BILAN

PCDD/F :

- Concentrations homogènes entre stations d'impact et témoins
- Teneurs conformes aux valeurs interprétatives et de gestion pour l'ensemble des matrices
- Exception : Sol de la station 3 (camping) avec concentration plus marquée (inférieure au niveau d'intervention)
- Tendance sur 5 ans : stable

PCB-DL :

- Concentrations homogènes entre stations d'impact et témoins
- Teneurs conformes aux valeurs interprétatives et de gestion pour l'ensemble des matrices
- Exceptions : Sol des stations 2 (Zone industrielle) avec concentrations plus marquées.
- Tendance sur 5 ans : stable

Métaux :

- Concentrations homogènes entre stations d'impact et témoins, tendance à la baisse pour les stations 1 (jardins familiaux) et 4 (Todesco)
- Teneurs conformes aux valeurs interprétatives et de gestion pour l'ensemble des matrices
- Teneurs globalement plus marquées au niveau de la station 2 (sté Bati/Brelat)
- Evolution de la situation : dépassements fréquents pour Cu, Pb et Zn dans les sols / confirmation de la hausse du Cu et amélioration pour le Zn dans les jauges / variations peu significatives dans les légumes

➡ **Station 2 (sté Bati Chablais) la plus marquée / situation stable pour PCDD/F et PCB-DL / Variations peu significatives pour les métaux hormis Cu et Zn, pour le Cu confirmation de la hausse sur l'ensemble de la zone d'étude et amélioration pour le Zn.**

➡ **Aucun lien direct avec l'activité des incinérateurs ne peut être établi et aucun impact significatif sur l'environnement ne peut être mis en évidence**

Annexes

Les analyses de PCDD/F – Résultats 2019

Matrices Unités	Sol pg I-TEQ/g de MS	Jauge pg I-TEQ/m²/j	Légumes pg OMS-TEQ/g de MF			Thym pg OMS-TEQ/g de MS	Lait pg OMS-TEQ/g de MG
			Feuilles	Racines	Tiges		
Station 1 – Jardins familiaux	1,59	0,46	0,02	-	0,01	0,02	
Station 2 - Brelat	3,12	1,24					
Station 3 - Camping	5,01	0,48					
Station 4 – Jardin Todesco	0,80	0,53					
Station 4 bis – Jardin Peillex			0,01	0,07	0,01	0,03	
Station 5 - Jardin Lacroix (Témoin)	1,52	0,45	0,02	0,01	0,02	0,04	
Station 6 - Jardin Delalle (Témoin)	1,86	0,50					
Station 7 - Exploitation Floret							0,23
Station 8 - STEP / UIOM	0,67	0,57					
Valeurs interprétatives							
Valeur de fond	5,0 (objectif de qualité)	3,0 (bruit de fond)					
Valeur zone impactée	40,0 (niveau d'intervention)	15,2 (valeur forte)	0,30 (niveau d'intervention)			0,30 (niveau d'intervention)	1,75 (niveau d'intervention)
Valeurs de gestion							
Teneur maximale							2,50

Les analyses de PCB-DL – Résultats 2019

Matrices Unités	Sol pg I-TEQ/g de MS	Jauge pg I-TEQ/m ² /j	Légumes pg OMS-TEQ/g de MF			Thym pg OMS-TEQ/g de MS	Lait pg OMS-TEQ/g de MG
			Feuilles	Racines	Tiges		
Station 1 – Jardins familiaux	0,21	0,99	0,01	-	0,01	0,02	
Station 2 - Brelat	3,17	1,02					
Station 3 - Camping	1,32	0,99					
Station 4 – Jardin Todesco	0,43	1,00					
Station 4 bis – Jardin Peillex			0,02	0,008	0,01	0,04	
Station 5 - Jardin Lacroix (Témoin)	0,70	0,99	0,01	0,002	0,01	0,03	
Station 6 - Jardin Delalle (Témoin)	1,26	0,99					
Station 7 - Exploitation Floret							0,51
Station 8 - STEP / UIOM	0,45	1,00					
Valeurs interprétatives							
Niveau d'intervention			0,10			0,10	2,00

Analyses de métaux dans les sols – Résultats 2019

(mg/kg de MS)	As	Cd	Co	Cr	Cr VI	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Station 1 - Jardins familiaux	8,5	0,38	8	39	<0,25	37	<0,2	1274	32	24	0,5	<0,5	32	74
Station 2 - Brelat	7,6	0,45	8	72	<0,25	59	<0,2	1150	54	46	0,7	<0,5	31	131
Station 3 - Camping	5,5	0,55	6	21	<0,25	23	<0,2	625	26	22	1,0	<0,5	18	71
Station 4 - Jardin Todesco	7,9	0,35	9	36	<0,25	56	<0,2	926	38	28	0,5	<0,5	30	72
Station 5 - Jardin Lacroix (Témoïn)	10,1	0,53	8	30	<0,25	123	<0,2	625	26	32	0,7	<0,5	30	148
Station 6 - Jardin Delalle (Témoïn)	8,3	0,35	9	30	<0,25	65	<0,2	556	26	25	0,6	<0,5	28	78
Station 8 - STEP / UIOM	7,3	0,28	7	38	<0,25	32	<0,2	820	34	22	0,6	<0,5	27	66
Valeurs interprétatives														
Valeurs observées dans les sols ordinaires	1,0 à 25,0	0,05 à 0,45	2 à 23	10 à 90	-	2 à 20	0,02 à 0,10	-	2 à 60	9 à 50	-	0,10 à 1,70	-	10 à 100

Analyses de métaux dans les jauges – Résultats 2019

(µg/m²/j)	As	Cd	Co	Cr	Cr VI	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Station 1 - Jardins familiaux	0,1	0,1	0,06	0,6	<0,05	6	0,01	8	1,4	3	0,2	0,02	0,5	27
Station 2 - Brelat	0,5	0,3	0,59	4,2	<0,05	27	0,01	49	4,1	14	1,3	0,08	1,7	94
Station 3 - Camping	0,1	0,3	0,11	0,6	<0,05	10	0,01	11	1,5	7	0,2	0,04	0,5	24
Station 4 - Jardin Todesco	0,2	0,2	0,20	1,4	<0,05	25	0,01	20	3,0	9	0,4	0,05	0,8	39
Station 5 - Jardin Lacroix (Témoïn)	0,1	0,2	0,11	0,6	<0,05	7	0,01	8	6,2	3	0,2	0,02	0,5	33
Station 6 - Jardin Delalle (Témoïn)	0,1	0,1	0,07	0,5	<0,05	9	0,01	7	1,5	3	0,2	0,02	0,4	28
Station 8 - STEP / UIOM	0,2	1,0	0,24	1,8	<0,05	17	0,01	20	2,7	9	0,8	0,06	0,8	68
Valeurs interprétatives														
Bruit de fond urbain	1,3	0,5	-	4,6	-	21	0,1	55	4,0	20	-	-	-	119
Zone impactée située à moins de 100 m de l'incinérateur	2,8	2,8	-	29,5	-	23	0,2	291	25,9	217	-	-	-	-

Analyses de métaux dans les légumes – Résultats 2019

Légumes feuilles

(mg/kg de MF)	As	Cd	Co	Cr VI	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Station 1 <i>salade</i>	0,005	0,012	<0,019	<0,02	<0,5	0,39	<0,004	6,1	<0,02	0,004	<0,02	<0,02	<0,02	2,96
Station 4 bis <i>salade</i>	0,004	0,017	<0,009	0,01	<0,5	0,52	<0,002	4,3	0,03	0,009	<0,01	<0,01	<0,01	1,58
Station 5 <i>salade</i>	0,009	0,012	<0,008	0,01	<0,5	0,36	<0,002	2,7	0,01	0,009	<0,01	<0,01	<0,01	2,18
Valeurs interprétatives														
Bruit de fond	0,011	0,012	0,006	-	0,12	0,66	0,005	1,3	0,09	0,008	0,001	-	0,02	2,34

Légumes racines-tiges

Valeurs de gestion														
Teneurs maximales	-	0,200	-	-	-	-	0,030	-	-	0,300	-	-	-	-
Station 1 <i>carotte</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Station 4 bis <i>carotte</i>	<0,003	0,005	<0,014	<0,01	<0,5	0,15	<0,003	0,3	0,01	0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,53
Station 5 <i>carotte</i>	0,002	<0,001	<0,007	<0,01	<0,5	0,17	<0,001	0,2	<0,01	0,003	<0,01	<0,01	<0,01	0,75
Station 1 <i>poireau</i>	<0,003	0,008	<0,016	<0,02	<0,5	0,53	<0,003	1,7	0,02	0,006	<0,02	<0,02	<0,02	1,92
Station 4 bis <i>poireau</i>	0,003	0,005	<0,013	<0,01	<0,5	0,46	<0,003	0,9	0,02	0,010	<0,01	<0,01	<0,01	1,19
Station 5 <i>poireau</i>	0,003	0,003	<0,015	<0,02	<0,5	0,32	<0,003	0,6	<0,02	<0,003	<0,02	<0,02	<0,02	1,52
Valeurs interprétatives														
Bruit de fond	0,011	0,012	0,006	0,12	-	0,66	0,005	1,3	0,09	0,008	0,001	-	0,02	2,34
Valeurs de gestion														
Teneurs maximales	-	0,100	-	-	-	-	0,030	-	-	0,100	-	-	-	-

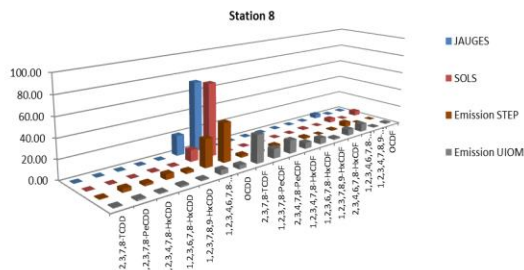
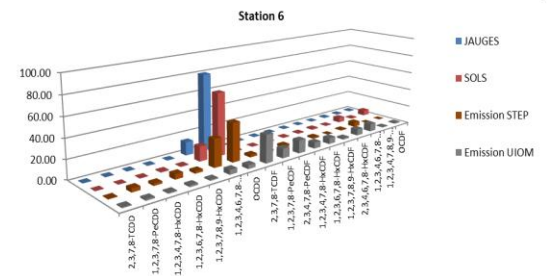
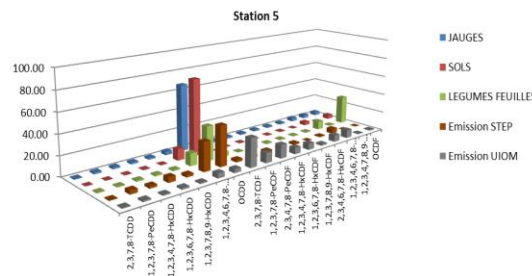
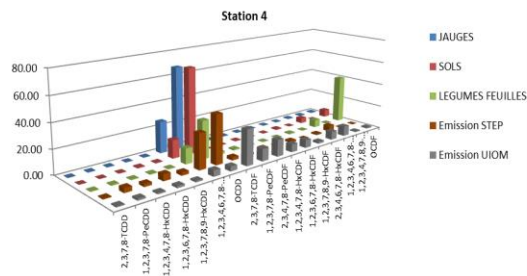
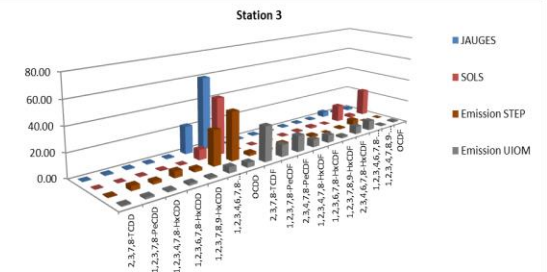
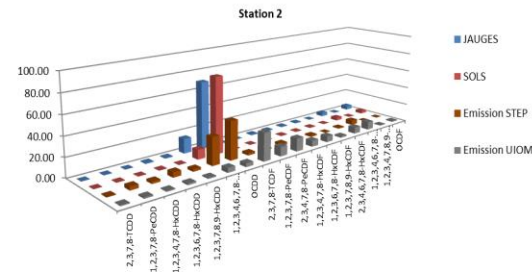
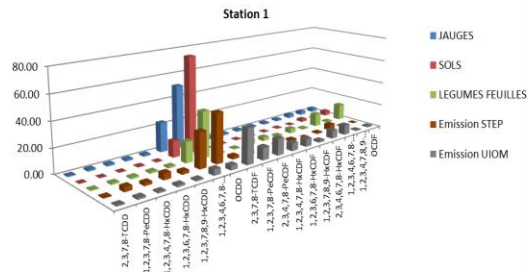
Analyses de métaux dans le thym – Résultats 2019

(mg/kg de MF)	As	Cd	Co	Cr	Cr VI	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Station 1 Thym	0,019	0,005	0,026	0,06	<0,5	1,19	0,005	5,2	0,06	0,054	0,03	0,03	0,03	4,20
Station 4 bis Thym	0,010	0,006	0,028	0,06	<0,5	1,59	0,006	4,8	0,07	0,074	0,03	0,03	0,03	5,11
Station 5 Thym	0,019	0,006	0,029	0,04	<0,5	1,77	0,006	3,4	0,06	0,044	0,03	0,03	0,03	5,19
Valeurs de gestion														
Teneurs maximales	-	0,200	-	-	-	-	0,030	-	-	-	-	-	-	-

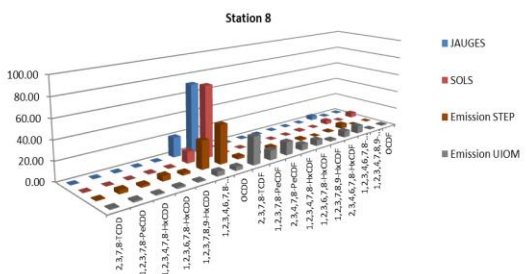
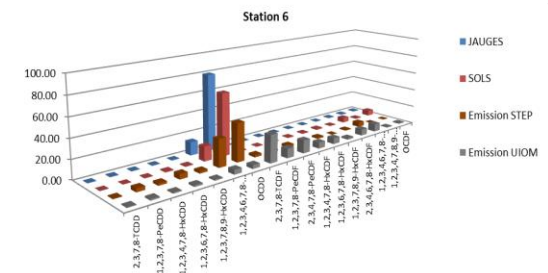
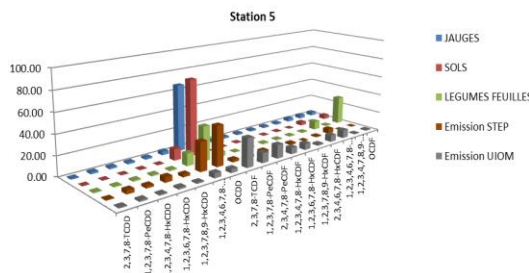
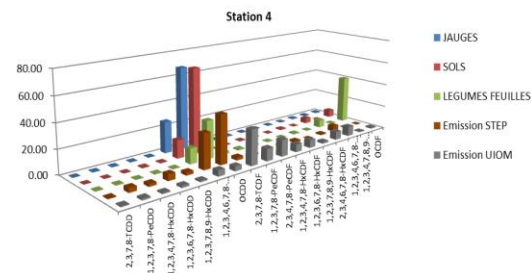
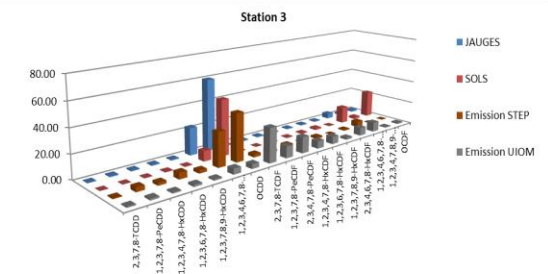
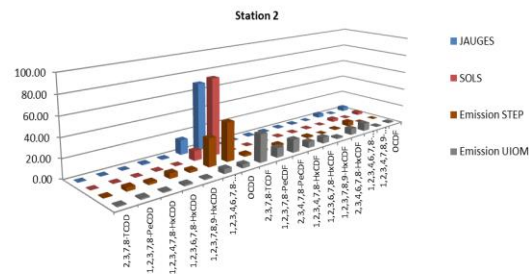
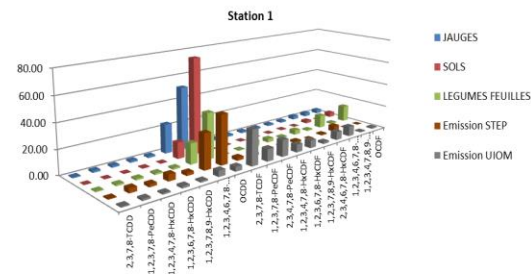
Analyses de métaux dans le lait – Résultats 2019

(mg/kg de MF)	As	Cd	Co	Cr VI	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Sb	Tl	V	Zn
Station 7 <i>Lait</i>	<0,004	<0,004	<0,021	<0,021	<0,25	0,04	<0,004	0,07	<0,021	<0,004	<0,021	<0,022	<0,023	3,20
Valeurs interprétatives														
Bruit de fond	0,012	0,001	0,004	-	0,12	0,09	0,005	0,03	0,036	0,006	0,001	-	0,014	3,73
Valeurs de gestion														
Teneurs maximales	-	0,200	-	-	-	-	0,030	-	-	0,020	-	-	-	-

COMPARAISON DES PROFILS DE PCDD/F A L'ÉMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

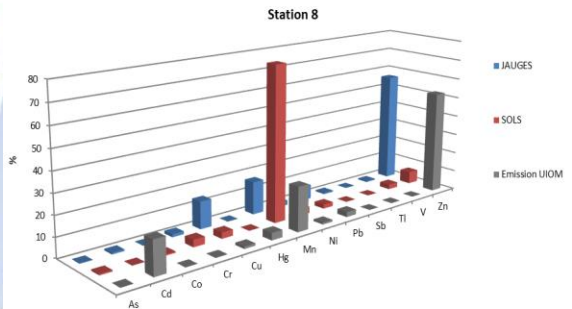
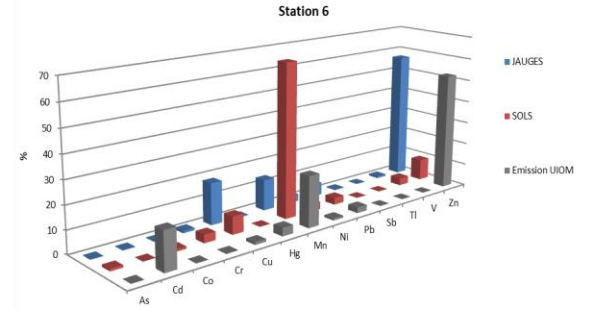
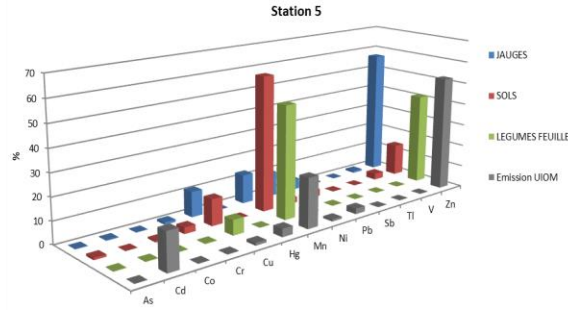
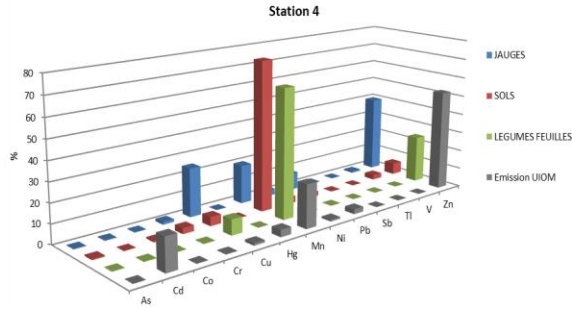
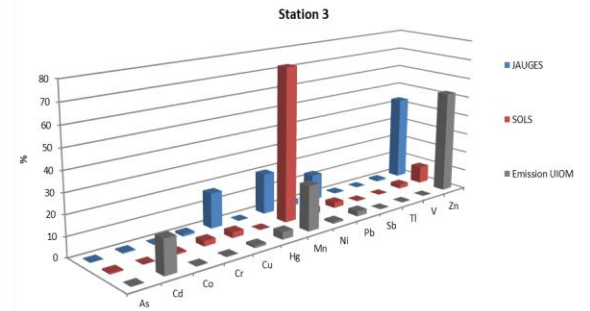
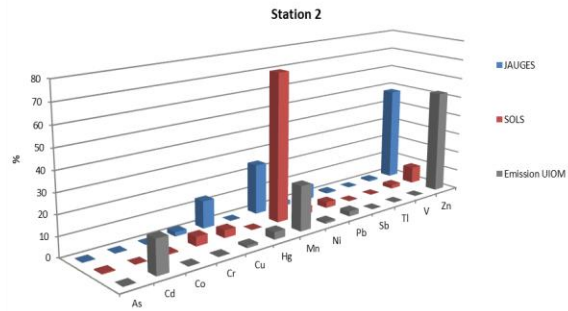
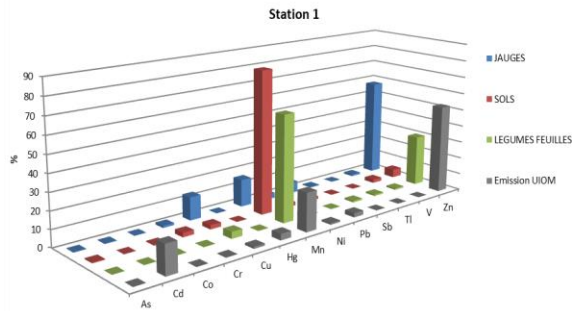


COMPARAISON DES PROFILS DE PCB-DL A L'EMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES



- Corrélation quant à la dominance des PCB 118 et 105.
- Proportions différentes pour d'autres congénères (PCB 77, PCB 167 et PCB 156).

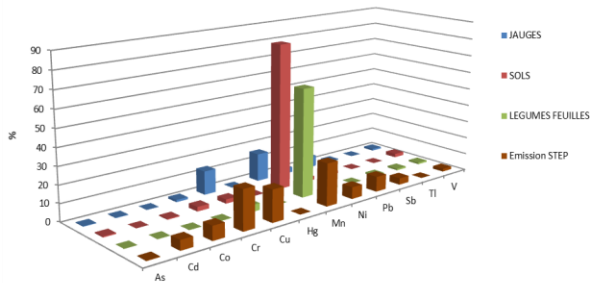
COMPARAISON DES PROFILS DE MÉTAUX A L'ÉMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES



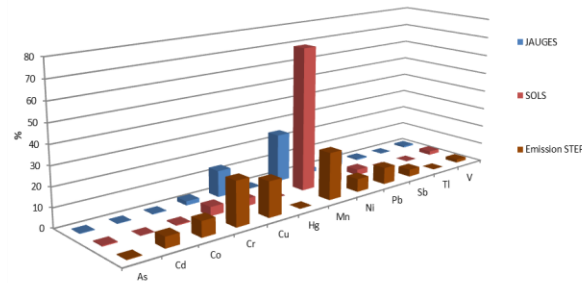
- Nette différenciation.
- Dominance du Zn pour l'UIOM
- Dans les matrices environnementales : Mn, Zn et Cu.

COMPARAISON DES PROFILS DE MÉTAUX A L'ÉMISSION ET DES PROFILS DANS LES MATRICES ENVIRONNEMENTALES

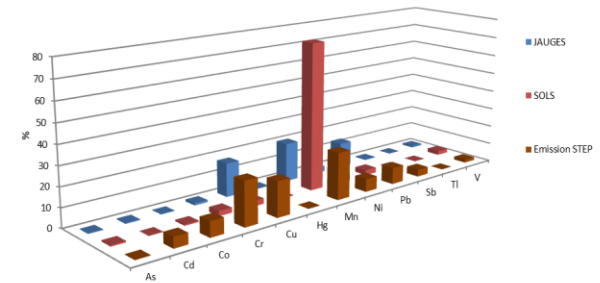
Station 1



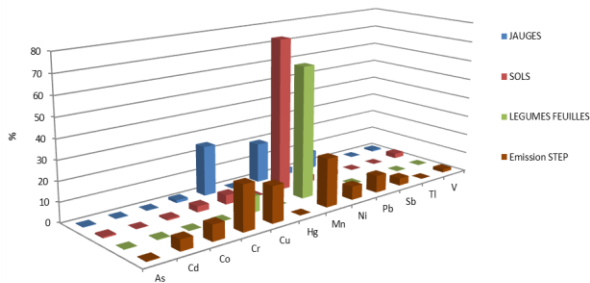
Station 2



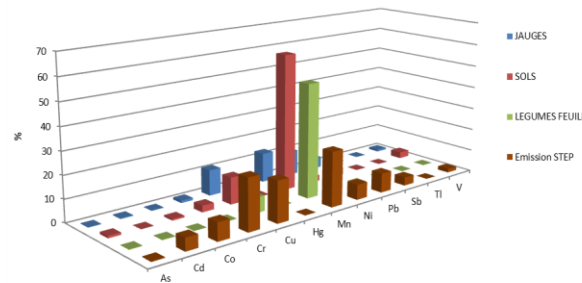
Station 3



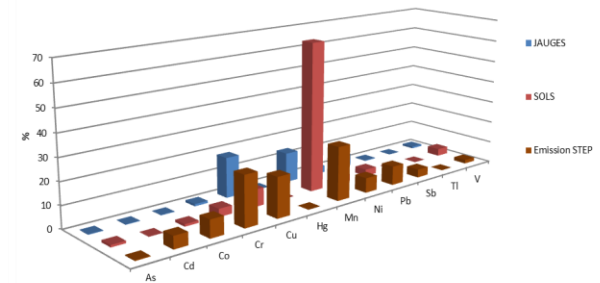
Station 4



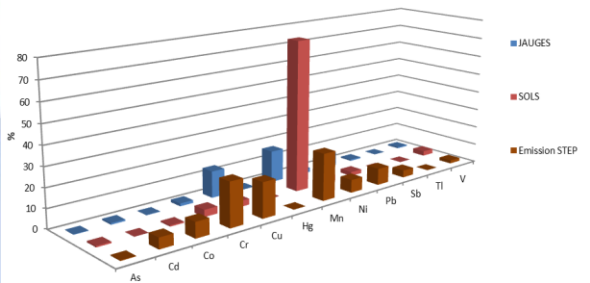
Station 5



Station 6



Station 8



- Nette différenciation.
- Présence marquée de Cr, Hg, Ni pour l'incinérateur de boues.
- Dans les matrices environnementales : Mn et Cu.