

Réaliser une campagne de BIOMONITORING CIBLE pour :

- Evaluer l'imprégnation d'une population de jardiniers/consommateurs exposée à des sols contaminés en Eléments en Trace Métalliques (As, Cd, Pb, Hg, Cu et Zn) par les retombées atmosphériques/remblais issus de la métallurgie en zone urbaine.
- Déterminer si les participants présentent des niveaux d'imprégnation tels qu'un risque sur leur santé ne peut être exclu.
- Identifier les facteurs explicatifs des imprégnations.
- Confirmer/préciser les recommandations générales établies en vue de limiter l'exposition.

Objectifs

Contexte et zone d'étude

- L'exposition chronique de la population aux ETM est la plus problématique dans les villes du sillon industriel wallon, combinant forte densité de population et occurrence de sols contaminés par la métallurgie (Fig. 1). Elle est encore plus intense lorsque les sols sont activement exploités pour la production alimentaire/jardinage par des particuliers.

	Bressoux	Liège
Locatif	55 %	40 %
Année de constr. < 1945	80 %	47 %
[Pb] _{locat} >10 µg/L (2006-2016)	31% (n=13)	7% (n=70)



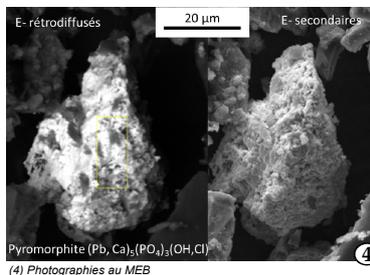
- Le Coin de terre de Bressoux (CTB, Fig. 3) est un jardin communautaire parcellisé de 6 ha, dont dépendent environ 200 familles. Il est localisé dans un quartier plutôt socio-économiquement défavorisé (Fig. 2), combinant plusieurs facteurs de risques impliquant la présence d'autres sources domestiques de plomb (tableau T2), en plus de celle liée au sol (tableau T1).

Sols

Chimie et minéralogie

(T1) Pb Cd As

	Pb	Cd	As
Coin de terre de Bressoux (n=250, mg/kg, eau régale)			
P50	500	4.8	31
P90	664	5.6	41
MAX	961	6.2	47
% éch. > VS	100%	100%	58%
Autres études en France et à l'Étranger (p50, MAX)			
Viviez [2]	450	27, 180	140, 800
TLM - Marseille [3]		8.2, 83	
Salsigne [4,5]			160, 960
Moselle-Madon [6]			31, 131
Jardins Newcastle [7]	330, 6700		



- Le Pb dans les sols est associé de manière récurrente à la pyromorphite (Fig. 4).
- La présence de ce minéral authigène est associée à une plus faible bioaccessibilité du Pb [8].

- Contamination généralisée des sols. Dépassement simultané de 4 à 6 valeurs seuils (VS) réglementaires (Pb, Cd, As, Cu, Zn, et Hg) pour la totalité/majorité des échantillons.

- Les teneurs en Cd et en As représentent des contaminations relativement modérées vis-à-vis des cas d'étude français et étrangers.

Résultats

- Taux de participation: x 81 x 88
33% des parcelles exploitées.

- ♂ : 47 % ; 61.7 ans et ♀ : 53 % ; 57.2 ans, en moyenne
Fumeurs : 17 % (15/88)

- Comparaison des imprégnations aux études en population générale/ valeurs de référence et aux études de cas.
- Statistiques univariées et multivariées sur base de questionnaires (logiciel SPSS), pour identifier les variables explicatives, ou corrélées à l'imprégnation.
- Les variables statistiquement significatives (p<0,05) ou montrant une tendance (p<0,1) on été retenue pour les régressions.

Conclusions

- La population des jardiniers/consommateurs du CTB présente des imprégnations très élevées en Cd et élevées en Pb.

- Les imprégnations s'expliquent par la fréquentation du site et/ou la consommation des légumes produits mais sont également influencées par des sources domestiques (présence de canalisation en Pb/consommation d'eau du robinet) et des facteurs individuels tels que l'âge ou le genre.

- La toxicité rénale du Cd, conjuguée à la toxicité rénale du Pb implique une incidence probablement élevée de troubles néphropatiques dans la population d'étude.

- Une meilleure prise en compte de la toxicité du Cd doit être envisagée en Wallonie

Légumes

Non-conformités aux normes CE 1881/2006 pour 250 fruits et légumes

	Pb	Cd
	38 %	36 %
	2 %	13 %
	75 %	8 %
	27 %	0 %
	7 %	11 %

Les fruits et légumes produits au CTB présentent un taux de non-conformité global de 30% (toutes espèces et catégories confondues).

Evaluation des risques sanitaires

Paramètres

- Taux d'ingestion de particules de sols (80 mg/j (ad., jardinier); 134 mg/j (enfant)).
- Autoconsommation de 100% ou de 42%, diète standard belge et contamination du BF alimentaire issus de l'EFSA 2014 (As), 2012 (Pb), 2009 (Cd).
- Cibles adultes et enfants (jardiniers (fréquence de 280/jan), consommateurs (0/jan) ou visiteurs (150/jan)).
- VTR orales : Pb(enfant) = 0,05; Pb(adulte) = 0,063 (EFSA, 2010); Cd = 0,8 (WHO, 2004) µg/kg_{corp}/j et As = 2,80 (µg/kg_{corp}/j)⁻¹ (Santé Canada, 1996) avec ERI = 1.10⁻⁵

Résultats

Cd : risque acceptable (IR <1) pour les adultes et enfants, jardiniers et consommateurs pour les teneurs maximales dans les sols et les légumes.

Pb et As : risque avéré (IR >1 et ERI >1 pour 10000 ind.) pour les enfants visiteurs et pour les adultes jardiniers et/ou consommateurs, à partir des teneurs médianes dans les sols et les légumes.

Plombémie

	MG ±SD (µg/L)	p95	%>50 µg/L
ENNS, 2006-2007, n=1949 ad. [9]	25.7	73	
IMEPOGE, 2008-2010, n=1992 ad. [10]	18.8	49,3	
Jardins Newcastle, 2015, n=43 ad. [7]	19	2.3	
CTB, 2018, n=81 ad.	24.1	64.6	10
Présence de canalisations en Pb (p-valeur = 0,023)			
N=11, Oui	39.7 ± 24.9		
N=50, Non	27.4 ± 17.4		
Tabagisme (p-valeur = 0,006)			
N=12, Oui	39.6 ± 23.5		
N=58, Non	24.8 ± 16.2		
Consommation de fruits/légumes dans la semaine (p-valeur = 0,004)			
N=62, Oui	30.4 ± 18.9		
N=16, Non	19.3 ± 11.1		

Régression linéaire multiple

$$\ln \text{PbPrédate} = 1.160 + 0.020 * (\text{âge}) + 0.265 * (\text{eau}) + 0.358 * (\text{consommation de fr. ou lég. du CTB}) + 0.431 * (\text{fumeur actif}) + 0.422 * (\text{ancien fumeur})$$

$$R^2=0,518, p<0,000, \text{variabilité} = 52\%$$

Population modérément surimprégnée vis-à-vis des valeurs de références.

Cadmurie

	MG ±SD (µg/gr.)	p95	%>1 µg/gr.
ENNS [9]	0.29	0.91	
IMEPOGE [10]	0.33	1.10	
Population belge, n=1022 ad. [11]	0.23	0.83	
CASSIOPEE, Viviez, n=385 ad. [2]	0.51	1.99	23
TLM, n=179 ad. [3]	0.37		
CTB, n=88 ad.	1.01	3.89	55
Sexe (p-valeur = 0,028)			
N=43, Homme	1.42 ± 0,68		
N=35, Femme	1.09 ± 0,60		
Diabète (p-valeur = 0,009)			
N=16, oui	1.59 ± 0,64		
N=62, non	1.15 ± 0,64		
Profil d'utilisateur (A,B,C, ci-dessus, p-valeur=0,056)			
N=20,A	1.10 ± 0,71		
N=31,B	1.49 ± 0,69		
N=13,C	1.22 ± 0,70		
Catégorie la plus consommée = fruits (p-valeur = 0,038)			
N=66, non	1.27 ± 0,69		
N=22, oui	1.10 ± 0,10		

Régression linéaire multiple

$$\sqrt{\text{CdUpredite}} = 1.168 - 0.172 * (\text{Fruit}) - 0.197 * (\text{genre})$$

$$R^2=0,139, p=0,002, \text{variabilité} < 20\%$$

Population surimprégnée de façon importante en Cd vis-à-vis des études de référence et des études de cas, malgré une contamination modérée des sols.

Références

[1] SPAGNE (2015) POLLUSOL 2 - investigations des zones de pollution atmosphérique de proximité en Wallonie. [2] Durand C, Sauter N, Schaevelin V (2011) Evaluation de l'exposition à des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Ardenne. Etude Casopole 2008 (Cadmium dans les sols - impact observé sur une population exposée) Institut de Veille Sanitaire, 307pp. [3] ORS PACA (2011) Evaluation des conséquences sanitaires et environnementales de la pollution d'origine industrielle au cadmium autour du site TLM dans le 19^e arrondissement de Marseille. Observatoire Régional de la Santé PACA. Mémo. [4] Fley N, et Chapoy A. (1988) Enquête sur l'exposition de la population aux polluants d'origine industrielle. Région de Salzgitter (Léoben) Etude de mobilité et d'exposition. Réseau National de Santé Publique, Spz. [5] 500 le mètre de 49 valeurs issues de Girardaud J. (2019) Evaluation des impacts potentiels de la crise d'octobre 2018 sur la qualité des eaux superficielles et souterraines du bassin versant de l'Orbiel. Rapport Final BRGM/RP-68777-FR, 66 pp. [6] Fillet C., Du F., Labat L., et al. (2015) Heavy metal concentrations and speciation in residential living in an area with naturally contaminated soils. Science of the Total Environment 498, 1195-1204. [7] Bismelli L., Bismelli A., Erhardt J., Henrich P., Pleas-Mulali T. (2016) Newcastle Allotments Local Biomonitoring Study: an investigation into the relationship between allotment soil lead concentrations and the blood lead concentration of gardeners. 32th Int Conf Environ geochemistry Heal, 2016. [8] Cai, Y., Du, X., Wong, L., Van Riemsdijk, W. H. (2010) Assessment of in situ immobility of lead (Pb) and arsenic (As) in contaminated soils with phosphates and iron solubility and bioaccessibility. Water, Air, Soil Pollution, 213 (1), 95-104. [9] Fley N, Sauter N, Schaevelin V, Erhardt J, Henrich P, Pleas-Mulali T. (2011) Evaluation de la Population Française Aux Substances Chimiques de l'Environnement. Saint-Maurice, [10] Nisse C, Tagne-Pollet R, Hoviam M, Rocheval C, Labat L, Leroyer A. (2017) Blood and urinary levels of metals and metalloids in the general adult population of Northern France. The MEPOGE study, 2008-2010. Int J Hyg Environ Health. 220(2):341-363. [11] Heel P., Jacquery C., Desmer G., Leclot D., Hadravil V. (2015) Reference values and upper reference limits for 26 trace elements in the urine of adults living in Belgium. Clin Chem Lab Med. 2015;51(4):639-649.

Cette étude est financée par le Service Public de Wallonie-DG-ARNE dans le cadre de la convention SANISOL.
Affiliations : (1) Cellule Environnement-Santé de l'Institut Scientifique de Service Public ; (2) Département de la Protection des Sols et (3) Cellule Permanente Environnement santé de la DGARNE.