

INFORMATIONS CONCERNANT LES CONCENTRATIONS DE FOND AU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

PARTIE II : ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES

D'ËMWELTVERWALTUNG

Am Déngscht vu Mënsch an Ëmwelt

PROTECTION DES SOLS



LE GOUVERNEMENT
DU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
Ministère de l'Environnement, du Climat
et du Développement durable

Administration de l'environnement

INFORMATIONS CONCERNANT LES CONCENTRATIONS DE FOND AU GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

- PARTIE II : ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES -

Réévaluation des données rassemblées lors des campagnes d'échantillonnage réalisées entre 2002 et 2007 dans le cadre du projet « Bodenmonitoring »
(AEV, 2006)

Informations supplémentaires reprises du rapport de *Claes et al.*
(2018)

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	3
La CF en Europe	3
Définition des régions homogènes dans le cadre du présent document	4
Les valeurs de références des différents éléments traces métalliques	7
1 L’Arsenic	7
2 Le Cadmium	13
3 Le Chrome	18
4 Le Cobalt	23
5 Le Cuivre	28
6 Le Mercure	35
7 Le Nickel	40
8 Le Plomb	45
9 Le Zinc	51
Annexe 1 : Valeurs statistiques détaillées du « Bodenmonitoring »	56
Annexe 2 : « Box et whisker » plot repris de Claes et al. (2018)	83

INTRODUCTION

Le présent chapitre reprend les valeurs de références des différents éléments traces métalliques. Si pas autrement indiqué, il s'agit de concentrations totales (resp. quasi-totales).

Les données exploitées ressortent de deux campagnes d'échantillonnage réalisées en 2002/03 et 2006/07 dans le cadre du « Bodenmonitoring ». Les résultats de la première campagne d'échantillonnage ont déjà été publiés par l'Administration de l'environnement (AEV, 2006). Contrairement à la première campagne de prélèvement, qui couvrait toute la surface du pays, la deuxième campagne de prélèvement se limitait au Sud-Ouest du pays. Le protocole d'échantillonnage et les méthodologies analytiques employées afin de mesurer les concentrations en ETM de la deuxième campagne correspond à celui de la première. Les détails peuvent être trouver dans la publication de 2006. (AEV, 2006). Dans le cadre de l'élaboration du présent document les données des deux campagnes ont été réévaluées et réinterprétées.

La base de données du « Bodenmonitoring » a été traitée afin d'écarter les échantillons prélevés dans les horizons organiques des forêts et dans des remblais et ceux ne constituant pas d'échantillons représentatifs pour les sols minéraux naturels. Par ailleurs, il a été décidé de supprimer les échantillons prélevés dans des vignobles. Il s'agit de 5 lieux de prélèvement et 11 échantillons. Ces échantillons montrent des CF très spécifiques pour certains éléments traces métalliques (notamment le cuivre). Vu que ces lieux de prélèvement sont localisés sur des unités géologiques représentées par un nombre limité d'échantillons, l'impact de ces échantillons de vignoble aurait introduit un biais important.

La base de données finalement exploitée afin de déterminer les valeurs de références pour les éléments traces métalliques contient 911 échantillons prélevés sur 306 lieux distincts à travers tout le Grand-Duché. Les échantillons sont distingués selon les types d'occupation du sol : « Forêt », « Terre arable » ou « Prairie ».

Les informations concernant la CF au niveau européen et au niveau national sans distinction des régions homogènes sont données afin de fournir une vue globale sur les CF.

LA CONCENTRATION DE FOND EN EUROPE

Les chapitres qui sont propres à chaque élément trace métalliques reprennent des cartes de CF à échelle européenne. Ces cartes sont basées d'un côté sur la base de données du projet GEMAS (« geochemical mapping of agricultural soils and grasing land of Europe ») qui avait pour objectif de fournir des données géochimiques harmonisées sur les terres arables et les terres sous couvert végétal et celle du projet FORGES (Forum of European Geological Surveys) qui avait comme objectif de créer une base de données de référence sur la géochimie de l'environnement pour l'Europe. Les deux projets ont opéré à une échelle continentale européenne. Vu la taille réduite du Grand-Duché de Luxembourg ces bases de données ne comprennent aucun point d'échantillonnage au

Luxembourg. En conséquence, le territoire luxembourgeois a été interpolé par des données provenant des régions voisines. Ainsi, ces cartes sont aptes à fournir une vue sur les CF à échelle européenne mais ne fournissent qu'une première idée sur le Luxembourg sans pouvoir donner des informations réelles sur la diversité des CF au sein du pays.

DEFINITION DES REGIONS HOMOGENES DANS LE CADRE DU PRESENT DOCUMENT

Dans le cadre du présent document la définition des régions homogènes est basée uniquement sur la géologie. Lorsque d'autres paramètres tels que la profondeur ou le type d'usage ont été identifiés comme pertinents, des informations complémentaires sont données dans le texte explicatif spécifique à l'élément trace métallique.

Dans le cadre du programme DECLAM (DEcision tools for Contaminated Land Management) de l'Administration de l'environnement, les informations rassemblées dans le cadre des campagnes d'échantillonnage du « Bodenmonitoring » (AEV, 2006) ont été réévaluées afin de regrouper les unités géologiques en vue du développement de « sols standard » pour le Grand-Duché de Luxembourg. Cet exercice a été réalisé en concertation avec le Service géologique de l'Etat. Le présent document constitue la suite de cette réévaluation.

Le regroupement des unités géologiques a été réalisé afin de créer des régions unitaires pour tous les éléments traces métalliques repris dans le présent document (As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) qui permettent de refléter les grandes différences par rapport à leurs CF au Luxembourg. Les échantillons des sols alluvionnaires ont été attribués à la région homogène au sein de laquelle le point d'échantillonnage est localisé.

Il est à noter que les campagnes du « Bodenmontoring » ont essentiellement visé les zones non-urbanisées, c'est-à-dire les zones les moins urbanisées. Pour certains éléments traces métalliques, les valeurs de références reprises dans le présent document peuvent constituer une sous-représentations des CF en zones urbanisées.

Les spécificités des minerais tel que celui du minerai de cuivre à Stolzembourg, de plomb et argent à Allerborn ou d'antimoine à Goesdorf ne sont pas décrites en détail dans le présent document. Pourtant la présence de ces minerais notamment quand ils se trouve en surface ou proche de la surface peuvent avoir un impact très important sur les CF locales et/ régionales. Pour avoir plus amples informations par rapport à ces minerais, les publications du Service géologique de l'État ainsi que du Musée national d'histoire naturelle de Luxembourg ou encore des publications de pays limitrophes, dont notamment :

- Sondag et al. (1972): Détection du filon de galène de la mine de Longvilly Bastogne par la geochimie de surface distribution du plomb et du cuivre dans les sols. Annales de la Société Géologique de Belgique, T. 95, 1972, pp. 413-424.

- Filippo et al. (2007): Inventaire minéralogique du Luxembourg Stolzembourg, Schimpach, Goesdorf. Ferrantia (49): Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg;
- Filippo et al. (2018): Inventaire minéralogique du Luxembourg et de la région: Goesdorf et Beauraing. Ferrantia (77): Travaux scientifiques du Musée national d'histoire naturelle Luxembourg;

sont fortement recommandées.

Le graphique suivant reprend les régions homogènes telles qu'elles ont été définies dans le cadre du présent document.

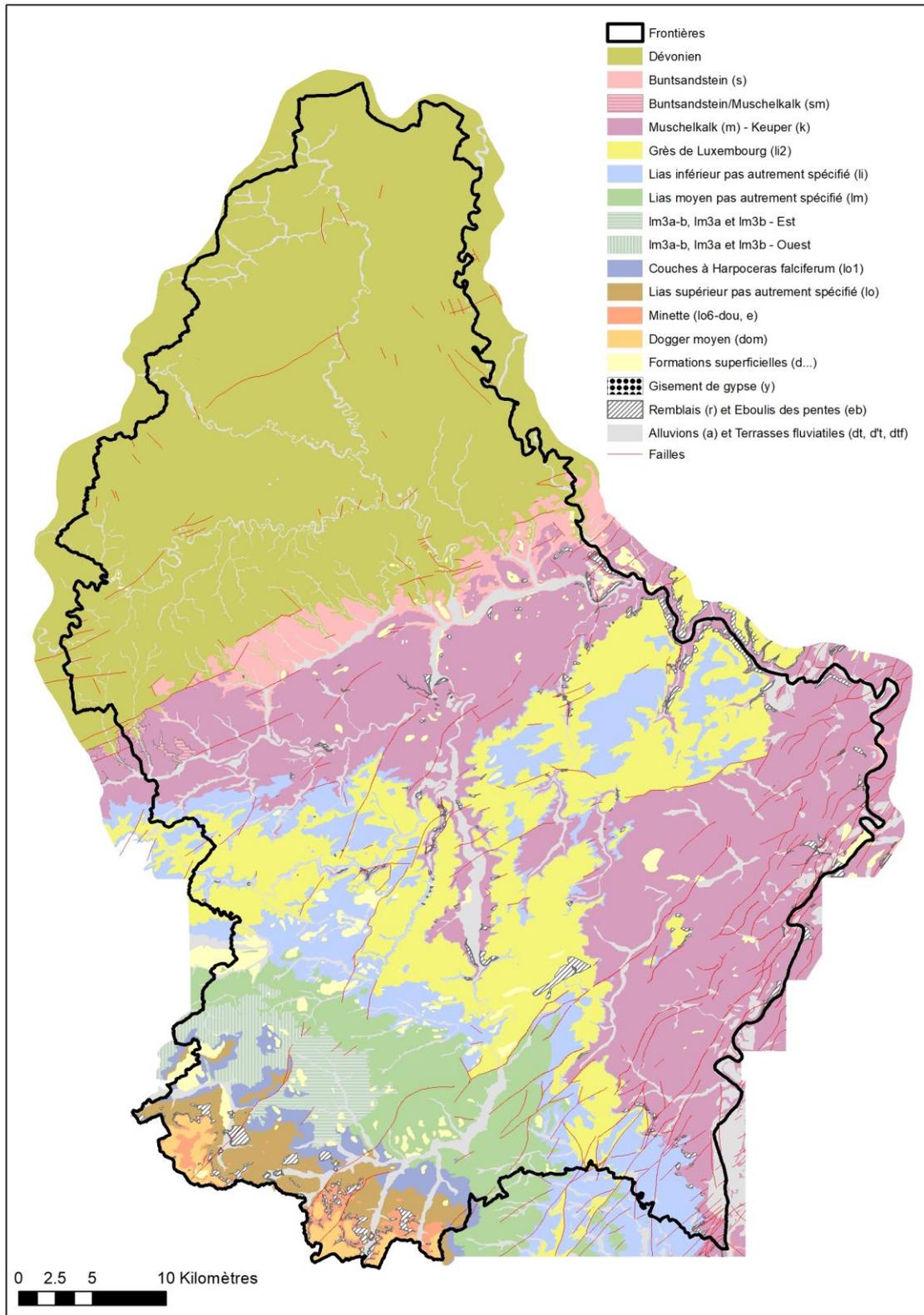


Figure 1. Représentation graphique des régions homogènes telles qu'elles ont été définies dans le cadre du présent document.

LES VALEURS DE RÉFÉRENCES DES DIFFÉRENTS ÉLÉMENTS TRACES MÉTALLIQUES

L'ARSENIC

L'arsenic appartient au groupe 15 du tableau périodique ayant le numéro atomique 33 et une masse molaire d'environ 75 g/mol. L'arsenic a trois états d'oxydation principaux (-3, +3 et +5) (*De Vos et al., 2006*).

Globalement, l'arsenic est souvent présent dans des minéraux en combinaison avec le soufre tel que dans le cas de l'Arsénopyrite (FeAsS), le trisulfure d'arsenic « Orpiment » (As_2S_3), et le sulfure d'arsenic « Réalgar » (AsS) (*Wilson et al., 2010 ; (Philippo et al., 2014)*). Un des paramètres les plus importants dans le cadre de l'évaluation de la mobilité de l'arsenic est la concentration en fer dans les sols. Dans les sols, l'arsenic est adsorbé aux oxydes de fer et de manganèse et peut être libéré dans des conditions réductrices telles qu'en cas de saturation en eau du sol (*ATSDR, 2007*). Par ailleurs, la mobilité de l'arsenic dans les sols est fortement limitée due à sa sorption aux argiles, aux oxydes et hydroxydes de fer ainsi qu'à la matière organique (*Matschullat, 2000 ; De Vos et al., 2006 ; Claes et al., 2021*). Le rapport moyen, en Europe, des concentrations en arsenic entre les sols de surface et les sols de profondeur est de 1.017 (*De Vos et al., 2006*).

L'arsenic dans les sols européens est majoritairement d'origine géogène (*Tóth et al., 2016*), pourtant il a été ou est encore utilisé dans des peintures, des pesticides, des protecteurs de bois et autres (*Alloway et Ayres, 1996*). D'autres sources anthropiques de l'arsenic sont la combustion de charbon, des activités de l'industrie de l'extraction et de la fonte de métaux (Cu, Pb, Zn et Fe), l'incinération de déchets et autres (*Matschullat, 2000*). L'immission de l'arsenic émit par ces sources se fait généralement par dépôt atmosphérique ou peut également être appliqué directement via l'apport de fertilisant tel que les engrais de phosphate (*Nziguheba et Smolders, 2008*). Selon les régions, les émissions anthropiques d'arsenic dans l'environnement en général, et des sols en particulier, peuvent varier. Hormis dans les sites pollués, la grande variabilité des concentrations en arsenic dans les sols est principalement liée à la géologie locale.

L'ARSENIC DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 2. Cartes des concentrations en arsenic dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

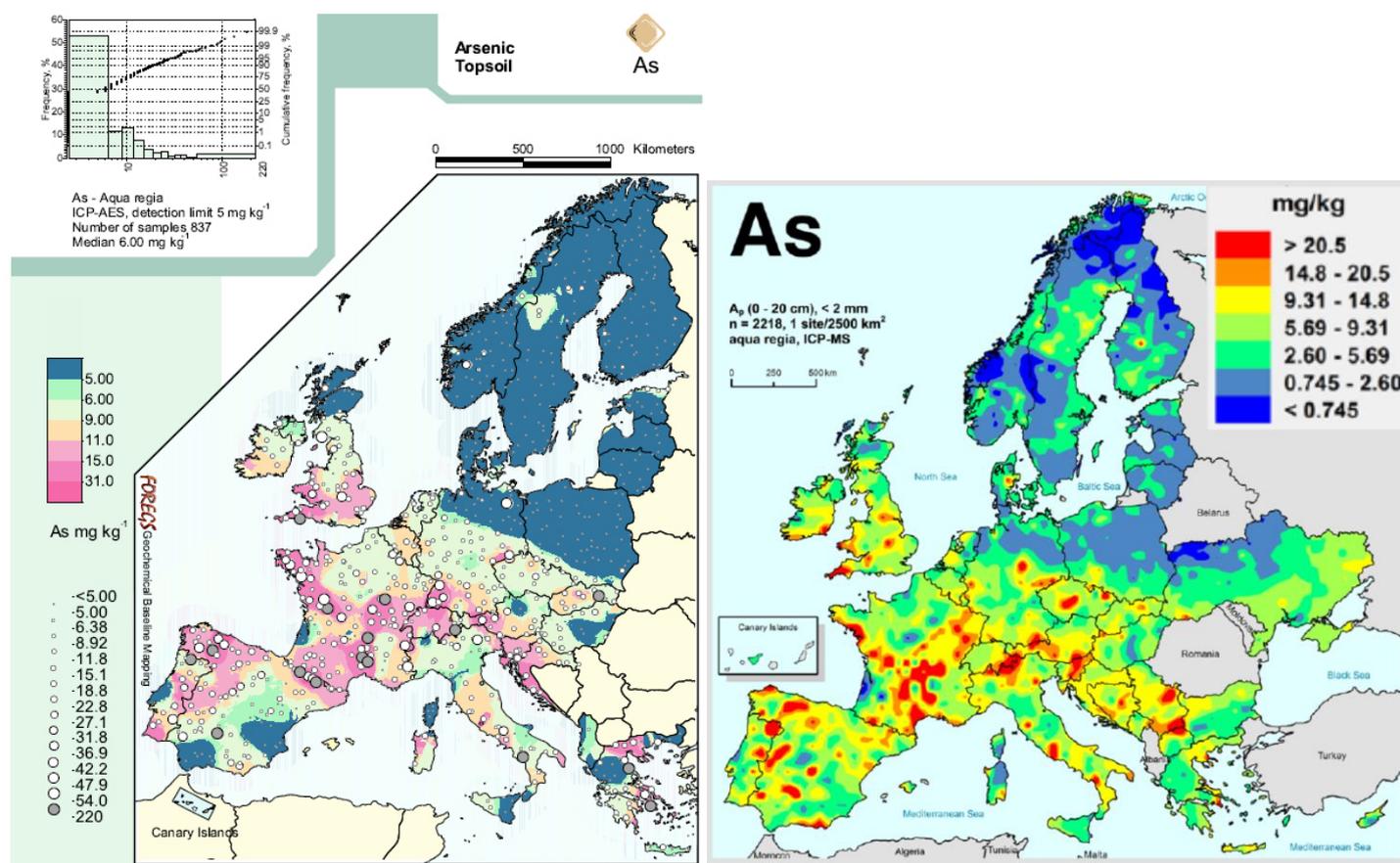


Table 1. Valeurs de références en mg/kg de la CF quasi-totale en arsenic dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	<math>< 0.50</math>	-	6.00	9.88	-	20.0	220
		50-200	784	<math>< 0.50</math>	-	5.00	9.75	-	20.0	562
Reimann et al. (2018)*	GEMAS	0-20	2108	<math>< 0.05</math>	2.50	5.50	-	9.50	-	666
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.46	-	-	3.72	-	-	253

*Uniquement des terres arables

L'ARSENIC DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 2. Valeur statistiques des concentrations quasi-totales en arsenic dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VA : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	7.5	11.1	23.7	25.0	61.8	51.3	138	213

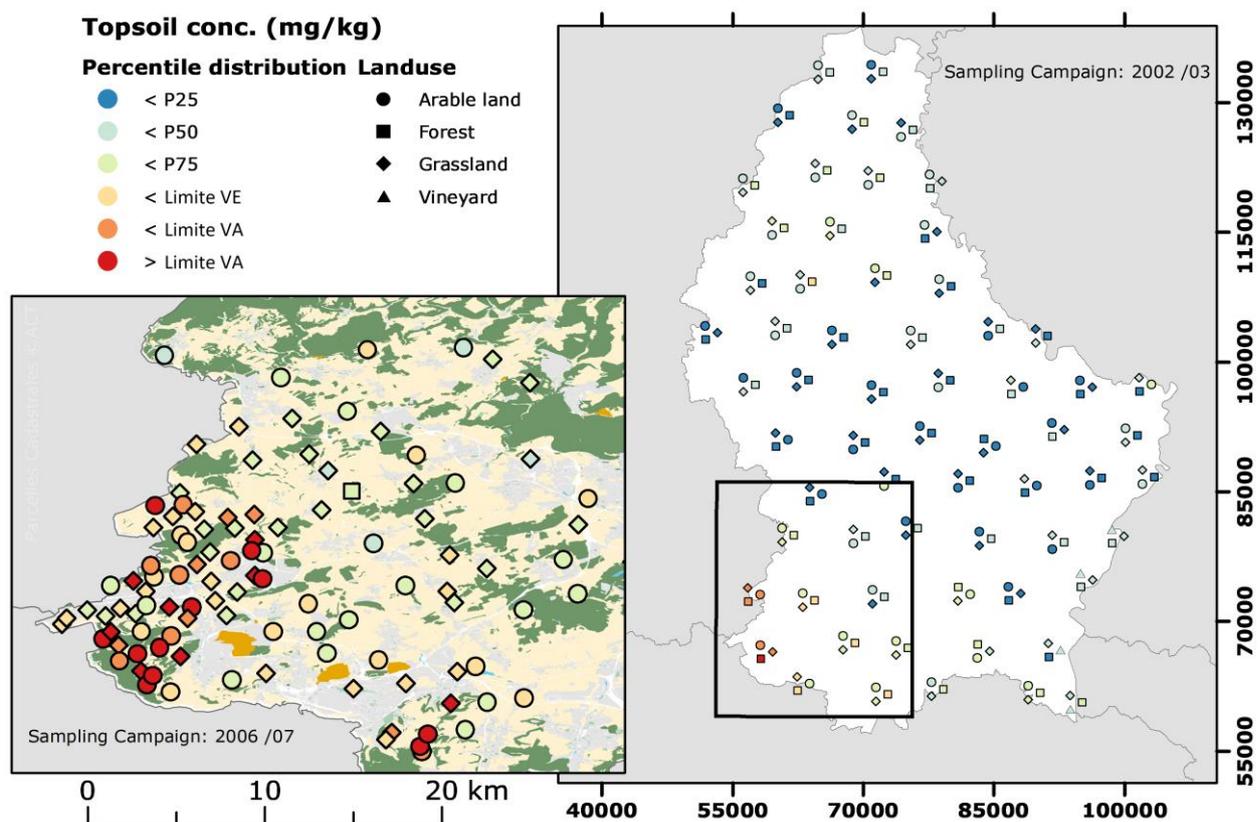


Figure 3. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en arsenic des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 3. Valeurs de références des CF quasi-totales en **arsenic** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. moyenne)

Région homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	7.1	8.7	9.6	11.0	13.7	16.9	22.8
Buntsandstein (s)	27	3.0	5.1	5.6	7.3	11.0	13.8	20.2
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	5.8	7.6	8.5	9.1	11.3	14.2	19.2
Grès de Lux. (li2)	86	3.7	5.2	6.6	9.0	12.6	17.0	24.9
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	10.0	13.0	17.3	21.0	32.0	37.9	54.8
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	10.0	12.0	14.0	15.0	21.1	22.5	30.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	13.0	16.5	23.7	38.0	46.8	75.5	113.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	49.5	74.0	69.0	98.3	108.5	171.4	244.5
C. à Harp. falc. (lo1)	60	23.3	30.5	38.2	37.8	58.8	59.5	81.3
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	17.0	29.0	44.7	54.5	114.9	110.8	167.0
Minette (lo6-dou)**	19	94.0	114.0	107.7	123.0	168.0	166.5	210.0
Dogger moy. (dom)	29	63.5	74.0	85.7	104.5	146.0	166.0	227.5
Formations superficielles (d)	57	17.0	23.9	32.0	42.0	67.6	79.5	117.0

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolithique » (e)

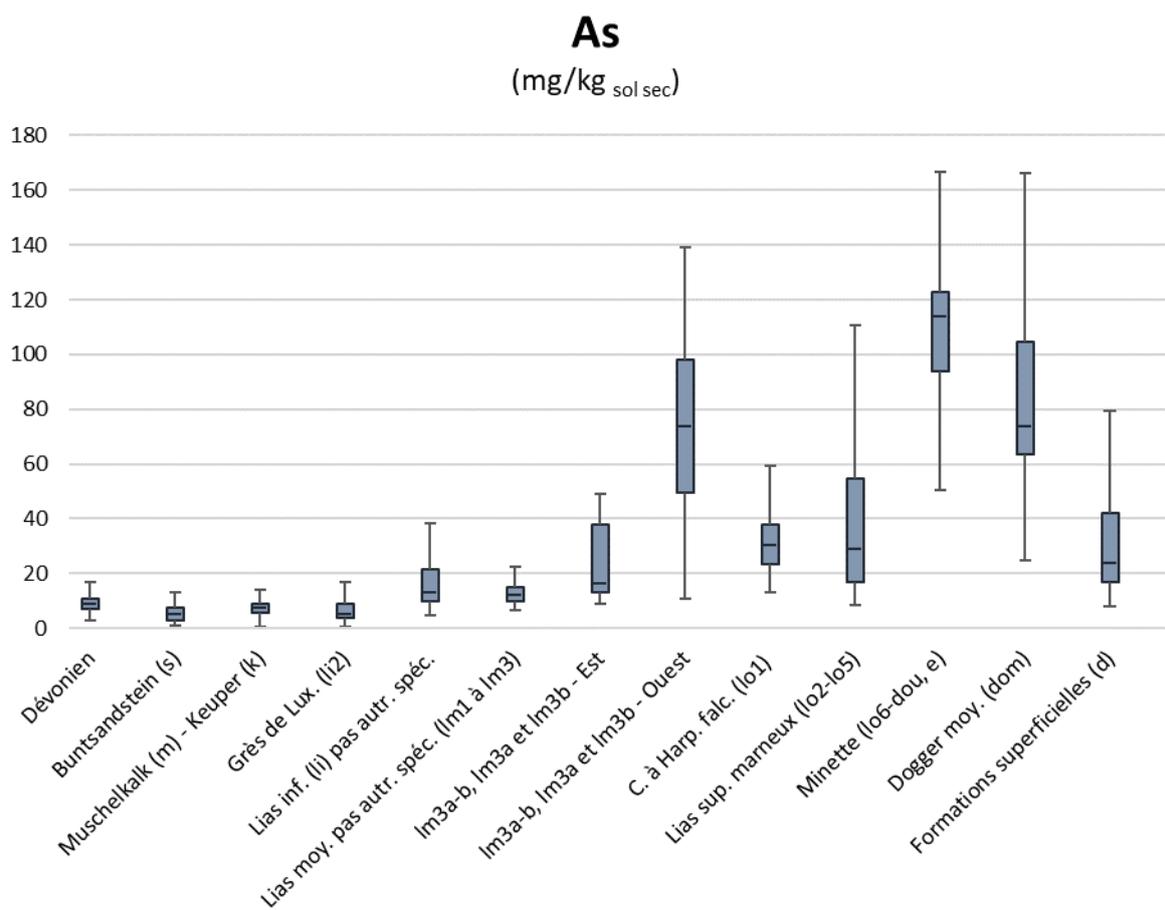


Figure 4. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en arsenic en mg/kg sol sec distingué selon les régions homogènes géologiques.

LES CONCENTRATIONS DE FOND ELEVEES

La publication de Horckmans et al. (2005) a déjà relevé des concentrations élevées majoritairement d'origine géogène en arsenic, et d'autres éléments traces métalliques, dans les roches et sols de la Minette (lo6-dou). De plus, il a été constaté que l'arsenic dans ces sols et roches est très peu mobile tel que les concentrations mesurées suite à des extractions à l'eau et au CaCl_2 se trouvaient en dessous de la limite de détection.

Cette conclusion a été confirmée par la publication de Claeys et al. (2021), réalisée sur demande de l'AEV. En effet, ces auteurs ont mesuré des concentrations moyennes d'environ 100 mg/kg d'arsenic dans les roches de la Minette (avec des concentrations qui dépassent localement 250 mg/kg). Tout comme Horckmans et al. (2005), Claeys et al. (2021) ont trouvé une forte association de l'arsenic aux oxydes de fer présents dans les oïdes de la matrice des roches. La mobilité de l'arsenic a également été jugée très limitée, avec des concentrations inférieures à la limite de détection suite à une extraction au CaCl_2 ($< 0.01 \mu\text{m/g}$).

Claes et al. (2021) concluent également que les résultats de l'étude ne suffisent pas pour évaluer clairement les risques par rapport à la santé humaine et que des études de biodisponibilité orale

devrait être réalisées. Une telle étude a été réalisée par le LIST (Luxembourg Institute of Science and Technology) sur demande et en coopération avec l'AEV (*Cambier et Hissler, 2020*). Lors de cette étude, 6 profils de sol couvrant des lithologies majoritaires du Luxembourg (Sg3, km3, ko, li2, dou, alluvions), y compris le Dogger inférieur (dou) appartenant à la Minette et 5 échantillons de sols anthropisés (remblais) ont été étudiés afin de déterminer la bioaccessibilité orale de l'arsenic dans ces sols via l'extraction de la procédure UBM (*ISO 17924 :2018*). La bioaccessibilité peut être considérée comme une estimation de la biodisponibilité orale. Les concentrations quasi-totales en arsenic dans les sols étaient comprises entre 4 et 230 mg/kg sol sec, tandis que ces concentrations dans les sols anthropisés variaient de 31 à 242 mg/kg sol sec. La bioaccessibilité relative orale ne dépassait dans aucun cas les 17% et les concentrations bioaccessibles étaient inférieures à 3.7 mg/kg sol sec pour les sols naturels et inférieures à 4.4 mg/kg sol sec pour les sols anthropisés. Les échantillons des sols de la Minette présentaient des concentrations bioaccessibles entre 2.4 et 3.2 mg/kg, ce qui correspond à des bioaccessibilités relatives de 1 à 2 %.

Des études similaires, concernant la mobilité d'arsenic dans des sols ou des roches en relation avec de la présence de concentrations élevées de fer ont été réalisées dans d'autres pays avec des conclusions similaires (*Swartjes et Janssen, 2016 ; Wragg, 2014*).

D'autres lithologies présentant des concentrations quasi-totales élevées en arsenic sont les Couches à *Pleuroceras spinatum* (lm3) et le Dogger moyen (dom). Il est connu des Couches à *Pleuroceras spinatum*, notamment des couches – Macigno (lm3b) qu'elles sont ferrugineuses et contiennent des concrétions calcaires (www.géologie.lu) et il est supposé que les limons de minerai de fer psiolithiques (e) superposé au Dogger moyen peuvent pénétrer les couches du Dogger moyen et se mélanger notamment au niveau de sols des plateaux.

LE CADMIUM

Le cadmium appartient au groupe 12 du tableau périodique ayant le numéro atomique de 48 et une masse molaire d'environ 112 g/mol. Le cadmium se trouve principalement à l'état d'oxydation (+2), ces caractéristiques chimiques sont similaires à ceux du zinc (*De Vos et al., 2006*).

Au niveau mondial, les concentrations en cadmium dans les roches et les sols sont relativement faibles avec une abondance plus élevée dans les roches sédimentaires (*Kubier et al., 2020*). Dans les minéraux, le cadmium apparaît majoritairement comme substitut du mercure, du cuivre, du plomb et du zinc dans des minéraux sulfurés. Dans un sol à pH neutre ou alcalin le cadmium est immobilisé par sa tendance à former des carbonates (CdCO_3) et des silicates (CdSiO_3) ainsi que de s'adsorber aux hydroxydes de fer et aux argiles (*Tabelin et al., 2018*). Son adsorption dans les sols est en général moins forte que celle d'autres métaux bivalents, ce qui implique une mobilité relativement élevée dans les sols et les sédiments (*Alloway et Ayres, 1996*). Le cadmium est également étroitement lié aux pyrites. Ces minéraux peuvent comprendre des impuretés et présenter des concentrations en cadmium jusqu'à 52 mg/kg ce qui implique que l'oxydation de la pyrite peut mener à une mobilisation importante du cadmium (*Tabelin et al., 2018 ; Kubier et al., 2020*). Le rapport moyen en Europe, entre concentrations de cadmium dans les sols de surface et les sols de profondeur est de 1.477 (*De Vos et al., 2006*), ce qui indique une accumulation du cadmium dans les sols de surface. Cette accumulation est probablement due aux activités anthropiques mais peut également être favorisée par des processus naturels (*De Vos et al., 2006*).

L'usage du cadmium dans l'industrie est essentiellement la production de batteries, d'alliage, de pigments, de stabilisateurs et pour le plaquage métallique (*ECB, 2007*). Des sources diffuses de cadmium sont l'application d'engrais organiques (boues d'épurations) et minéraux (notamment engrais phosphaté), l'incinération de déchets et les émissions liées à l'extraction et la fonte de métaux dont notamment le zinc (*Alloway et Ayres, 1996 ; OMS, 2000 ; ECB, 2007*). Il y a des preuves que le cadmium présente une affinité pour la matière organique telle que certains types de charbon, les tourbes et des pétroles brutes dans lesquelles des concentrations élevées en cadmium peuvent être retrouvées (*De Vos et al., 2006*). La combustion de carburants fossiles constitue donc également une source diffuse substantielle de cadmium (*OMS, 2000*).

LE CADMIUM DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 5. Cartes des concentrations en cadmium dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

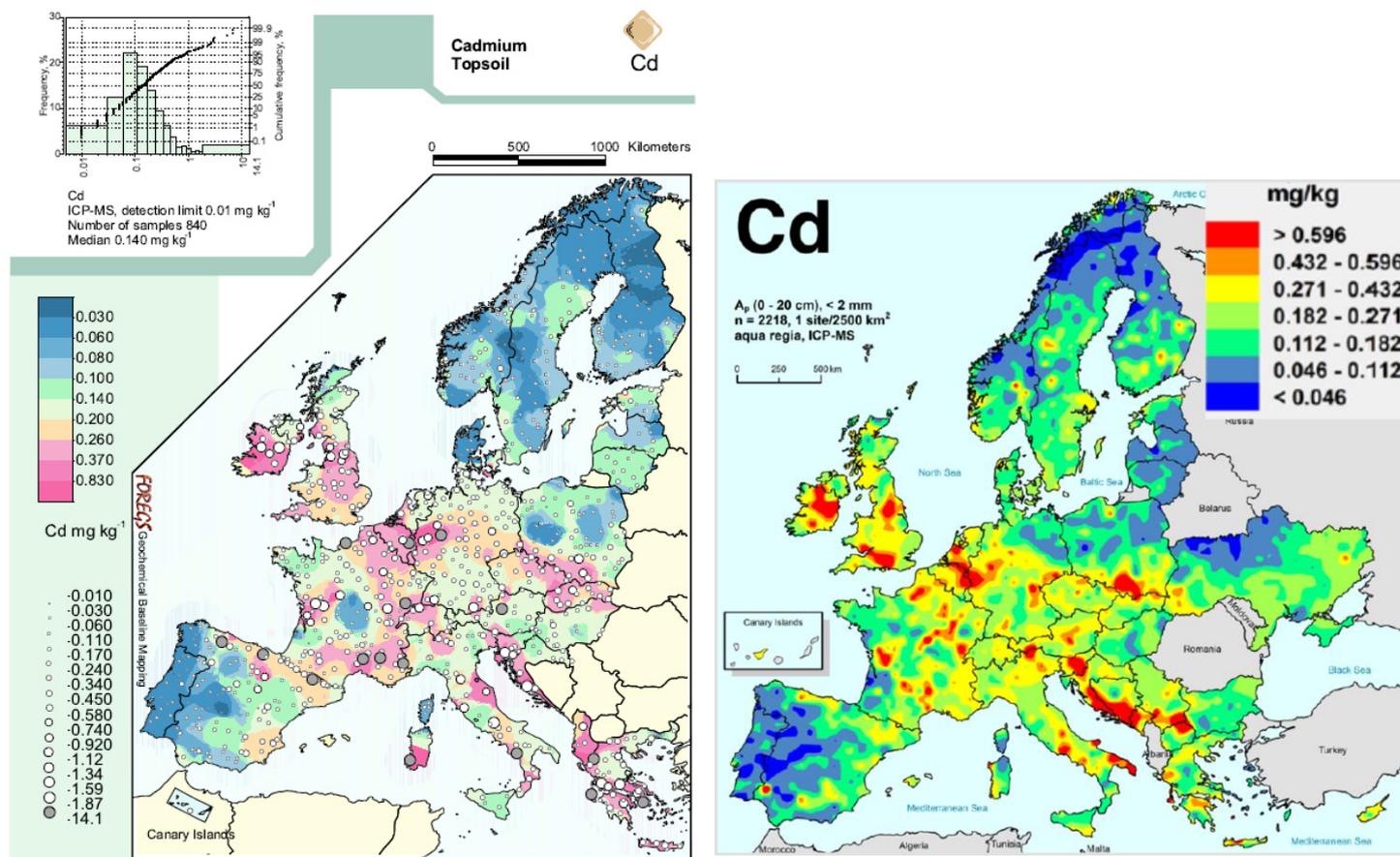


Table 4. Valeurs de références en mg/kg de la CF quasi-totale en cadmium dans les sols européens établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	840	<0.01	-	0.15	0.28	-	0.48	14.1
		50-200	783	<0.01	-	0.09	0.19	-	0.31	14.2
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	<0.01	0.11	0.18	-	0.28	-	7.50
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.02	-	-	0.09	-	-	3.17

*Concentrations totales

LE CADMIUM DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 5. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cadmium** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	0.10	0.20	0.33	0.36	0.69	0.75	1.43	5.80

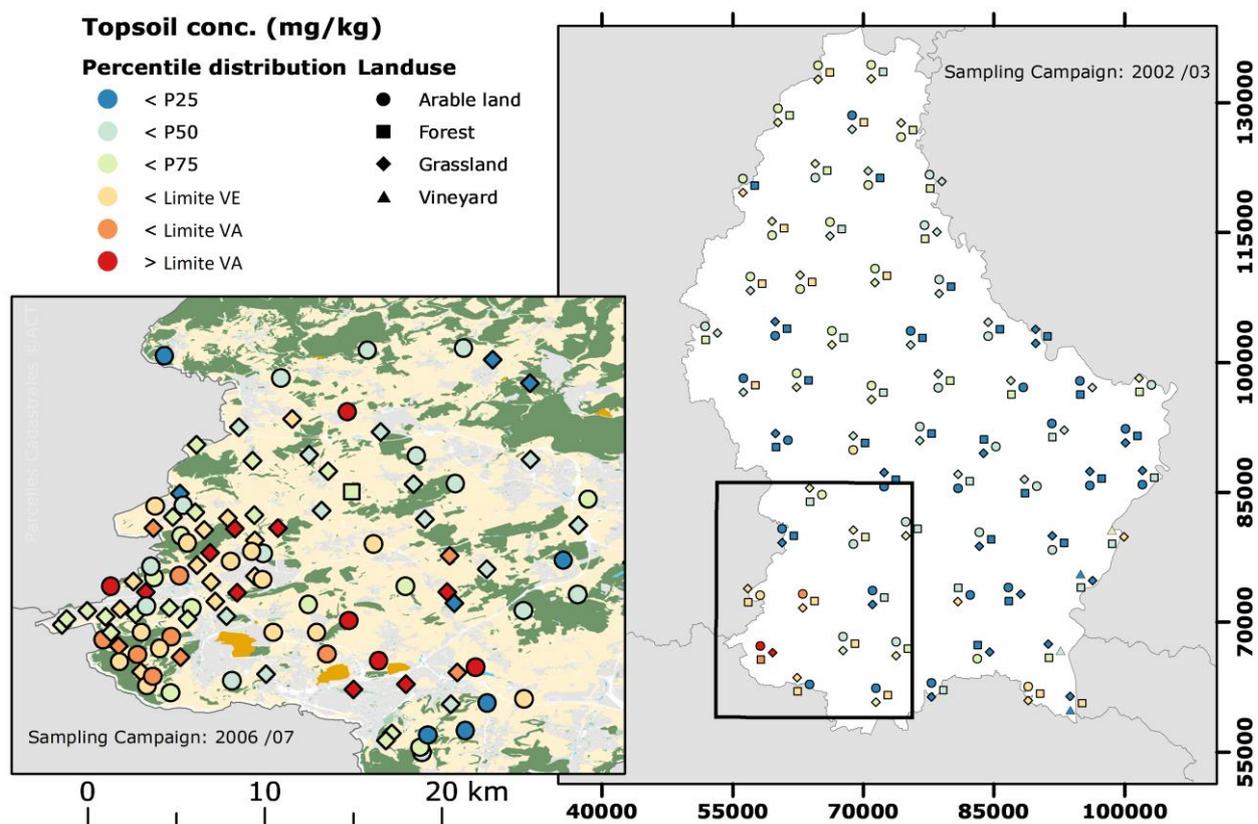


Figure 6. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en cadmium des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 6. Valeurs de références des CF quasi-totales en **cadmium** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. : moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	0.10	0.20	0.23	0.33	0.44	0.68	1.02
Buntsandstein (s)	27	0.10	0.20	0.23	0.32	0.34	0.65	0.98
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	0.10	0.10	0.18	0.20	0.33	0.35	0.50
Grès de Lux. (li2)	86	0.10	0.10	0.19	0.21	0.28	0.37	0.54
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	0.10	0.10	0.21	0.27	0.45	0.53	0.78
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	0.10	0.10	0.17	0.25	0.33	0.48	0.70
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	0.11	0.29	0.50	0.90	1.39	2.09	3.27
lm3a-b, lm3a et -lm3b Ouest*	42	0.26	0.39	0.41	0.60	0.68	1.11	1.62
C. à Harp. falc. (lo1)	60	0.63	0.86	1.13	1.46	2.09	2.70	3.95
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	0.10	0.24	0.50	0.38	1.38	0.80	1.22
Minette (lo6-dou)**	19	0.19	0.63	0.54	0.81	1.00	1.74	2.67
Dogger moy. (dom)	29	0.34	0.51	0.67	1.06	1.40	2.12	3.19
Formations superficielles (d)	57	0.10	0.21	0.29	0.32	0.60	0.65	0.98

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

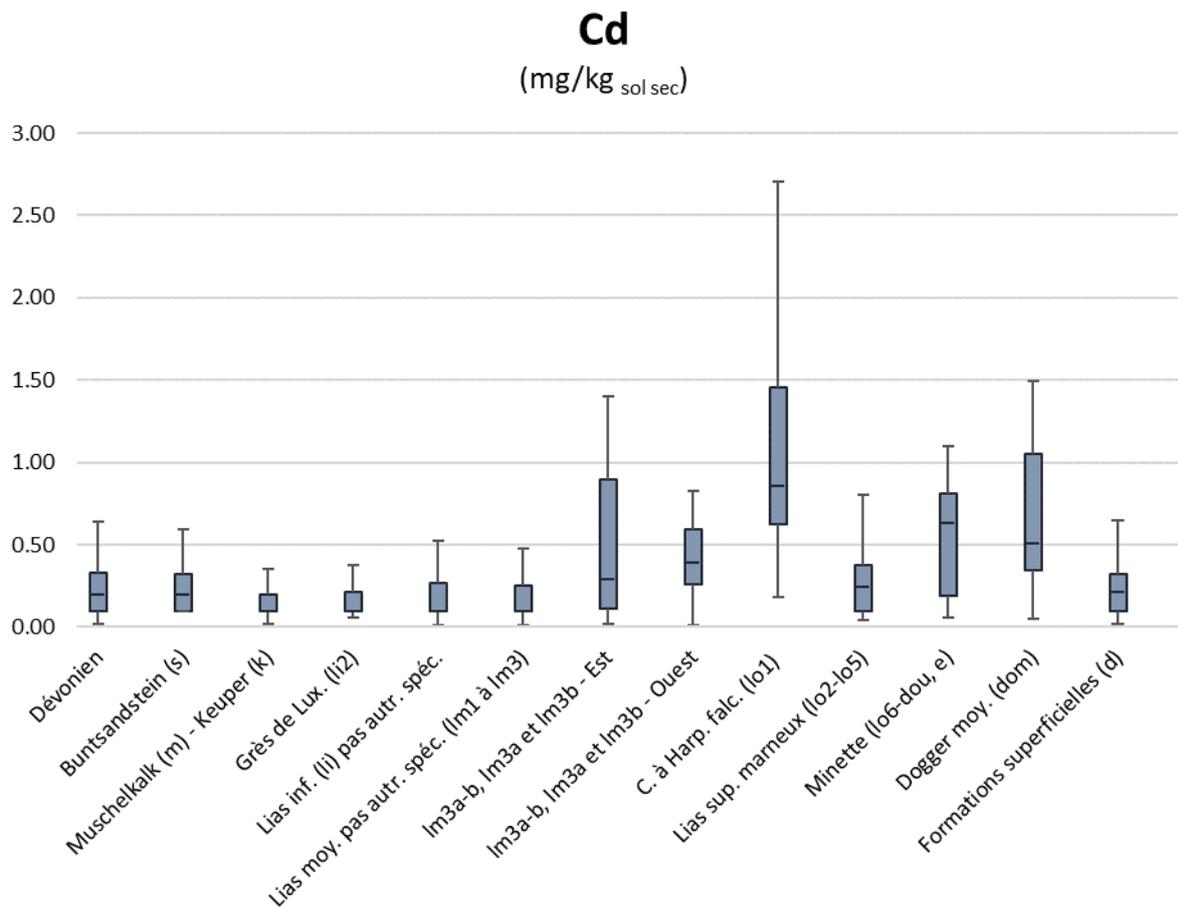


Figure 7. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en cadmium en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LES CF ÉLEVÉES

Les concentrations en cadmium relativement élevées dans les « Couches à Harpoceras falciferum » (lo1), généralement appelées les « Schistes bitumineux », sont probablement liées à la présence importante de pyrite dans cette roche (SGL, 2010 ; Tabelin et al., 2018). Les concentrations un peu plus élevées dans les régions des « Couches à Pleuroceras spinatum » (lm3), de la « Minette » (lo6-dou), et du « Dogger moyen » (dom) sont probablement liées aux concentrations élevées en fer dans ces couches. Le cadmium souvent associé au fer, notamment à cause de sa forte affinité d'adsorption avec les oxydes et hydroxydes de fer ainsi que du fait qu'il peut se substituer au fer dans des structures minérales (Tabelin et al., 2018 ; Kubier et al., 2020).

LE CHROME

Le chrome appartient au groupe 6 du tableau périodique ayant le numéro atomique de 24 et une masse molaire d'environ 52 g/mol. Le chrome a deux états d'oxydation principaux (+3 et +6) (*De Vos et al., 2006*).

Globalement le chrome forme comme élément majeur des minéraux tels que le chromite (FeCr_2O_4) et le crocoïte (PbCrO_4). Par ailleurs le chrome peut être accessoire à d'autres minéraux tels que les micas ou les amphiboles, les pyroxènes (*De Vos et al., 2006*). La plupart de ces minéraux ne sont pas des phases dominantes dans la géologie luxembourgeoise. Dans son état d'oxydation +3, le chrome peut se substituer au fer et au manganèse dans autres structures minérales (*De Vos et al., 2006*). Dans les sols, l'état d'oxydation +3 prévaut par rapport aux autres. En effet, le chrome +6 est généralement réduit à un état d'oxydation +3, à cause des conditions anaérobies des sols saturés ou à cause de l'influence de la matière organique dans les sols aérés (*ATSDR, 2012*). Le chrome présente une mobilité assez réduite dans les sols. La mobilité est dépendante du pH, de la conductivité électrique (Eh) et de la teneur en matière organique. En générale, la sorption du chrome VI est corrélé négativement avec le pH tandis que la sorption du chrome III avec le pH est positivement corrélé. Le chrome III est également un substitut du fer III dans des minéraux et peut précipiter sous forme de $\text{Cr}(\text{OH})_3$ dans les mêmes conditions que les hydroxydes de fer III, $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Le rapport moyen en Europe, entre concentrations de chrome dans les sols de surface et les sols de profondeur est de 1.096 (*De Vos et al., 2006*).

Le chrome est utilisé dans une large gamme de produits et processus de production, dont des produits de préservation de bois, des pigments, des catalyseurs... Il est aussi utilisé dans les tanneries, lors de la production de vitamine K, de certaines cires et dans le cadre de l'industrie métallurgique (galvanisation, acier inoxydable) (*ECB, 2005 ; De Vos et al., 2006*).

LE CHROME DANS LES SOLS EUROPEENS

Table 7. Cartes des concentrations en **chrome** dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

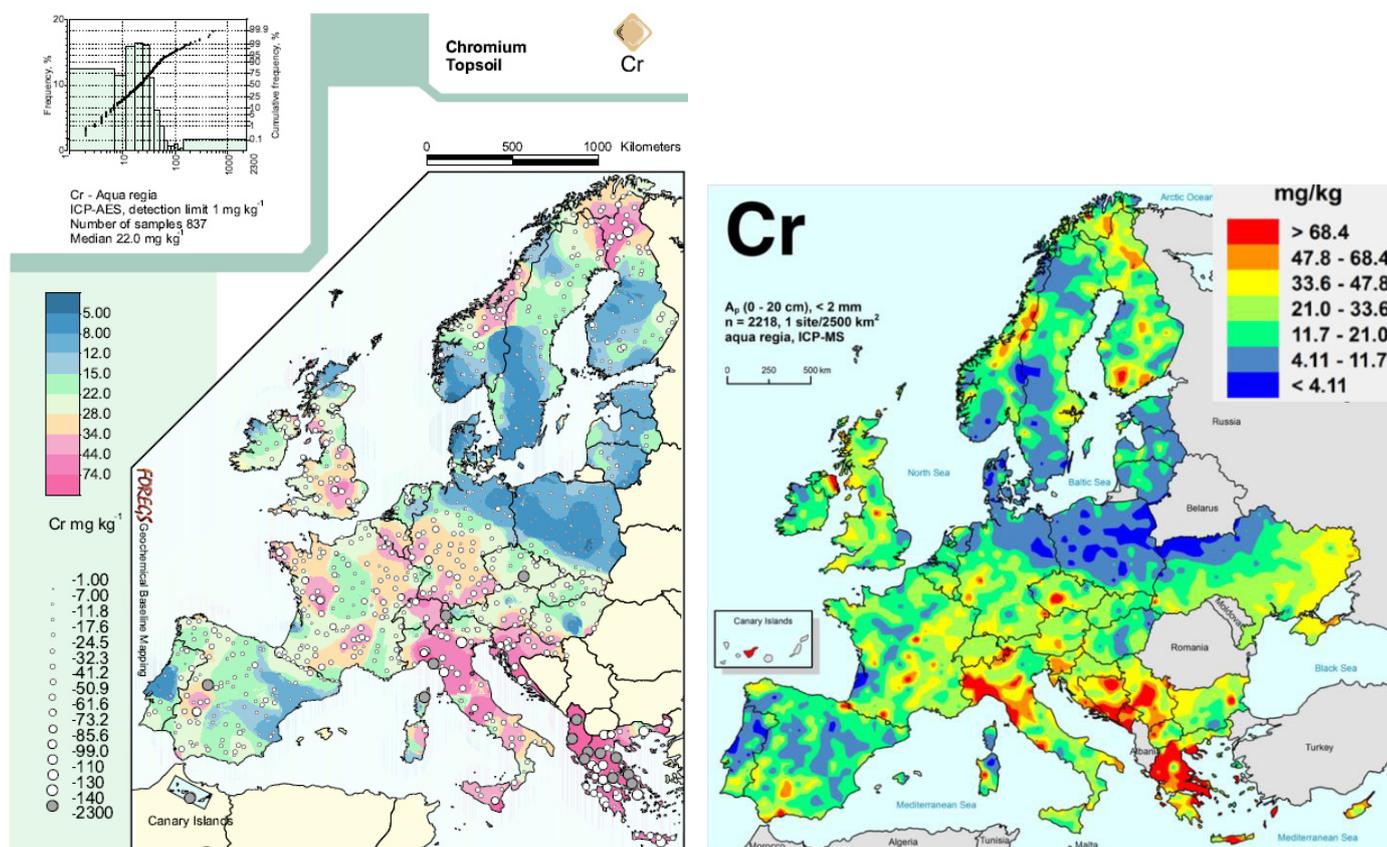


Table 8. Valeurs de références de la CF quasi-totale en **chrome** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	1.00	-	22.0	32.6	-	53.0	2340
		50-200	784	<1.00	-	24.0	35.4	-	58.0	1710
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	0.40	11.0	20.0	-	33.0	-	696
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	1.57	-	-	21.7	-	-	274

LE CHROME DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 9. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **chrome** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	32.0	43.1	47.0	54.5	77.0	88.3	128	205

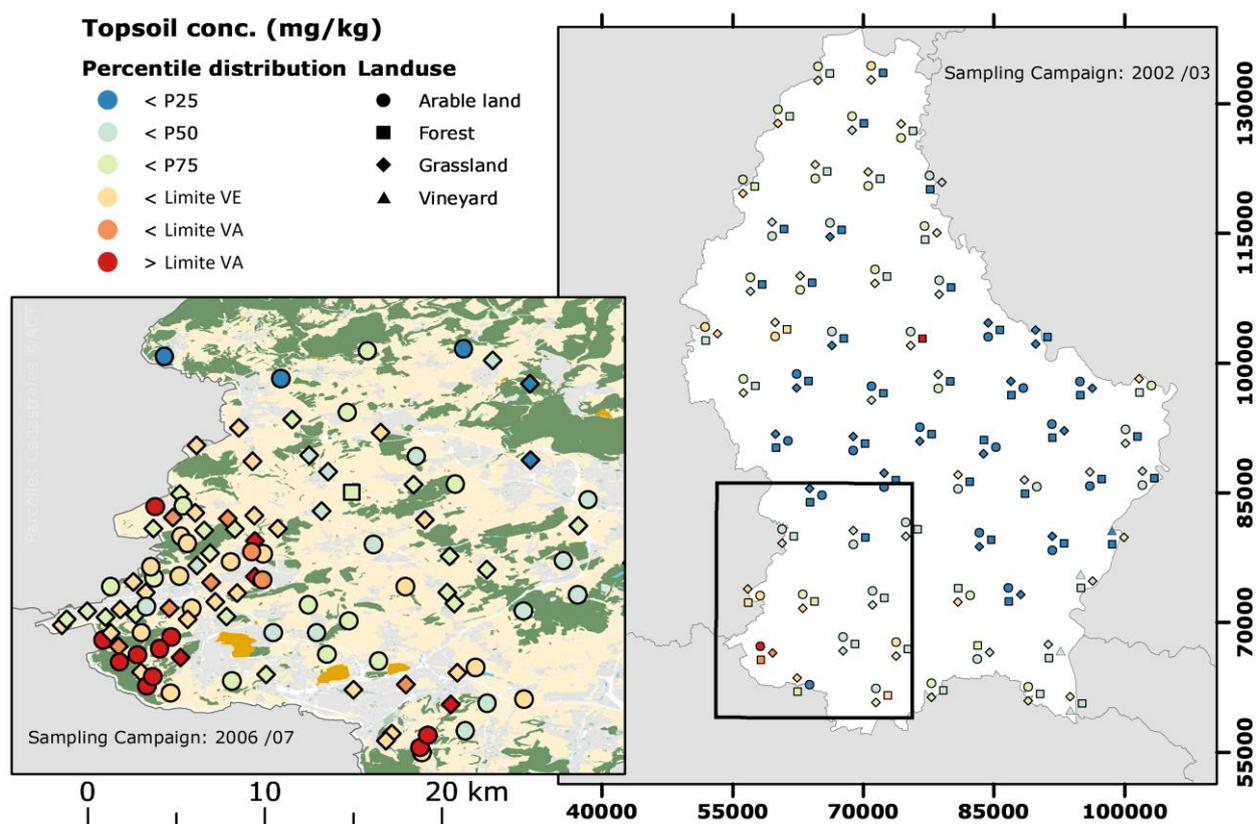


Figure 8. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en chrome des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 10. Valeurs de références des CF quasi-totales en **chrome** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	34.6	42.0	43.4	51.0	56.0	75.7	100
Buntsandstein (s)	27	26.0	33.0	34.8	49.0	51.6	83.5	118
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	25.7	36.1	35.5	44.2	54.4	72.3	100
Grès de Lux. (li2)	86	9.0	12.6	13.2	17.6	21.3	30.4	43.2
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	28.3	38.0	39.2	48.0	54.0	77.6	107
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	42.3	49.0	49.1	54.0	59.2	71.6	89.3
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	42.8	47.5	48.1	53.8	58.7	70.3	86.8
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	61.3	81.0	86.0	107	130	174	242
C. à Harp. falc. (lo1)	60	47.0	56.0	58.9	66.0	77.9	94.5	123
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	44.5	51.0	57.4	60.0	96.1	83.3	107
Minette (lo6-dou)**	19	71.0	104	104	128	156	214	299
Dogger moy. (dom)	29	82.5	107	109	136	151	215	295
Formations superficielles (d)	57	39.4	49.0	51.3	62.0	73.2	95.9	130

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.*

* Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

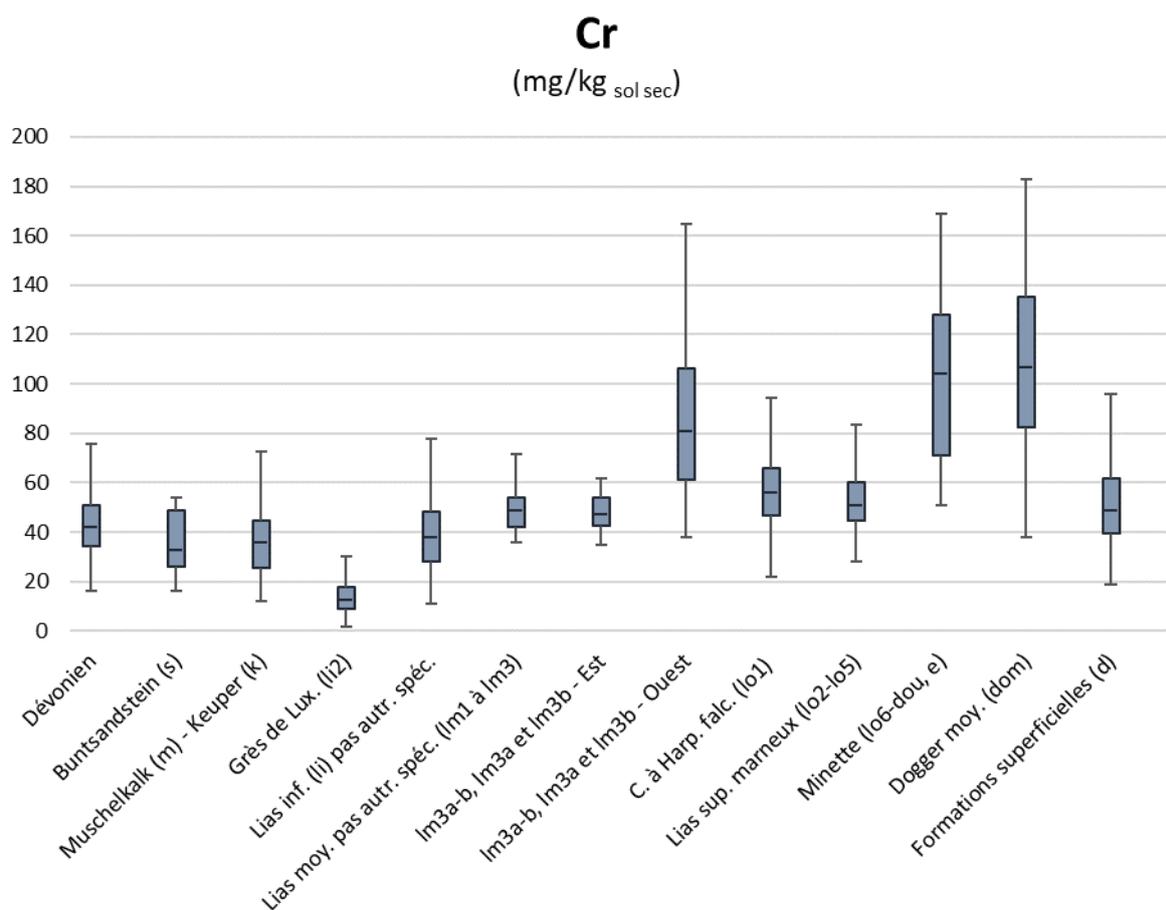


Figure 9. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en chrome en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LES CF ÉLEVÉES

Hormis le cas des schistes bitumineux (lo1), les régions homogènes présentant des CF en chrome relativement élevées sont les mêmes que dans le cas du cadmium. Ce phénomène peut être expliqué par l'étroit lien entre le chrome et le fer dans la minéralogie et leurs comportements généraux dans les sols dont notamment la co-précipitation sous forme d'hydroxydes.

LE COBALT

Le cobalt appartient au groupe 9 du tableau périodique. Il a le numéro atomique 27 et une masse molaire d'environ 59 g/mol. Le cobalt a deux états d'oxydation principaux (+2 et +3) (*De Vos et al., 2006*).

Le cobalt forme comme élément majeur des minéraux assez rares et est un élément accessoire dans plusieurs minéraux comme l'olivine, le pyroxène, l'amphibole, le mica et les sulfures de fer (*De Vos et al., 2006*). Pour le Luxembourg les plus importants sont le mica, les sulfures de fer (pyrite etc.) (*Philippo et al., 2007*). Dans son état d'oxydation de +2, le cobalt peut être un substitut du fer II et du manganèse II. Les concentrations en cobalt sont généralement basses dans des sols développés sur des grès purs et augmentent en présence de fer et de manganèse. La mobilité du cobalt est inversement corrélée avec le pH. Par ailleurs, la présence d'hydroxydes de fer et de manganèse peut limiter la mobilité du cobalt. Le rapport moyen en Europe, entre concentrations de cobalt dans les sols de surface et les sols de profondeur est de 0.918. (*De Vos et al., 2006*)

Les sources anthropiques de cobalt sont entre autres, la combustion de charbon, la production de certains aciers, l'apport d'engrais, l'industrie métallurgique y compris l'extraction et la fonte, notamment du plomb, du fer et de l'argent (*De Vos et al., 2006*). Le cobalt est également utilisé depuis le 18^{ème} siècle afin de produire des pigments comme le « bleu de cobalt » ($(\text{Co,Zn})_2\text{SiO}_4$) (*Kremer-Pigmente*) qui est entre autre utilisé dans l'industrie de la porcelaine pour, par exemple, réaliser la coloration du type « Vieux Luxembourg » (*Villeroy et Boch, 2018*).

LE COBALT DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 10. Cartes des concentrations en cobalt dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

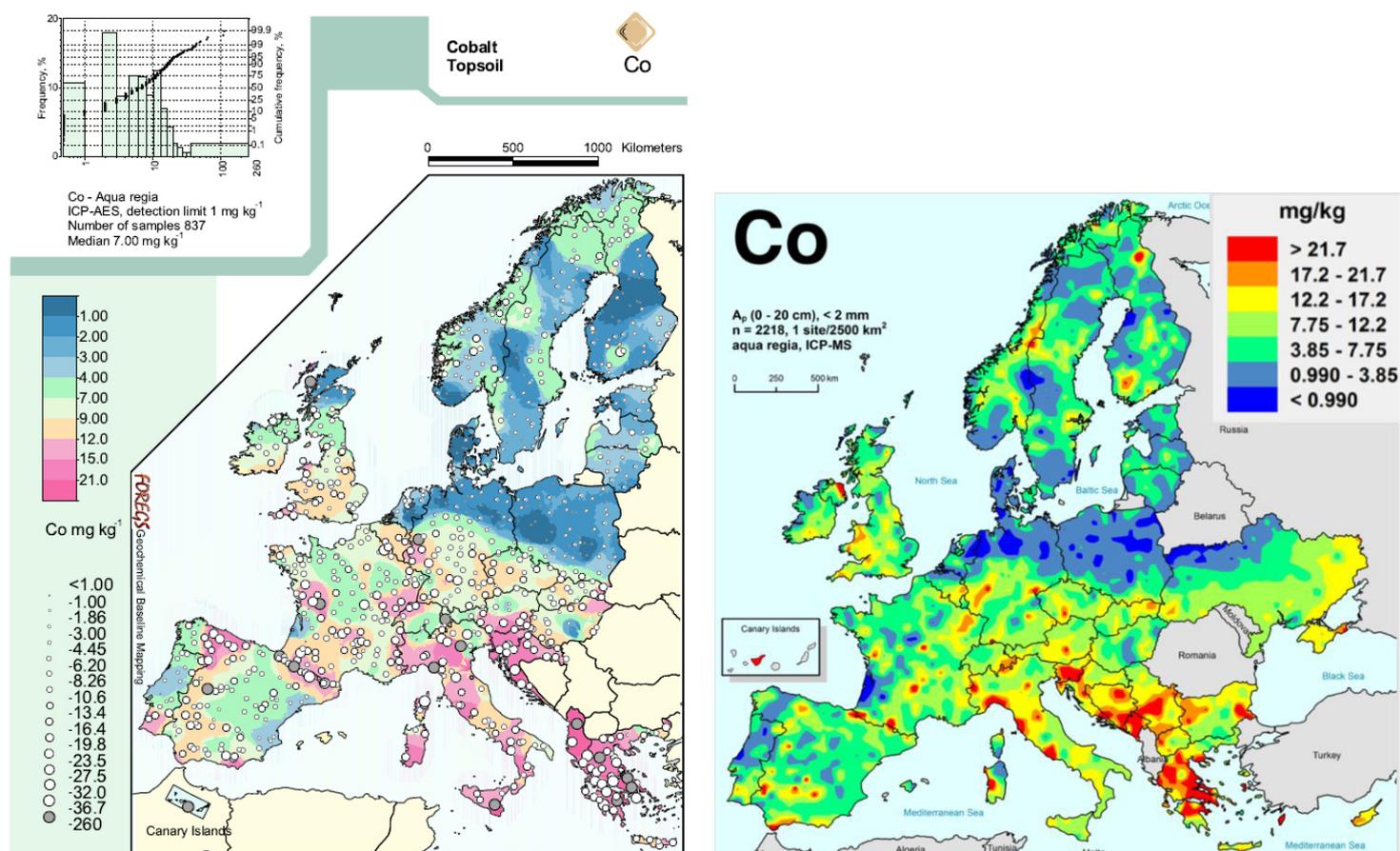


Table 11. Valeurs de références de la CF quasi-totale en **cobalt** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	<1.00	-	7.00	8.91	-	17.0	255
		50-200	784	<1.00	-	8.00	9.47	-	17.0	191
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	<0.10	3.70	7.50	-	12.0	-	126
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.32	-	-	6.35	-	-	92

LE COBALT DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 12. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cobalt** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	10.0	14.1	15.1	18.6	25.0	31.4	41	63

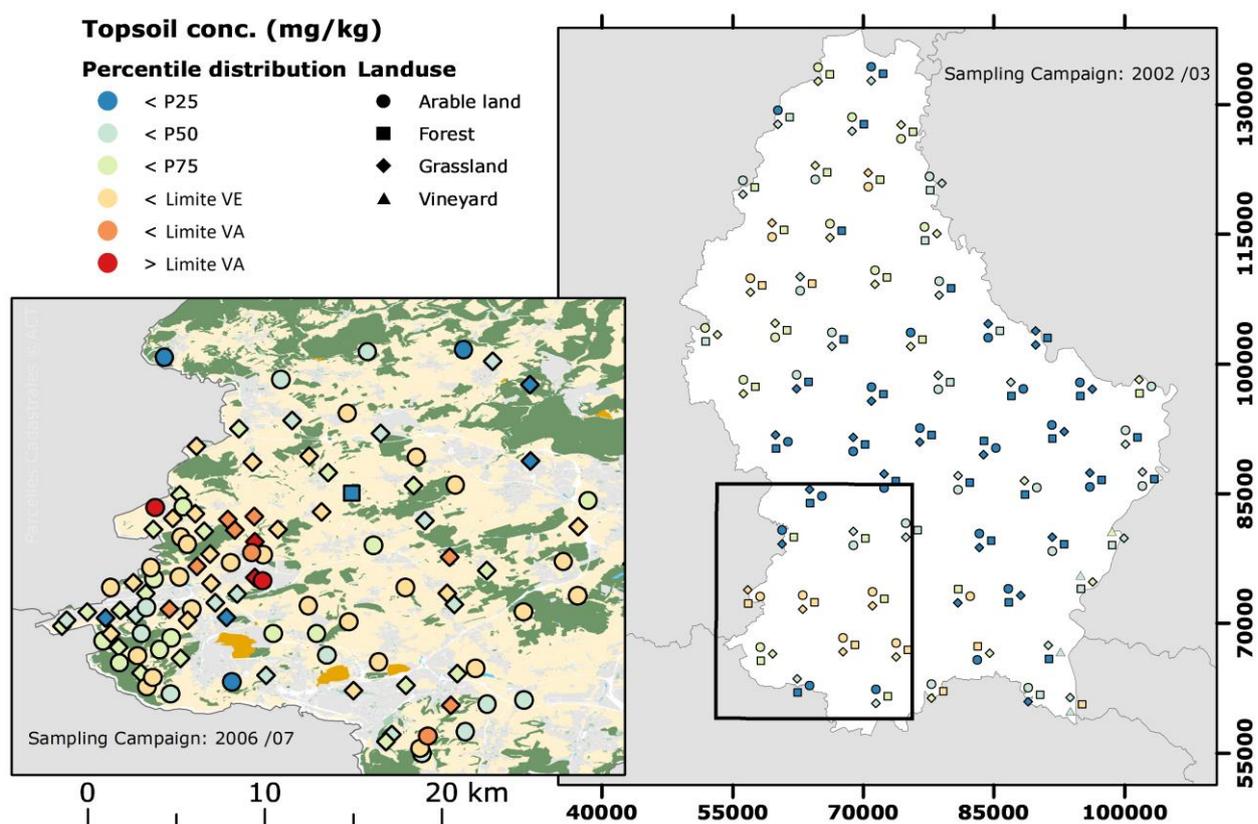


Figure 11. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en cobalt des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 13. Valeurs de références des CF quasi-totales en **cobalt** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	12.9	15.0	14.8	17.0	19.0	23.1	29.2
Buntsandstein (s)	27	7.90	11.0	11.7	16.0	18.2	28.2	40.3
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	8.69	11.0	11.9	14.0	15.6	22.3	30.5
Grès de Lux. (li2)	86	1.35	2.79	3.44	4.81	7.30	10.0	15.2
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	9.30	13.0	13.7	16.2	22.0	26.7	37.1
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	14.0	17.5	18.3	22.0	26.0	34.0	46.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	14.3	19.5	20.6	24.0	36.7	38.6	53.3
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	24.0	27.5	30.6	34.3	46.4	49.6	65.0
C. à Harp. falc. (lo1)	60	16.0	19.5	21.1	25.8	31.8	40.4	55.0
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	10.0	13.0	15.8	19.0	29.7	32.5	46.0
Minette (lo6-dou)**	19	16.0	18.0	21.6	23.0	40.0	33.5	44.0
Dogger moy. (dom)	29	14.0	16.0	15.4	17.0	21.0	21.5	26.0
Formations superficielles (d)	57	12.5	19.8	18.4	23.8	28.0	40.6	57.5

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

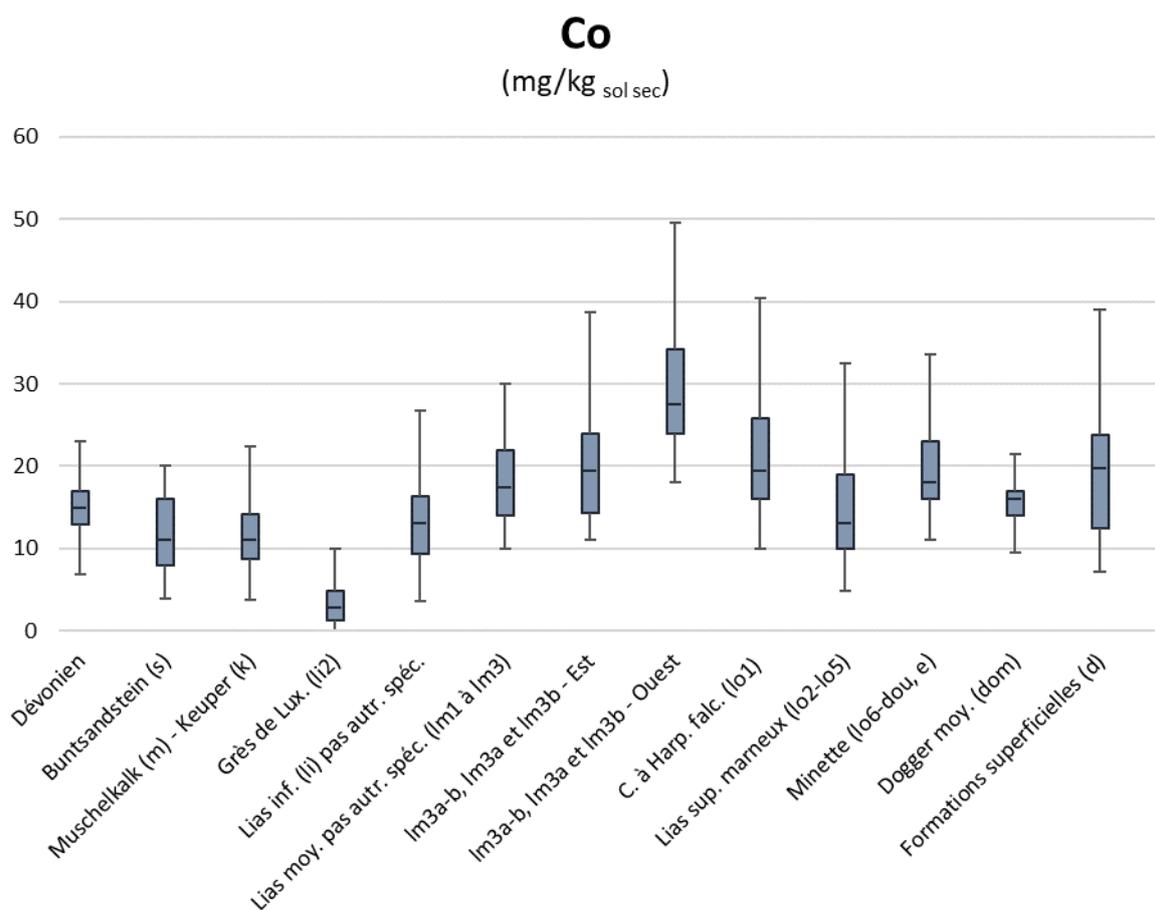


Figure 12. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en cobalt en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LE CUIVRE

Le cuivre appartient au groupe 11 du tableau périodique. Il a le numéro atomique 29 et une masse molaire d'environ 63 g/mol. Le chrome a deux états d'oxydation principaux (+1 et +2) (*De Vos et al., 2006*). Le cuivre est un micronutriment essentiel pour l'Homme (*Tabelin et al., 2018*).

Le cuivre forme des minéraux tels que le chalcopryrite (CuFeS_2), qui constitue le minéral principal du minerai de cuivre de Stolzenbourg ou le Malachite ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})$) qui est également présent à Stolzenbourg (*Philippo et al., 2007*). Hormis les minerais, le cuivre est le plus souvent présent en tant qu'élément de trace associé à des minéraux comme le mica (le pyroxène et l'amphibole). Le cuivre peut être présent en concentrations plus élevées (environ 50 mg/kg) dans des roches sédimentaires détritiques à grain fin telles que les schistes bitumineux « black shales ». Le cuivre montre une affinité pour la matière organique et s'accumule souvent dans les horizons de surface à cause d'un apport anthropique. En général, le cuivre est retenu par des sites d'échange cationique organiques et inorganiques. La rétention du cuivre dans le sol est fortement dépendante du pH. Malgré une mobilité très limitée, le cuivre est généralement présent dans les solutions des sols. Le rapport entre concentrations dans les sols de surface et les sols de profondeur est de 0.967, en moyenne en Europe. Même si ce rapport ne l'indique pas au niveau européen, au niveau régional, les sols de surface sont susceptibles d'accumuler du cuivre, notamment dû à l'application de boues d'épuration ou de pesticides enrichies en cuivre (*De Vos et al., 2006*).

Les sources anthropiques du cuivre sont l'extraction et la fonte du cuivre même, l'industrie électrique, la production d'acier, et l'agriculture y compris la viticulture via l'application de boues d'épurations et de produits phytopharmaceutiques (p.ex. bouillie bordelaise) (*De Vos et al., 2006 ; Ballabio et al., 2018*)

LE CUIVRE DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 13. Cartes des concentrations en cuivre dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

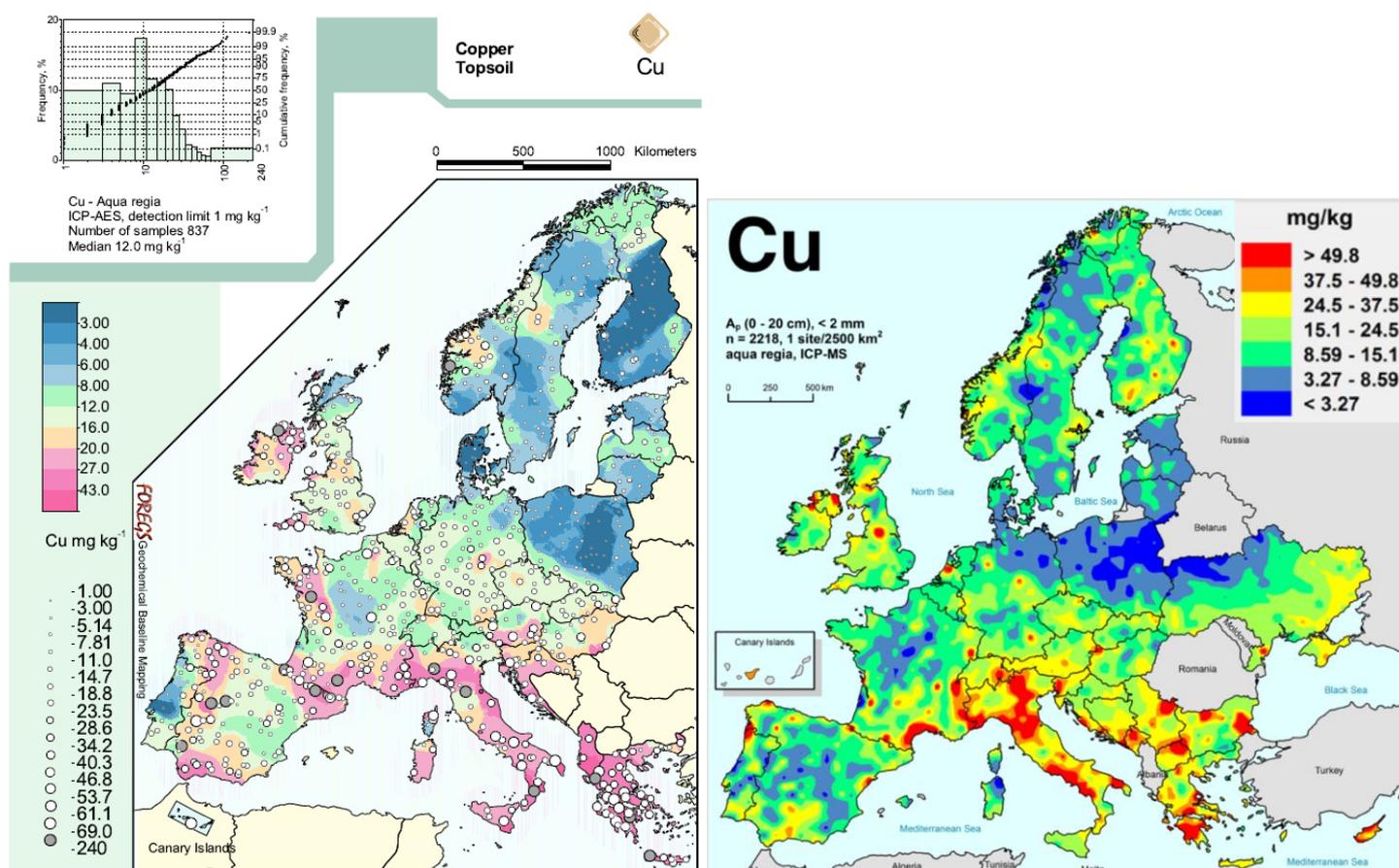


Table 14. Valeurs de références en mg/kg de la CF quasi-totale en **cuivre** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	1.00	-	12.0	16.4	-	33.0	239
		50-200	784	<1.00	-	13.0	16.5	-	33.0	118
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	0.30	8.30	15.0	-	24.0	-	395
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.91	-	-	13.0	-	-	159

LE CUIVRE DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 15. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cuivre** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	11.0	15.2	18.4	22.0	32.3	38.5	57.9	139

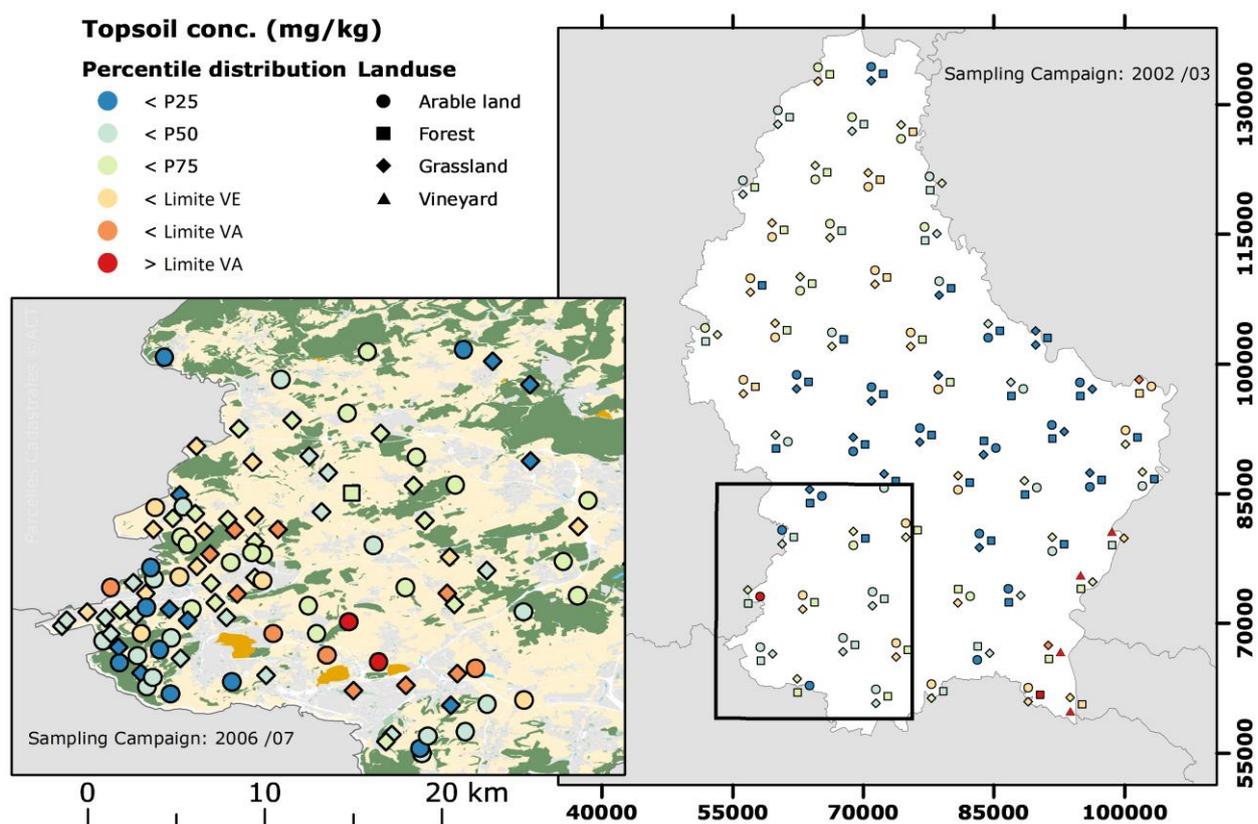


Figure 14. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en cuivre des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 16. Valeurs de références des CF quasi-totales en **cuivre** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	13.8	18.0	18.1	22.0	27.0	34.3	46.5
Buntsandstein (s)	27	7.20	11.0	17.2	28.0	34.6	59.2	90.4
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	10.9	14.9	17.5	24.1	34.0	42.6	61.2
Grès de Lux. (li2)	86	3.06	5.25	6.34	9.92	13.0	20.2	30.5
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	12.0	16.0	17.8	21.0	29.0	34.5	48.0
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	15.0	18.0	18.6	21.0	25.0	30.0	39.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	15.0	16.0	21.9	32.5	42.7	58.8	85.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	14.8	19.0	21.6	23.0	26.7	35.4	47.8
C. à Harp. falc. (lo1)	60	28.3	40.0	40.7	52.8	62.9	89.5	126.3
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	10.0	12.0	17.7	17.5	39.9	28.8	40.0
Minette (lo6-dou)**	19	11.0	13.0	12.8	15.0	15.0	21.0	27.0
Dogger moy. (dom)	29	11.0	12.0	13.6	14.0	18.0	18.5	23.0
Formations superficielles (d)	57	12.5	15.6	18.9	19.6	32.9	30.3	41.1

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

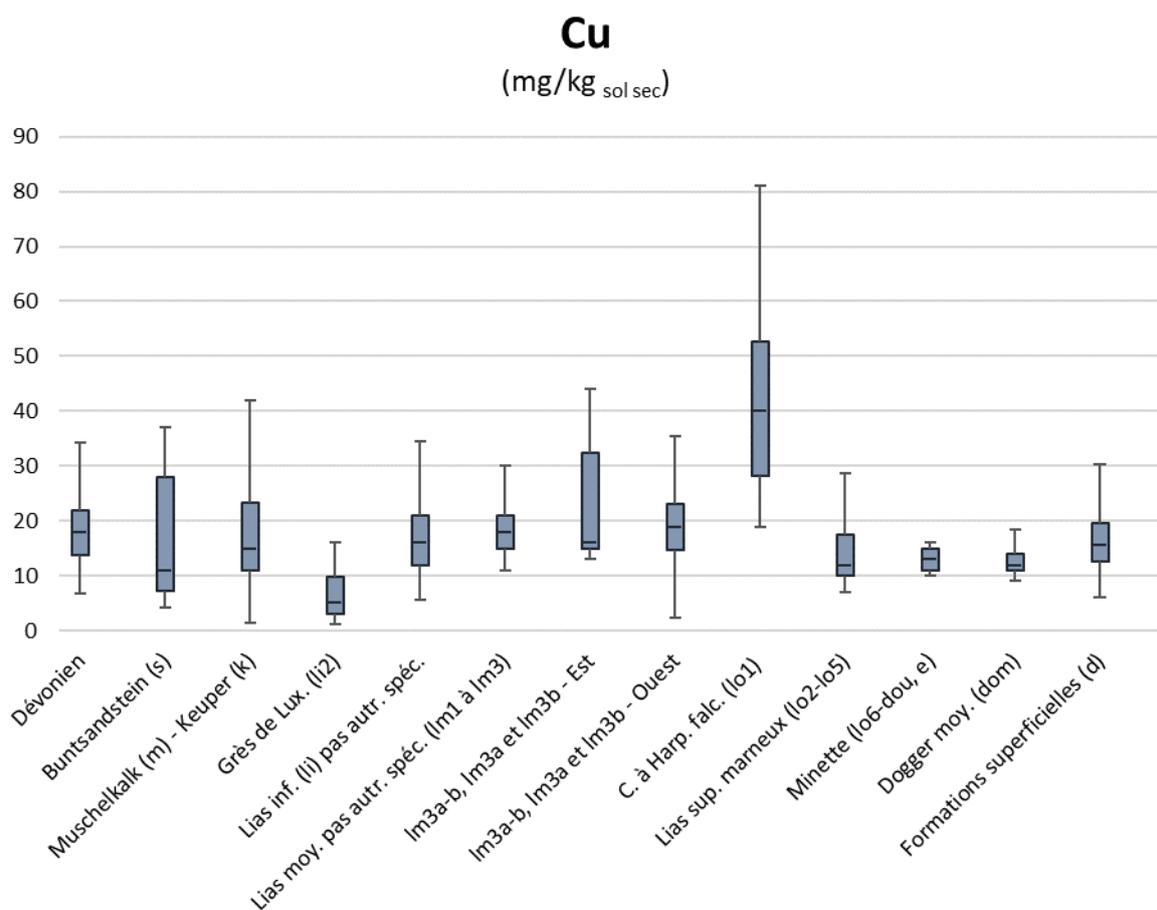


Figure 15. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en cuivre en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LA CF DANS LES VIGNOBLES

Les vignobles qui ont été échantillonnés lors des campagnes du « Bodenmonitoring » présentent des concentrations quasi-totales en cuivre notablement plus élevées que les valeurs de références de la CF pour tout le pays confondu et même par rapport à la région homogène du Muschelkalk et Keuper, au sein de laquelle tous les vignobles échantillonnés sont localisés.

Table 17. Tableau comparant les valeurs statistiques des CF en **cuivre** (mg/kg sol sec) mesurées dans des vignobles par rapport aux valeurs de références pour la région homogène du Muschelkalk-Keuper et du pays entier.

	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Max
Vignobles	9	18.5	81.2	107	188	-	333
Vignobles – Sol surf.	4	56.6	167	165	271	-	333
Vignobles – Sol prof.	4	14.1	14.1	41.2	20.9	-	88.6
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	10.9	14.9	17.5	24.1	34.0	63.5
GD-Lux.	911	11.0	15.2	18.4	22.0	32.3	139

Comme constater dans d'autres pays européens producteurs de vin, le lien entre les concentrations élevées de cuivres et des vignobles (*Stumpf et al., 2009*) est bien connu et documenter par exemple en Croatie (*Romic et al., 2013*), en Czech Republic (*Komarek et al., 2008*), ou en Italie (*Deluisa et al., 1996*). Ceci est aussi le cas pour la Moselle (*Stumpf et al., 2009*) avec des concentrations en cuivre de 16.5 – 656.1 mg/kg dans les sols des vignes en Allemagne. Cette problématique est dû à l'application historique et courante de produits phytopharmaceutiques contenant du cuivre, tels que la bouille bordelaise (*Ballabio, C. et al. 2018*). Le cuivre étant un élément trace métallique peu mobile dans les sols, il ces concentrations sont le résultats d'une accumulation à travers des décennies (*De Vos et al., 2006*). Ceci devient encore plus claire en comparant les concentrations des sols en profondeur à celles des sols de surface. Les sols en surface présentent en moyenne une concentration en cuivre de 165 mg/kg tandis que les sols en profondeur ne présentent qu'une concentration moyenne d'environ 41.2 mg/kg (cf. Table 17). En l'absence de source géologique, naturelle de cuivre pouvant mener à une telle accumulation de cet élément en surface au Luxembourg, il est très probable que ces concentrations observer dans les vignobles résulte d'un apport anthropique.

Ce phénomène n'est pas particulier aux vignobles Luxembourgeois. Une étude de *Ballabio et al. (2018)* a trouvé que des CF dépassant les concentrations naturelles sont le plus souvent liées à des activités anthropiques dont notamment la viticulture. 14.6 % des concentrations en cuivre dans les sols de vignobles, repris dans la base de données LUCAS, dépassaient les 100 mg/kg tandis qu'en général, uniquement 1.1 % des valeurs dépassaient ce seuil. Le lien a également été fait avec la fréquence de l'application de fongicides et le climat humide de ces régions (France et Italie). Même si la base de donnée LUCAS et l'étude de *Ballabio et al. (2018)* ne comprenaient pas d'échantillons de sol de vignobles localisés au Luxembourg, les observations faites par le « Bodenmonitoring » au

Grand-Duché semblent suivre les hypothèses proposées par ces études continentales et celles des études régionales des terroirs en Europe.

LE MERCURE

Le mercure appartient au groupe 12 du tableau périodique. Il a le numéro atomique de 80 et une masse molaire d'environ 201 g/mol. Le mercure a deux états d'oxydation principaux (+1 et +2) (*De Vos et al., 2006*) mais peut également exister dans l'environnement sous forme de mercure élémentaire Hg(0) (*Coulibaly, M. et al., 2016*). Les caractéristiques chimiques du mercure sont différentes de celles des autres membres du groupe 12 (p.ex. zinc et cadmium). Le mercure est le seul métal qui est liquide à température ambiante (*De Vos et al., 2006*).

Le principal minéral formé par le mercure est le cinabre (HgS). Une autre forme importante est le mercure élémentaire Hg(0). En général le mercure n'est pas incorporé dans beaucoup de formations rocheuses. La mobilité du mercure dans les sols est fortement dépendante de sa forme. La présence d'ions chlorure (Cl⁻) dans les sols semble inhiber la sorption du mercure aux particules minérales et à la matière organique, à cause de la formation du chlorure de mercure (HgCl) très stable et mobile. Par ailleurs, la transformation des composés organiques de mercure, tels que le méthyl-mercure, joue un rôle important dans le cycle du mercure dans l'environnement. L'accumulation du mercure dans les sols est dépendante de la quantité de carbone organique et de soufre. Il en résulte des concentrations en Hg plus élevées dans les sols organiques que dans les sols minéraux. Dans les sols acides et en conditions anaérobies, le mercure interagit avec le soufre pour former du HgS soluble (*De Vos et al., 2006 ; Coulibaly et al., 2016*). Les sols européens présentent en général une accumulation de mercure dans les sols de surface avec un rapport de 1.660 surface/profondeur, ce qui indique un impact anthropique via des phénomènes de pollutions diffuses (*De Vos et al., 2006*).

Globalement, les sources anthropiques de mercure sont, entre autres, l'extraction d'or, les procédés chlore-alcali, la production de produits contenant du mercure (pigments, peintures, batteries, application électriques, des obturations dentaires et autres), la combustion de charbon, l'incinération de déchets, la fonte de métaux et l'application de certains produits phytopharmaceutiques (*OMS, 2000 ; OMS, 2016*).

LE MERCURE DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 16. Cartes des concentrations en mercure dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

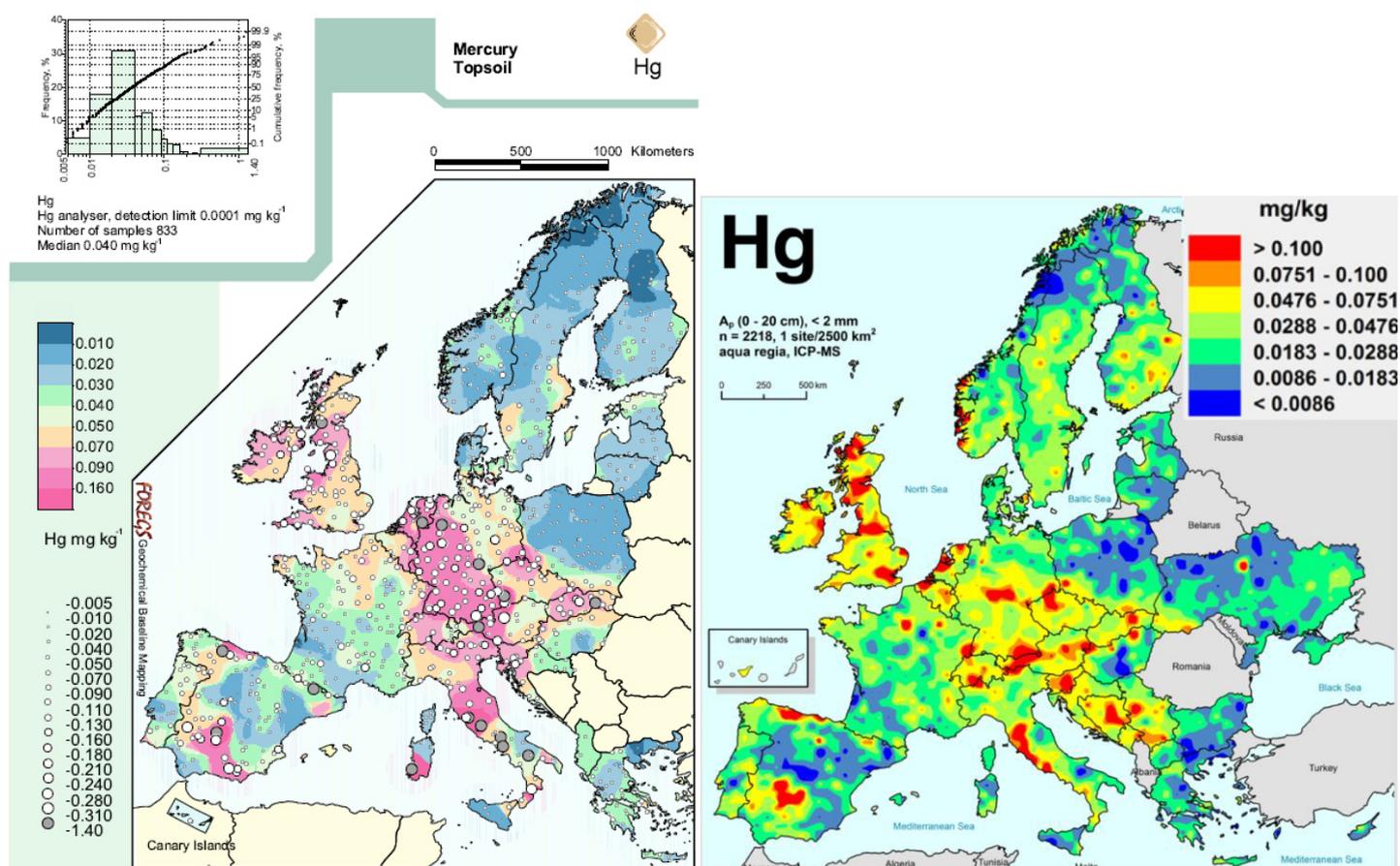


Table 18. Valeurs de références de la CF quasi-totale en **mercure** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)*	FORGES	0-25	833	0.005	-	0.037	0.061	-	0.115	1.35
		50-200	779	0.002	-	0.022	0.035	-	0.071	0.93
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	<0.003	0.018	0.030	-	0.048	-	1.56
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.000	-	-	0.040	-	-	1.59

*Concentrations totales

LE MERCURE DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 19. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **mercure** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	0.035	0.050	0.067	0.090	0.12	0.17	0.23	0.40

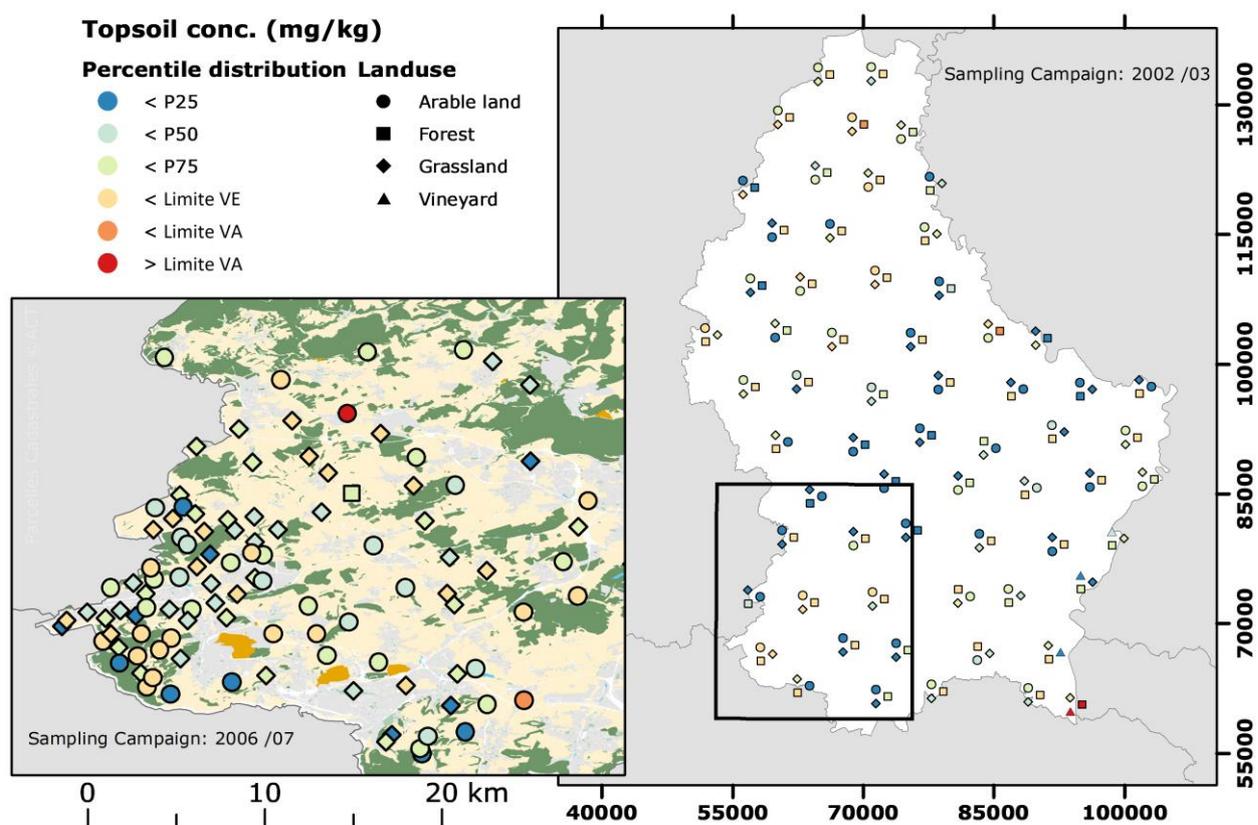


Figure 17. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en mercure des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 20. Valeurs de références des CF quasi-totales en **mercure** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. : moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	0.035	0.070	0.073	0.090	0.130	0.180	0.270
Buntsandstein (s)	27	0.035	0.035	0.062	0.090	0.110	0.180	0.270
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	0.035	0.035	0.063	0.075	0.130	0.135	0.195
Grès de Lux. (li2)	86	0.030	0.035	0.043	0.042	0.070	0.057	0.072
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	0.035	0.040	0.066	0.080	0.140	0.140	0.200
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	0.035	0.060	0.068	0.090	0.121	0.180	0.270
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	0.036	0.055	0.062	0.075	0.119	0.135	0.195
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	0.040	0.060	0.061	0.070	0.097	0.115	0.160
C. à Harp. falc. (lo1)	60	0.062	0.090	0.096	0.120	0.140	0.210	0.300
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	0.035	0.060	0.064	0.080	0.120	0.140	0.200
Minette (lo6-dou)**	19	0.040	0.080	0.094	0.140	0.200	0.290	0.440
Dogger moy. (dom)	29	0.045	0.090	0.085	0.110	0.150	0.200	0.290
Formations superficielles (d)	57	0.035	0.050	0.063	0.070	0.110	0.130	0.190

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

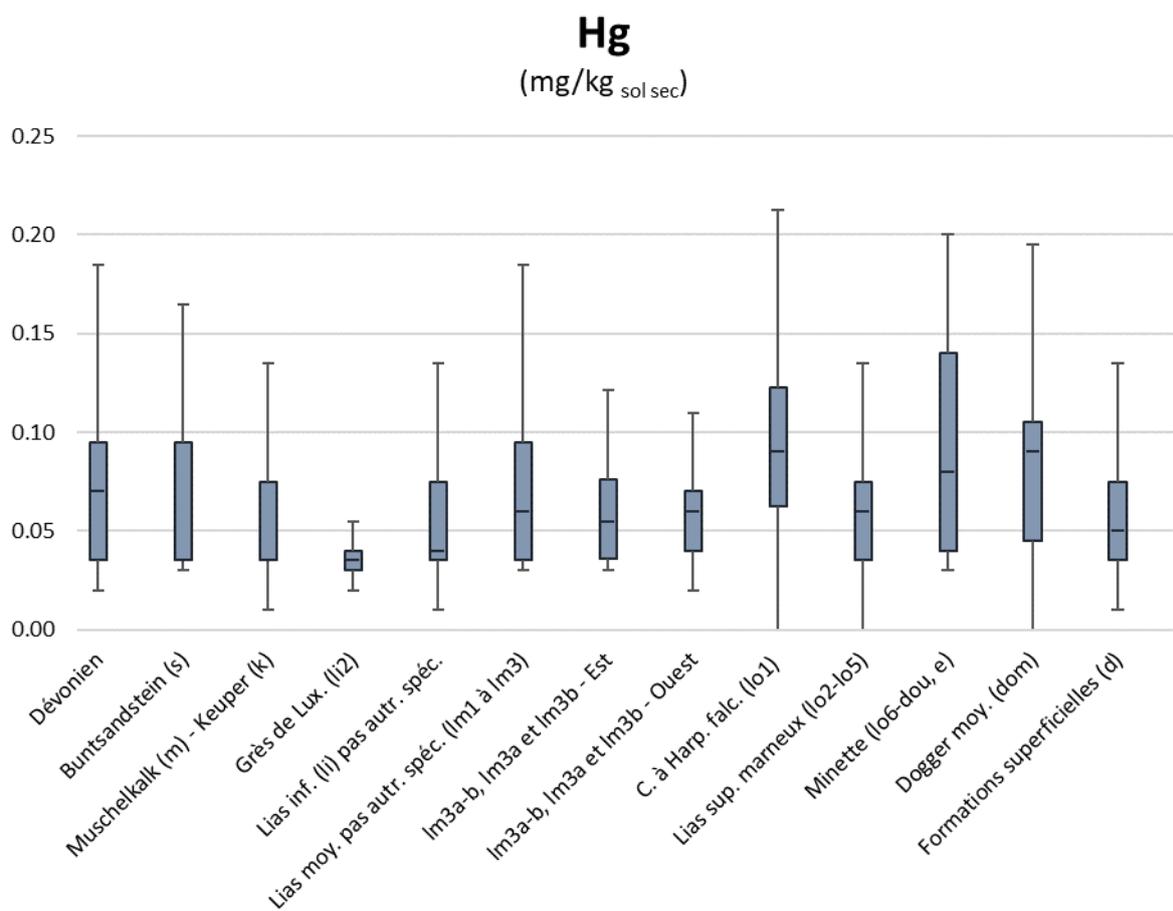


Figure 18. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en mercure en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LE NICKEL

Le nickel appartient au groupe 10 du tableau périodique. Il possède le numéro atomique 28 et une masse molaire d'environ 59 g/mol. Le nickel a deux états d'oxydation principaux (+2 et +3) (*De Vos et al., 2006*).

Globalement le nickel peut former des minéraux tels que le pentlandite ((Fe,Ni)₉S₈) et dû à la taille de l'ion Ni(2+), qui est intermédiaire entre celle de Mg(2+) et Fe(2+), le nickel peut être un substitut de ces éléments dans certaines structures minérales telles que l'olivine ou l'orthopyroxène (*De Vos et al., 2006*). Au Luxembourg le nickel est surtout présent dans des roches riches en minéraux sulfurés tels que la pyrite et en oxydes de fer et de manganèse (*Philippo et al., 2007*). En présence de matière organique, le nickel peut former des composés neutres ou chargés négativement, ce qui peut le rendre très mobiles. Les sols européens présentent un rapport moyen de concentration en nickel de 0.918 entre les sols de surface et les sols en profondeur (*De Vos et al., 2006*).

Globalement les sources anthropiques du nickel sont, entre autres, l'application d'engrais, la production d'acier, le plaquage métallique, la combustion de carburant, l'utilisation de détergents, la construction, l'industrie chimique et l'incinération de déchets. (*OMS, 2000 ; De Vos et al., 2006*). Par ailleurs, le charbon peut montrer des concentrations jusqu'à 300 mg/kg et le pétrole brut jusqu'à 80 mg/kg (*OMS, 2000*).

LE NICKEL DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 19. Cartes des concentrations en nickel dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

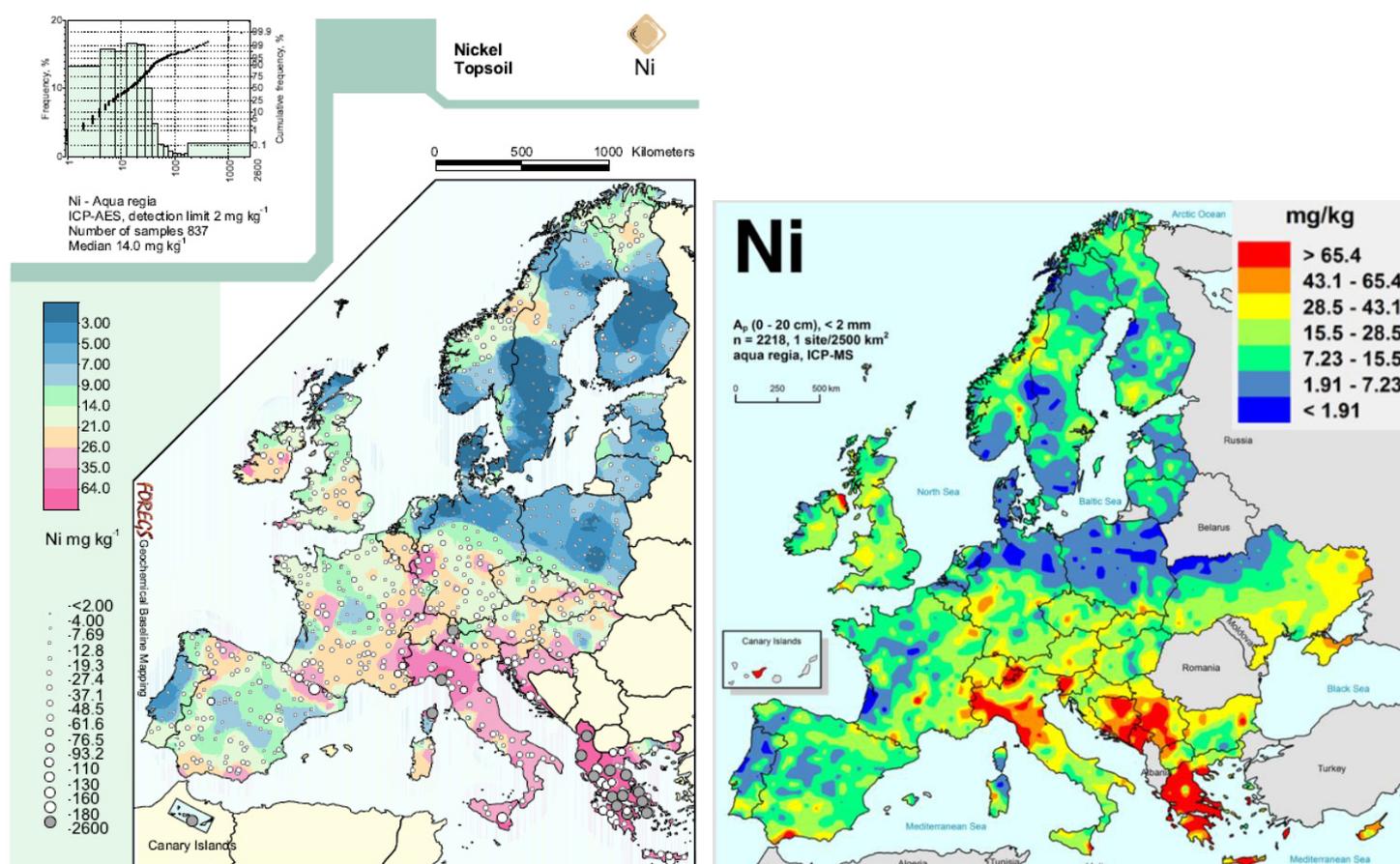


Table 21. Valeurs de références de la CF quasi-totale en **nickel** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	<2.00	-	14.0	30.7	-	41.0	2560
		50-200	784	<2.00	-	18.0	33.9	-	47.0	2590
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	<0.10	6.80	15.0	-	27.0	-	2475
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	0.36	-	-	18.4	-	-	466

LE NICKEL DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 22. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **nickel** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	22.2	32.0	34.7	44.0	57.0	76.7	94.5	264

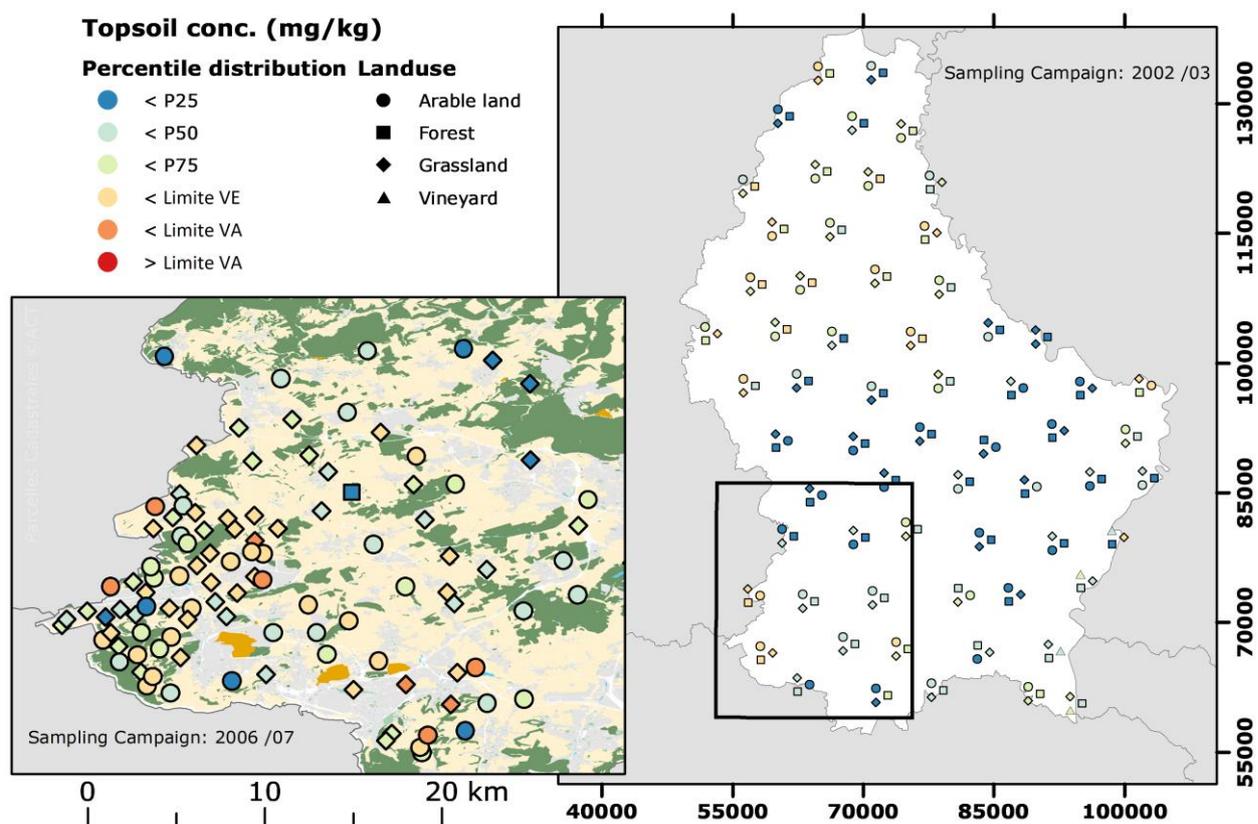


Figure 20. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en nickel des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 23. Valeurs de références des CF quasi-totales en **nickel** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. : moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	30.0	39.4	37.6	45.3	51.2	68.2	91.0
Buntsandstein (s)	27	23.0	32.0	33.3	42.0	54.2	70.5	99.0
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	20.0	27.4	29.5	37.2	47.3	63.1	89.0
Grès de Lux. (li2)	86	2.70	6.25	8.07	10.8	18.1	23.0	35.2
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	20.4	29.0	30.8	40.0	46.2	69.8	99.5
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	30.0	32.5	35.3	37.8	48.1	49.4	61.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	29.0	36.0	40.2	48.0	62.5	76.5	105
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	38.3	54.0	55.2	72.0	77.7	123	173
C. à Harp. falc. (lo1)	60	39.0	55.0	55.8	67.8	84.7	111	154
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	21.0	27.0	41.0	51.8	81.5	97.9	144
Minette (lo6-dou)**	19	36.0	42.0	46.5	60.0	75.0	96.0	132
Dogger moy. (dom)	29	33.0	41.0	40.8	46.5	50.0	66.8	87.0
Formations superficielles (d)	57	25.1	32.0	33.9	37.5	56.1	56.1	74.7

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minéral de fer pisolitique » (e)

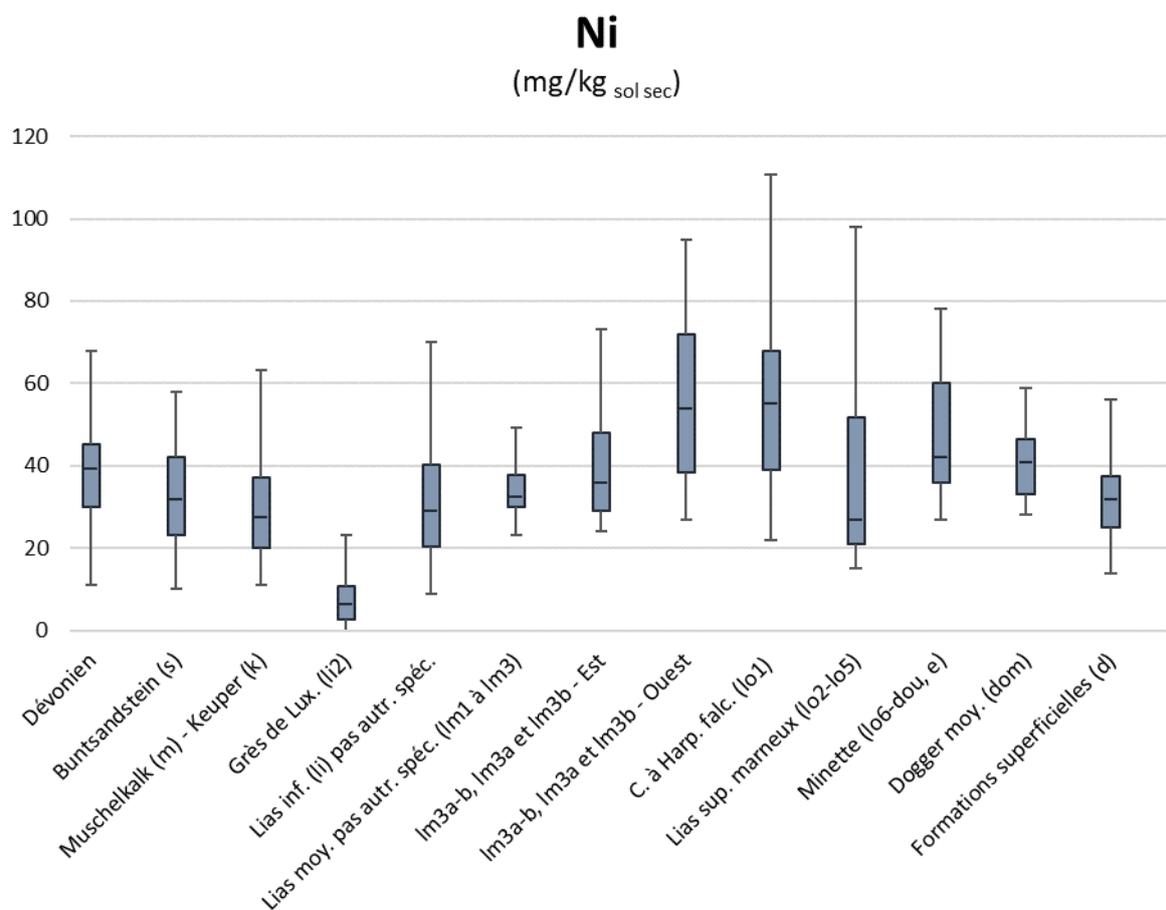


Figure 21. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en nickel en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LE PLOMB

Le plomb appartient au groupe 14 du tableau périodique. Il possède le numéro atomique 82 et une masse molaire d'environ 207 g/mol. Le plomb a deux états d'oxydation (+2 et +4) (*De Vos et al., 2006*).

Globalement le plomb peut former plusieurs minéraux importants, dont la galène (PbS), l'anglésite (PbSO₄) et la cérusite (PbCO₃) et est présent comme élément trace dans d'autres minéraux tels que les feldspaths potassiques, les plagioclases et les micas. Dans les sols, le plomb est essentiellement associé aux argiles, aux oxydes de fer et de manganèse, aux hydroxydes de fer et d'aluminium ainsi qu'à la matière organique. Sa forte affinité à être adsorbé et à former des complexes peu solubles, induisent une mobilité dans les sols qui est généralement limitée. Les sols européens présentent en général une accumulation de plomb dans les sols de surface avec un rapport moyen de 1.364 surface/profondeur, ce qui indique un impact anthropique via des phénomènes de pollutions diffuses (*De Vos et al., 2006*).

Dû à l'utilisation du plomb depuis l'antiquité, le plomb d'origine anthropique est un polluant omniprésent dans l'environnement (*OMS, 2000 ; De Vos et al., 2006*). Une des sources anthropiques les plus importantes du plomb était la combustion d'essences plombées. Cette source a perdu en importance depuis les années 1980, grâce aux réglementations européennes (*CEE, 1978 ; OMS, 2000, De Vos et al., 2006*) et a complètement disparue depuis 2000 au sein de l'union européenne après l'interdiction de ce type d'essence (*CE, 1998*). D'autres sources anthropiques de plomb sont, entre autres, d'anciennes peintures, l'industrie métallurgique, la production de porcelaine et de verre, les anciennes canalisations en plomb ainsi que la production et l'utilisation de certaines batteries ou encore la combustion de charbon (*OMS, 2000 ; De Vos et al., 2006*).

LE PLOMB DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 22. Cartes des concentrations en plomb dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

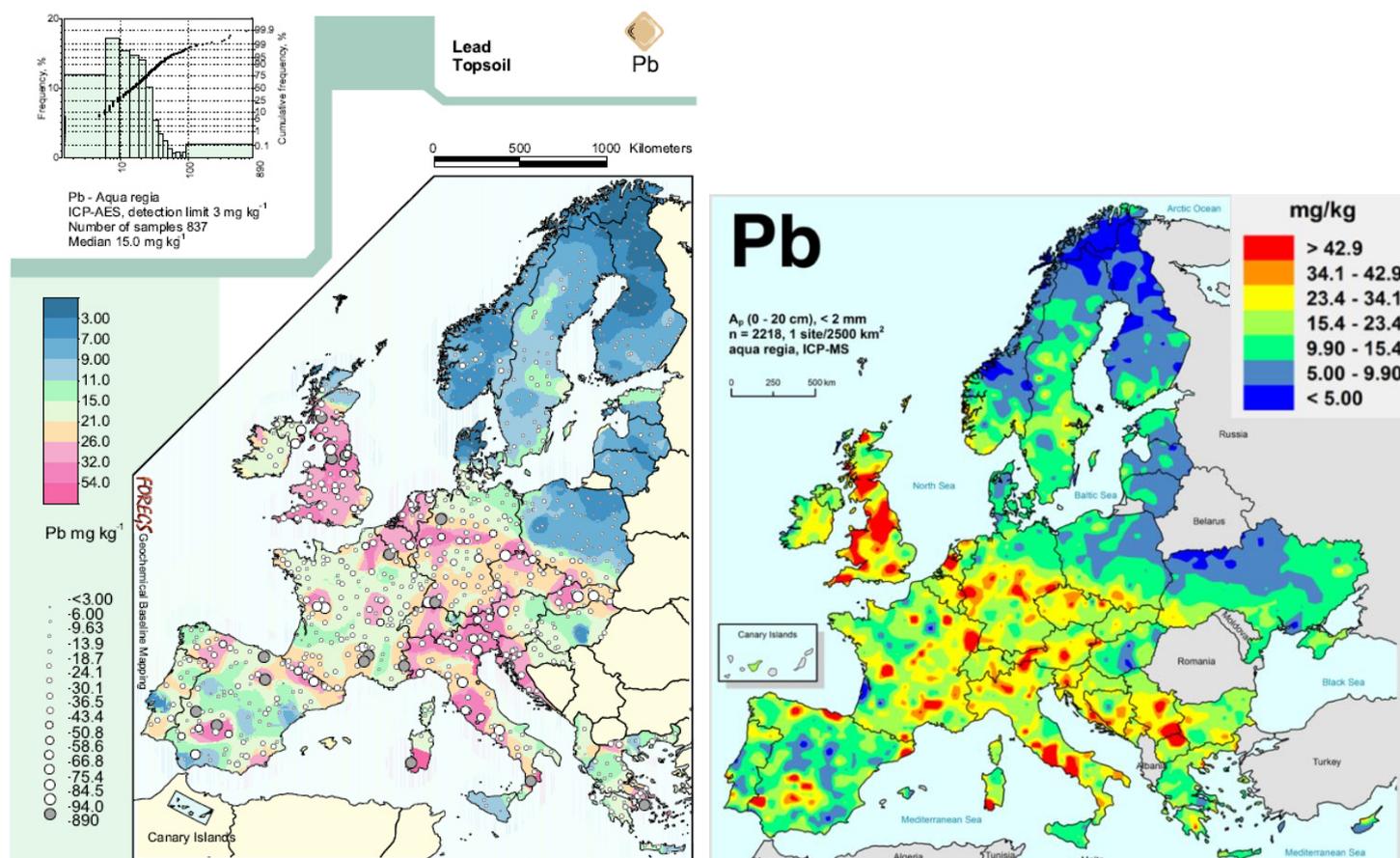


Table 24. Valeurs de références de la CF quasi-totale en **plomb** dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	<3.00	-	15.0	23.9	-	38.2	886
		50-200	784	<3.00	-	10.0	15.5	-	25.0	749
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	1.60	9.90	16.0	-	24.0	-	1309
Tóth et al. (2016)	LUCAS	0-20	23000	1.63	-	-	15.3	-	-	151

LE PLOMB DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 25. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **plomb** dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	15.0	24.0	30.4	36.0	54.0	67.5	99.0	1251

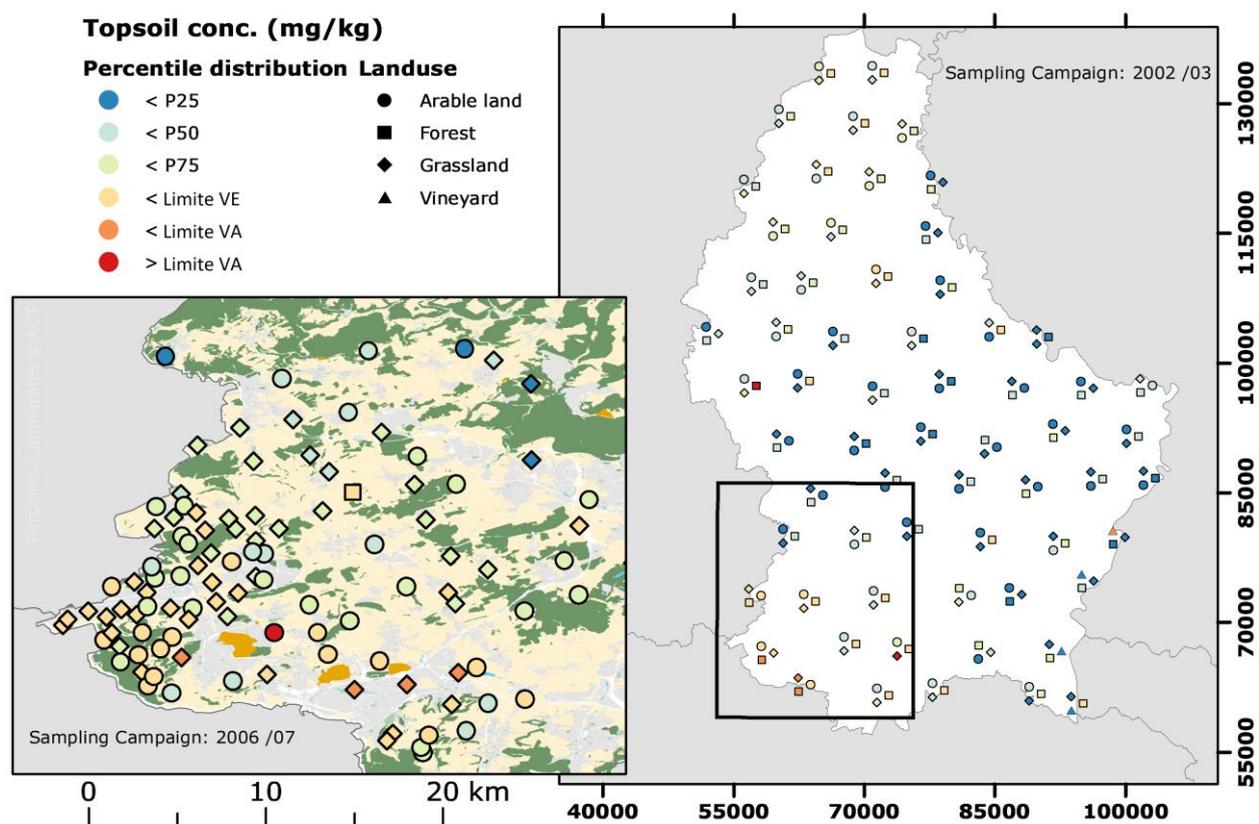


Figure 23. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en plomb des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 26. Valeurs de références des CF quasi-totales en **plomb** en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	18.9	26.5	28.2	34.7	45.2	58.3	82.0
Buntsandstein (s)	27	9.00	20.0	73.7	31.0	122.8	64.0	97.0
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	9.06	14.0	19.0	23.0	31.6	43.7	64.3
Grès de Lux. (li2)	86	7.16	11.0	13.7	14.0	22.9	24.3	34.5
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	15.0	19.0	21.5	26.0	34.0	42.5	59.0
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	19.0	26.0	31.5	34.8	47.1	58.4	82.0
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	21.3	32.0	33.8	45.5	52.9	81.9	118
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	30.5	41.5	40.4	50.0	56.7	79.3	109
C. à Harp. falc. (lo1)	60	27.0	42.0	46.8	53.5	82.3	93.3	133
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	22.0	38.5	43.2	62.0	70.0	122	182
Minette (lo6-dou)**	19	24.0	41.0	45.7	59.0	94.0	112	164
Dogger moy. (dom)	29	24.0	47.0	47.0	58.5	75.0	110	162
Formations superficielles (d)	57	22.0	27.0	32.5	41.0	58.5	69.5	98.0

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

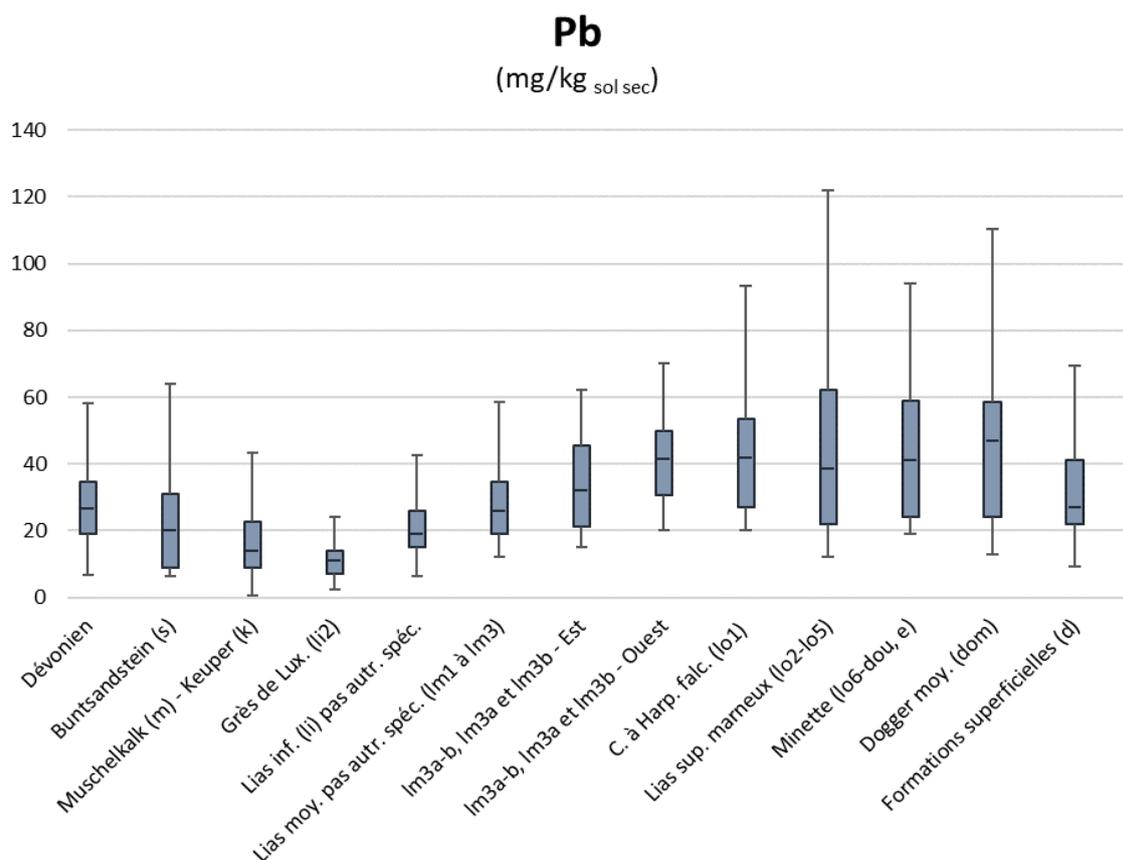


Figure 24. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en plomb en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

LES CONCENTRATIONS DE FOND ELEVEES

Les CF en plomb suivent plus ou moins le même schéma que d'autres éléments traces métalliques. Les concentrations sont relativement faibles du Dévonien au Grès de Luxembourg et sont plus élevées dans la région de la Minette et du Dogger (comme le chrome, nickel et zinc). Cependant, les CF en plomb montrent des gammes de concentrations plus larges au sein de chaque région homogène. Ces grandes différences en CF sont essentiellement dues à l'accumulation en plomb dans les sols de surface et des différences d'importance de cette accumulation selon les occupations du sol (Forêt > Prairie > Terre arable) (cf. Chapitre 3). Cette tendance peut être constatée en représentant les CF en plomb en faisant la distinction entre occupations du sol et couches de sol (cf. figure 27). Le détail des données statistiques avec distinction entre sol de surface et sol en profondeur sont données en annexe 1.

Le cas spécifique du minerai de galène (PbS) entre Allerborn et Longvilly (B) a été documenté par *Sondag et al.* (1972). D'après leurs analyses les concentrations en plomb dans les sols de surfaces (environ 0- 50 cm) dans les alentours de l'ancienne mine peuvent dépassées localement les 3000 mg/kg avec une répartition concentrique dont le noyau est situé en Belgique à mi-distance entre Longvilly (B) et Allerborn (L). D'après leur étude les concentrations dans les sols à la frontière près de Allerborn peuvent encore dépassées localement les 200 mg/kg.

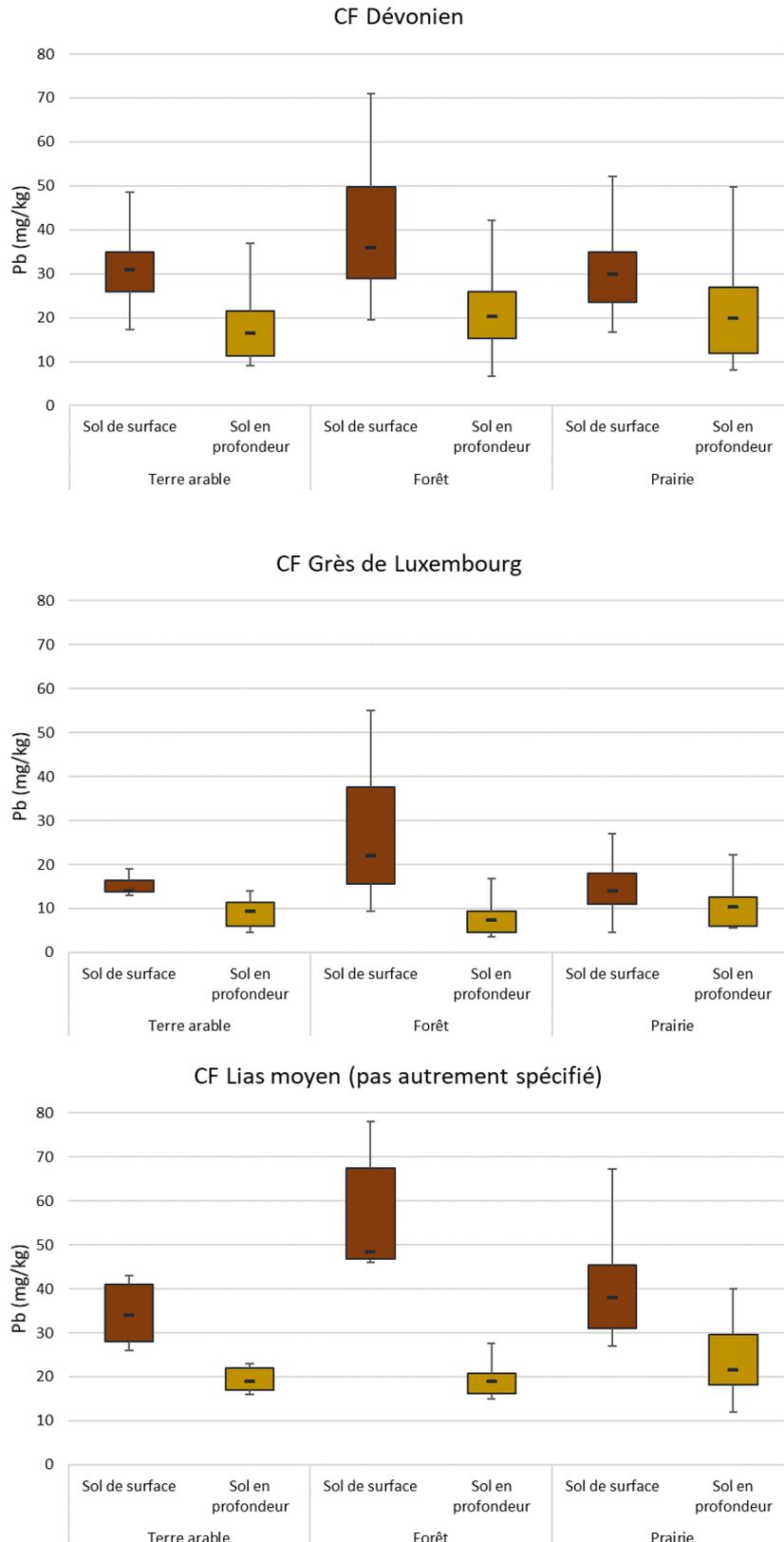


Figure 25. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en plomb en mg/kg sol sec de la région du Dévonien, du Grès de Luxembourg et du Lias moyen distinguées selon l'occupation du sol et sa profondeur.

LE ZINC

Le zinc appartient au groupe 12 du tableau périodique. Il possède le numéro atomique 30 et une masse molaire d'environ 65 g/mol. Le zinc a un état d'oxydation principal (+2) (ATSDR, 2005 ; De Vos et al., 2006). Le zinc est un micronutriment essentiel pour l'Homme (Tabelin et al. 2018).

Le zinc forme des minéraux comme le sphalérite (ZnS) et le smithsonite (ZnCO₃) et est également un élément trace dans d'autres minéraux au Luxembourg tels que, les micas et les pyrites (De Vos et al., 2006 ; Tabelin et al. 2018). A cause de sa taille similaire à celles du fer Fe(+2) et du magnésium Mg(+2), le zinc est un substitut de ces ions dans des oxydes et des silicates. Le zinc est facilement adsorbé aux oxydes de fer ou, en absence de fer, associé aux carbonates et silicates. L'affinité du zinc pour la matière organique dépasse celle du cadmium Cd(+2). A cause de son affinité pour la matière organique et les oxydes de fer, des concentrations élevées peuvent être rencontrées dans des schistes bitumineux ainsi que dans les oolithiques des minerais de fer de la Minette. Dans les sols, le zinc peut être présent sous forme soluble, adsorbé aux surface des particules, fixé dans des oxydes, des hydroxydes ou être un constituant d'organismes vivants et de certains minéraux. Il y a des indications qui suggèrent que le zinc s'accumule dans les sols de surface, mais la relation moyenne entre concentrations en zinc dans les sols de surface par rapport aux sols en profondeur est de 1.075 (De Vos et al., 2006). En plus de la présence de matière organique, d'argiles et d'oxydes, la mobilité du zinc dépend aussi fortement du pH, avec une mobilité accrue en conditions acides (ATSDR, 2005 ; De Vos et al., 2006 ; Tabelin et al. 2018).

Les sources anthropiques de zinc sont des activités industrielles, telles que des activités minières, la combustion de charbon, la production d'acier. D'autres sources sont des traitements anticorrosion (galvanisation), la production de laiton, des pigments et des produits de caoutchouc, de piles sèches et d'autres produits chimiques contenant du zinc. Par ailleurs, le trafic routier (pneus, graisses et huiles) ainsi que l'agriculture (engrais, pesticides) sont à considérer comme des sources diffuses de zinc dans l'environnement (ATSDR, 2005 ; De Vos et al., 2006 ; EC, 2010).

LE ZINC DANS LES SOLS EUROPEENS

Figure 26. Cartes des concentrations en zinc dans les sols de surface en Europe. À gauche : données FORGES (De Vos et al., 2006). À droite : données GEMAS (Reimann et al., 2014).

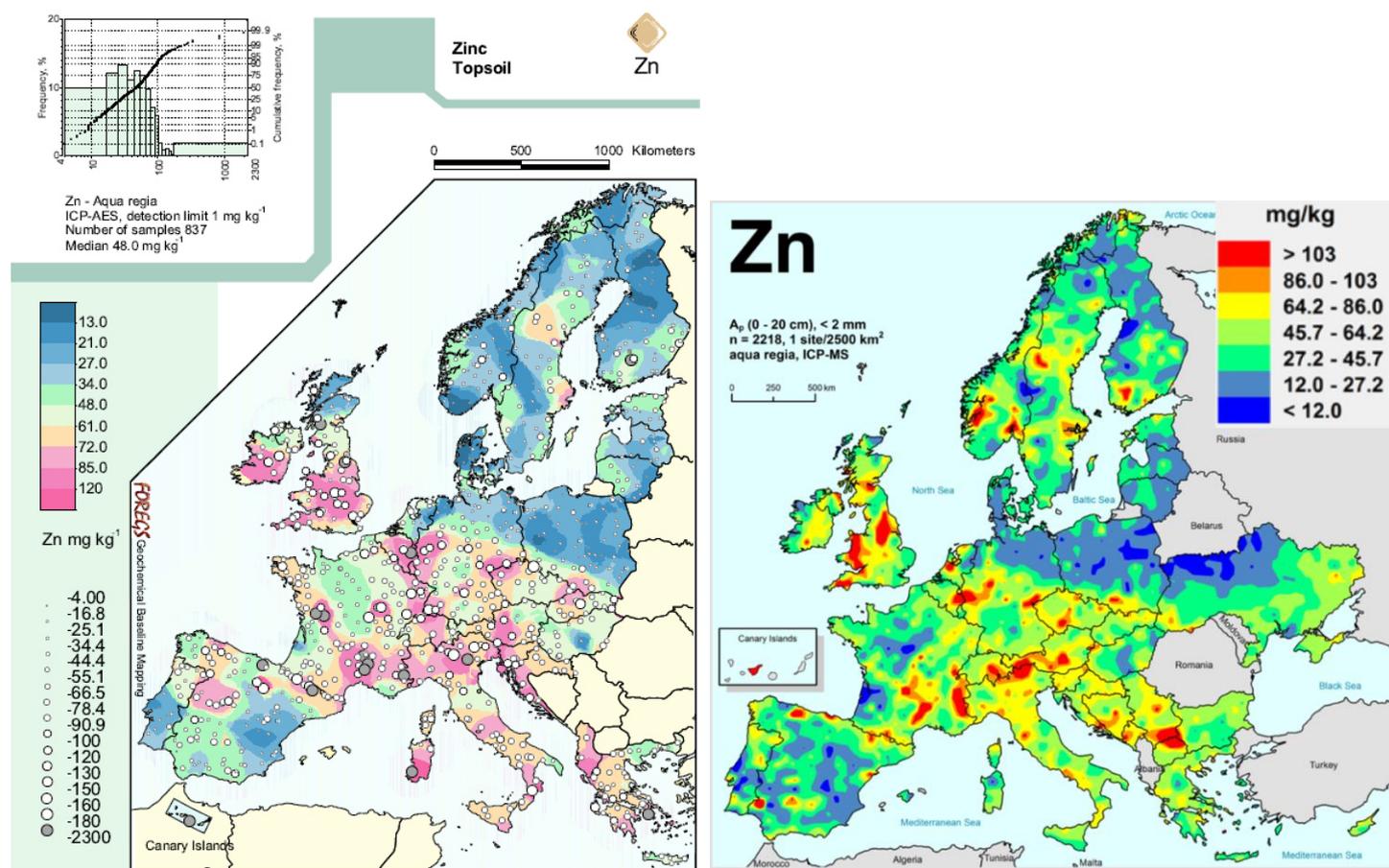


Table 27. Valeurs de références de la CF quasi-totale en zinc dans les sols européens, établies selon trois publications couvrant trois différentes bases de données considérées représentatives pour les sols européens. (n : nombre de données, Min : minimum, Méd. : médiane, Moy. : moyenne, Max. : maximum)

Référence	Base de données	Prof. (cm)	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Salminen et al. (2005)	FORGES	0-25	837	4.00	-	48.0	60.9	-	96.0	2270
		50-200	784	5.00	-	44.0	54.6	-	90.0	2280
Reimann et al. (2018)	GEMAS	0-20	2108	2.80	27.0	45.0	-	65.0	-	1396

LE ZINC DANS LES SOLS DU GD DE LUXEMBOURG

Tout le pays

Table 28. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en zinc dans les sols du Grand-Duché de Luxembourg en mg/kg sol sec. (n : nombre de données, Med. : médiane, Moy. : moyenne, Limite VE : $p75+1.5*IQR$, Limite VA : $p75+3*IQR$)

n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA	Max
911	53.0	88.0	104	128	194	241	353	1071

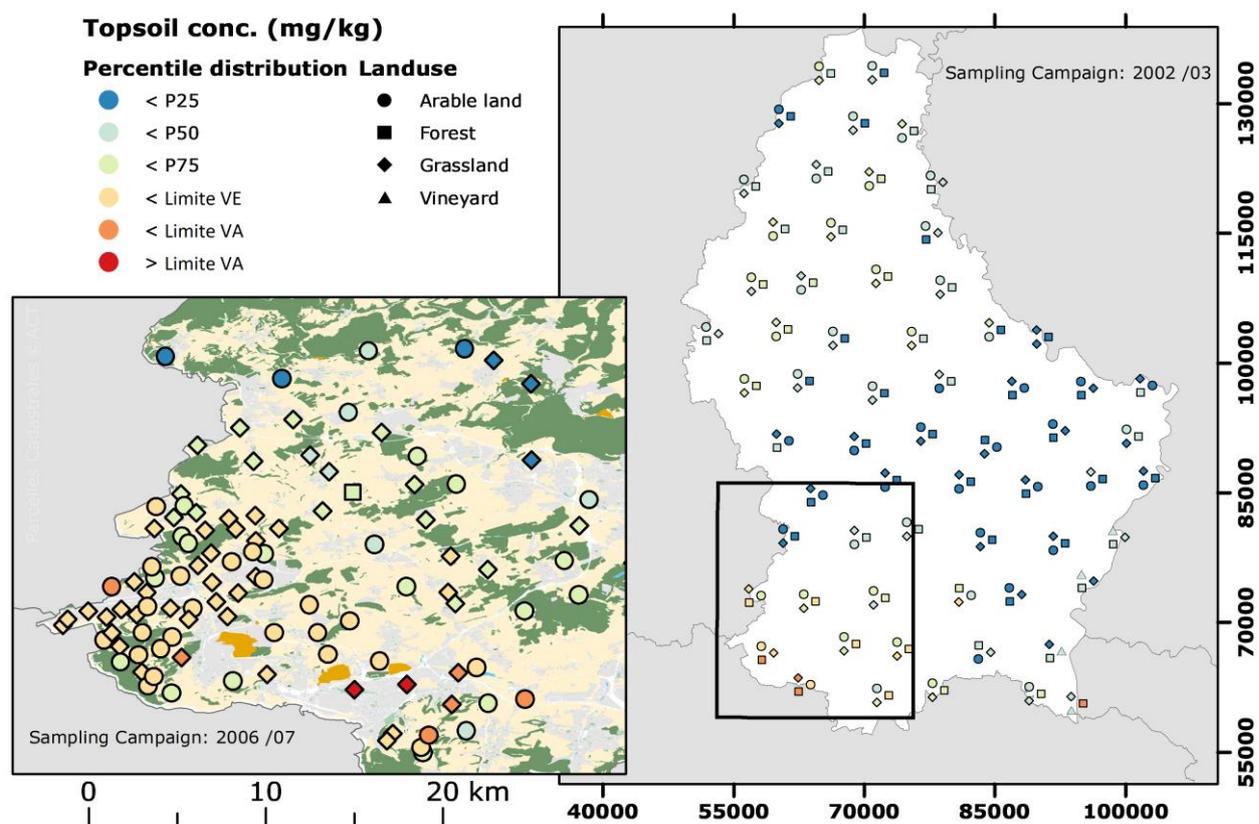


Figure 27. Représentation spatiale des concentrations quasi-totales en zinc des sols de surface au Grand-Duché de Luxembourg. La représentation reprend les résultats de deux campagnes d'échantillonnage, une à échelle nationale (2002/03) et une à échelle régionale (2006/07).

Régions homogènes

Table 29. Valeurs de références des CF quasi-totales en zinc en mg/kg sol sec selon les régions homogènes géologiques (n : nombre d'échantillons, Med. : médiane, Moy. : moyenne)

Régions homogènes	n	P25	Med.	Moy.	P75	P90	Limite VE	Limite VA
Dévonien	154	67.8	87.6	83.9	101	113	151	201
Buntsandstein (s)	27	73.0	83.0	91.4	116	135	181	245
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	161	44.2	54.5	69.4	69.9	89.0	108	147
Grès de Lux. (li2)	86	14.8	25.7	26.9	35.5	45.1	66.7	97.9
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	98	44.7	59.0	66.0	76.0	112	125	173
Lias moy. pas autr. spéc. (lm1 à lm3)	88	95.3	105.0	112.5	128	143	177	226
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	20	97.3	126	142	183	242	312	440
lm3a-b, lm3a et lm3b - Ouest*	42	134	148	162	198	230	293	388
C. à Harp. falc. (lo1)	60	154	182	209	223	311	326	429
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	70	90.8	165	173	233	308	446	660
Minette (lo6-dou)**	19	124	169	187	253	315	447	640
Dogger moy. (dom)	29	127	169	180	217	265	351	485
Formations superficielles (d)	57	60.8	106	111	130	191	234	338

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

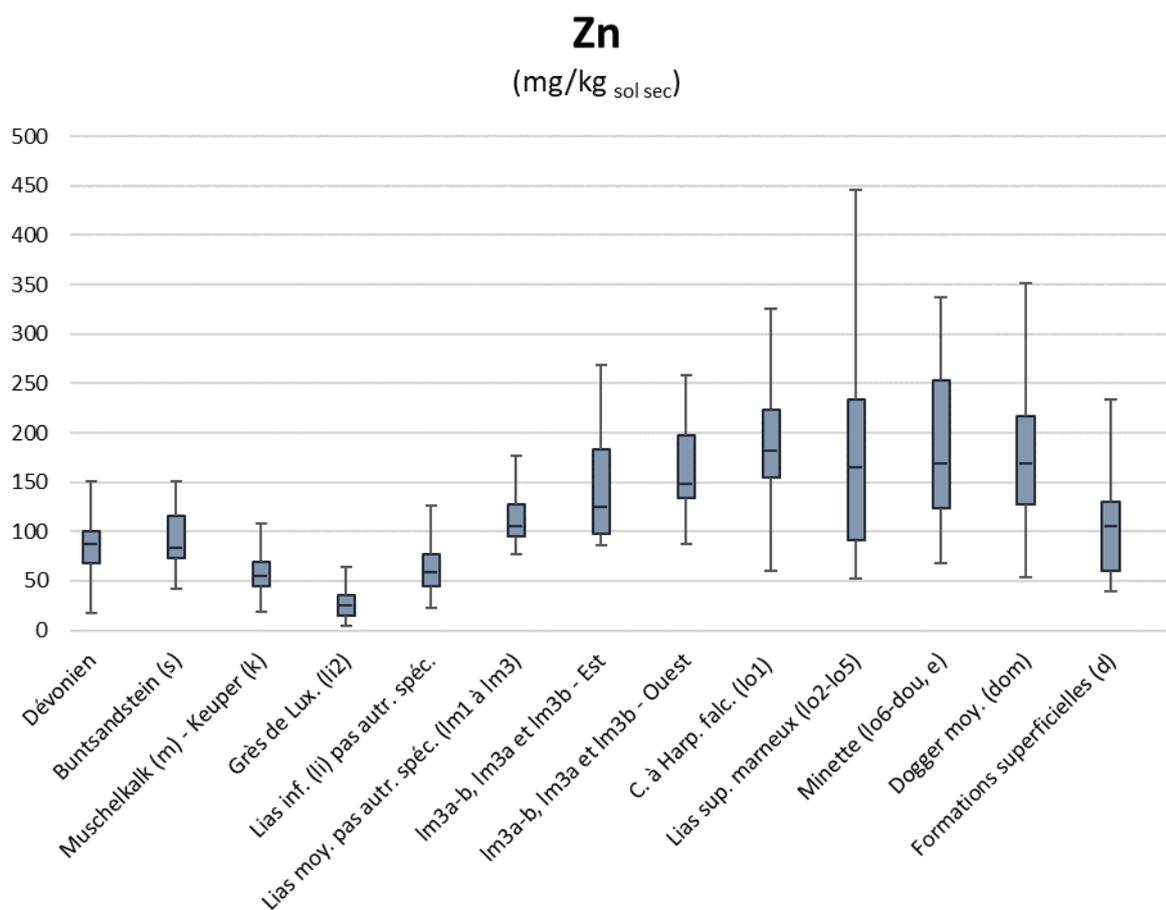


Figure 28. « Box and Whisker plot » des CF quasi-totales en zinc en mg/kg sol sec distinguées selon les régions homogènes géologiques.

ANNEXE 1 : VALEURS STATISTIQUES DÉTAILLÉES DU « BODENMONITORING »

Table 1. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en arsenic (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie, il est repris dans le sol de surface. Sol prof. Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». Substr. : Substratum équivalent aux horizons de type « C ». N : Nombre de lieux d'échantillonnage, n : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien	Terre arable	Sol surf.		23	6.20	7.90	9.07	9.90	12.00	14.00	16.68	
		Sol prof.	23	20	4.50	7.50	10.26	10.60	12.18	16.80	19.62	
		Substr.		2	6.60	6.60	7.65	7.65	.	.	8.70	
	Forêt	Sol surf.			28	3.00	6.78	8.70	10.83	12.75	17.01	34.00
		Sol prof.	19	24	4.00	6.80	8.65	8.87	9.88	13.00	17.00	
		Substr.		2	6.87	6.87	7.05	7.05	.	.	7.22	
	Prairie	Sol surf.			40	5.40	6.88	8.30	8.74	10.00	11.91	13.32
		Sol prof.	20	13	4.57	5.88	8.41	9.71	13.50	17.97	20.62	
		Substr.		2	9.12	9.12	9.26	9.26	.	.	9.40	
Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.		3	2.70	2.70	6.80	5.53	.	.	7.10	
		Sol prof.	3	2	3.30	3.30	7.15	7.15	.	.	11.00	
		Substr.		2	3.30	3.30	3.85	3.85	.	.	4.40	
	Forêt	Sol surf.			4	2.90	3.63	7.30	7.13	10.45	.	11.00
		Sol prof.	3	5	1.20	2.15	4.60	5.40	9.05	.	13.00	
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.			6	2.00	2.53	6.95	5.98	8.58	.	8.80
		Sol prof.	3	2	3.00	3.00	4.80	4.80	.	.	6.60	
		Substr.		2	1.40	1.40	4.35	4.35	.	.	7.30	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	Terre arable	Sol surf.		13	0.24	5.59	7.00	7.26	10.12	12.27	13.39	
		Sol prof.	13	16	1.06	6.26	8.19	9.73	10.52	22.87	38.00	
		Substr.		2	6.70	6.70	8.85	8.85	.	.	11.00	
	Forêt	Sol surf.			27	3.42	4.10	6.64	10.14	8.88	13.18	96.00
		Sol prof.	17	44	2.47	4.36	7.12	8.89	8.88	14.34	62.83	
		Substr.		3	6.80	6.80	7.80	7.73	.	.	8.60	
	Prairie	Sol surf.			32	2.44	6.69	8.25	8.10	9.26	10.77	12.17
		Sol prof.	18	20	3.01	5.01	7.05	6.71	8.01	9.48	10.20	
		Substr.		4	1.60	2.70	6.02	5.59	8.04	.	8.70	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.		
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	2.70	4.13	4.86	7.22	8.75	.	19.99		
		Sol prof.	8	12	5.18	6.43	8.93	8.99	10.00	15.11	16.44		
		Substr.		2	14.00	14.00	14.92	14.92	.	.	15.84		
	Forêt	Sol surf.			10	1.60	2.05	4.76	4.81	7.31	7.95	8.00	
		Sol prof.	7		16	1.00	1.43	3.50	3.75	4.08	10.20	11.22	
		Substr.			5	0.70	0.85	4.26	3.67	6.19	.	7.77	
	Prairie	Sol surf.			19	2.47	4.10	5.00	6.35	6.50	15.00	19.00	
		Sol prof.	9		12	4.70	4.98	6.75	9.04	11.14	19.54	20.20	
		Substr.			2	0.99	0.99	6.32	6.32	.	.	11.65	
Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.			12	5.71	8.00	17.55	20.83	30.50	45.50	47.00	
		Sol prof.	12		17	8.47	11.68	19.00	24.90	36.50	55.40	57.00	
		Substr.			1								
	Forêt	Sol surf.	7		12	4.74	8.46	13.38	13.84	19.63	23.49	24.55	
		Sol prof.			21	5.87	10.56	15.33	17.42	24.06	26.80	44.00	
	Prairie	Sol surf.			14	6.06	8.07	11.77	12.27	15.50	20.97	23.51	
		Sol prof.	10		20	6.10	10.44	12.00	12.62	13.88	19.70	23.00	
		Substr.			1								
	Lias moy. (lm) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.	7		7	8.80	11.00	12.00	14.26	14.00	.	28.00
Sol prof.					12	6.40	8.93	10.50	10.56	12.75	13.00	13.00	
Forêt		Sol surf.	4		6	8.60	11.15	15.00	15.10	19.50	.	21.00	
		Sol prof.			16	6.60	8.08	9.55	10.03	11.00	15.30	16.00	
Prairie		Sol surf.			22	6.90	11.75	14.00	14.52	17.25	21.70	24.00	
		Sol prof.	12		24	7.70	11.00	12.50	17.03	17.00	40.00	56.00	
		Substr.			1								
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*		Terre arable	Sol surf.			4	11.00	12.25	21.50	22.25	33.00	.	35.00
			Sol prof.	4		6	8.70	11.93	16.00	22.95	40.50	.	45.00
	Substr.				1								
	Prairie	Sol surf.	3		6	13.00	13.75	37.00	32.83	47.50	.	49.00	
		Sol prof.			3	9.00	9.00	9.00	11.33	.	.	16.00	
	lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.			8	27.00	52.25	75.50	80.13	103.75	.	139.00
Sol prof.			8		5	58.00	68.50	86.00	85.80	103.00	.	105.00	
Substr.					1								
Forêt		Sol surf.	1		2	84.00	84.00	85.50	85.50	.	.	87.00	
		Sol prof.			20	14.00	51.25	62.50	63.90	80.75	110.00	112.00	
Prairie		Sol surf.	10		6	11.00	11.75	26.00	46.67	98.75	.	110.00	
		Sol prof.			6								
C. à Harp. falc. (lo1)		Terre arable	Sol surf.	7		7	24.00	27.00	36.00	37.71	46.00	.	62.00
			Sol prof.			11	13.00	22.00	31.00	29.55	34.00	52.60	57.00
	Forêt	Sol surf.	1		2	35.00	35.00	36.00	36.00	.	.	37.00	
		Sol prof.			6	18.00	23.25	33.50	36.33	51.50	.	59.00	
	Prairie	Sol surf.	11		19	18.00	22.00	29.00	35.11	36.00	77.00	112.00	
		Sol prof.			15	13.00	20.00	26.00	49.53	39.00	194.40	213.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	13.00	18.50	22.00	30.33	29.00	.	97.00	
		Sol prof.	9	12	8.40	12.25	17.00	20.01	26.50	41.90	44.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1								
		Sol prof.		1	2	9.20	9.20	12.60	12.60	.	.	16.00
	Prairie	Sol surf.			28	17.00	28.00	45.00	62.14	96.50	144.80	162.00
Sol prof.			15	16	9.00	12.25	32.00	47.94	67.75	137.90	161.00	
Substr.				1								
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol surf.		3	114.00	114.00	133.00	139.67	.	.	172.00	
		Sol prof.	3	3	106.00	106.00	114.00	114.33	.	.	123.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		2	3	60.00	60.00	99.00	86.00	.	.	99.00
		Sol prof.		2	7	24.00	57.00	107.00	92.71	119.00	.	151.00
	Prairie	Sol surf.		1	2	94.00	94.00	131.00	131.00	.	.	168.00
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	52.00	71.50	95.00	109.67	155.50	.	168.00	
		Sol prof.		9	7	40.00	57.00	78.00	87.57	130.00	.	131.00
	Prairie	Sol surf.		5	8	56.00	62.50	70.50	73.88	89.00	.	98.00
		Sol prof.		5	5	25.00	30.50	72.00	59.00	81.00	.	84.00
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	25.00	35.50	49.50	51.83	72.00	.	78.00	
		Sol prof.	6	4	22.00	30.50	56.50	58.00	87.00	.	97.00	
		Substr.		2	23.00	23.00	23.50	23.50	.	.	24.00	
	Forêt	Sol surf.			5	8.18	8.89	13.00	19.35	33.00	.	34.00
		Sol prof.	3	11	8.37	12.14	21.00	22.28	29.00	45.92	49.00	
		Substr.		3	17.58	17.58	21.00	20.81	.	.	23.85	
	Prairie	Sol surf.			13	10.65	19.00	30.00	39.13	49.00	106.00	130.00
		Sol prof.	7	12	8.07	9.49	18.50	25.12	36.75	62.80	67.00	
	Substr.			1								

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

Table 2. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cadmium** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur. Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. Sol prof. Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». Substr. : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». N : Nombre de lieux d'échantillonnage, n : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Dévonien	Terre arable	Sol surf.	23		0.10	0.25	0.32	0.31	0.39	0.40	0.58
		Sol prof.	23	20	0.02	0.06	0.10	0.10	0.10	0.19	0.26
		Substr.		2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Forêt	Sol surf.	28		0.10	0.22	0.32	0.33	0.45	0.53	0.64
		Sol prof.	19	24	0.10	0.10	0.10	0.13	0.10	0.20	0.46
		Substr.		2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Prairie	Sol surf.	40		0.10	0.25	0.32	0.31	0.39	0.43	0.53
		Sol prof.	20	13	0.10	0.10	0.10	0.14	0.15	0.34	0.43
		Substr.		2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.	3		0.19	0.19	0.32	0.28	.	.	0.32
		Sol prof.	3	2	0.10	0.10	0.15	0.15	.	.	0.20
		Substr.		2	0.10	0.10	0.18	0.18	.	.	0.26
	Forêt	Sol surf.	4		0.19	0.21	0.33	0.36	0.54	.	0.59
		Sol prof.	3	5	0.10	0.10	0.10	0.16	0.25	.	0.31
		Substr.		1							
	Prairie	Sol surf.	6		0.26	0.26	0.33	0.31	0.33	.	0.33
		Sol prof.	3	2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
		Substr.		2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	Terre arable	Sol surf.	13		0.10	0.10	0.19	0.17	0.23	0.30	0.33
		Sol prof.	13	16	0.10	0.10	0.10	0.13	0.10	0.26	0.39
		Substr.		2	0.10	0.10	0.25	0.25	.	.	0.40
	Forêt	Sol surf.	27		0.10	0.10	0.25	0.24	0.27	0.43	0.58
		Sol prof.	17	44	0.10	0.10	0.10	0.20	0.10	0.47	1.40
		Substr.		3	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Prairie	Sol surf.	32		0.10	0.10	0.20	0.19	0.26	0.33	0.46
		Sol prof.	18	20	0.10	0.10	0.10	0.13	0.15	0.20	0.30
		Substr.		4	0.02	0.04	0.10	0.08	0.10	.	0.10

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	0.17	0.20	0.26	0.30	0.34	.	0.64	
		Sol prof.	8	12	0.09	0.10	0.10	0.26	0.10	1.42	1.90	
		Substr.		2	0.06	0.06	0.16	0.16	.	.	0.26	
	Forêt	Sol surf.			10	0.10	0.10	0.10	0.14	0.19	0.21	0.21
		Sol prof.	7		16	0.10	0.10	0.10	0.15	0.20	0.25	0.35
		Substr.			5	0.10	0.10	0.10	0.12	0.15	.	0.19
	Prairie	Sol surf.			19	0.10	0.10	0.16	0.18	0.25	0.35	0.35
		Sol prof.	9		12	0.10	0.10	0.20	0.17	0.22	0.27	0.28
		Substr.			2	0.10	0.10	0.18	0.18	.	.	0.25
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	0.10	0.10	0.22	0.30	0.30	1.09	1.34
Sol prof.			12	17	0.01	0.10	0.10	0.16	0.12	0.55	0.92	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7		12	0.10	0.10	0.10	0.22	0.34	0.57	0.64
		Sol prof.			21	0.10	0.10	0.10	0.18	0.16	0.45	0.77
Prairie		Sol surf.			14	0.10	0.20	0.30	0.34	0.47	0.68	0.79
		Sol prof.	10		20	0.01	0.10	0.10	0.14	0.20	0.28	0.34
		Substr.			1							
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	0.10	0.10	0.19	0.17	0.25	.	0.26
			Sol prof.		12	0.01	0.01	0.07	0.06	0.10	0.10	0.10
	Forêt	Sol surf.	4	6	0.26	0.26	0.30	0.32	0.37	.	0.47	
		Sol prof.		16	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.13	0.20	
	Prairie	Sol surf.			22	0.10	0.20	0.25	0.26	0.30	0.42	0.56
		Sol prof.	12		24	0.02	0.07	0.10	0.13	0.11	0.35	0.55
		Substr.			1							
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	0.28	0.29	0.37	0.41	0.59	.	0.64	
		Sol prof.	4	6	0.07	0.09	0.13	0.20	0.29	.	0.53	
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.	3	6	0.14	0.23	1.09	0.89	1.38	.	1.40	
		Sol prof.		3	0.02	0.02	0.03	0.48	.	.	1.39	
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	0.25	0.28	0.49	0.46	0.62	.	0.67	
		Sol prof.	8	5	0.11	0.15	0.40	0.43	0.73	.	0.83	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.	1	2	0.69	0.69	0.71	0.71	.	.	0.72	
		Sol prof.			20	0.17	0.30	0.42	0.43	0.55	0.66	0.72
	Prairie	Sol surf.	10	6	0.01	0.04	0.06	0.13	0.30	.	0.31	
Sol prof.				6								
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	0.56	0.58	0.76	1.00	1.54	.	2.10	
		Sol prof.		11	0.35	0.66	1.31	1.34	2.01	2.47	2.58	
	Forêt	Sol surf.	1	2	0.59	0.59	0.69	0.69	.	.	0.79	
		Sol prof.		6	0.39	0.59	0.92	1.80	3.03	.	5.80	
	Prairie	Sol surf.	11	19	0.47	0.89	1.24	1.27	1.50	2.14	2.54	
		Sol prof.		15	0.18	0.52	0.69	0.66	0.75	1.14	1.46	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	0.10	0.14	0.23	0.48	0.64	.	1.99	
		Sol prof.	9	12	0.04	0.06	0.10	0.74	0.10	4.54	5.26	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
	Prairie	Sol surf.			28	0.21	0.30	0.35	0.44	0.40	0.79	1.59
Sol prof.			15	16	0.04	0.10	0.16	0.52	0.23	2.80	3.95	
Substr.				1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol surf.		3	0.17	0.17	0.71	0.56	.	.	0.81	
		Sol prof.	3	3	0.06	0.06	0.19	0.16	.	.	0.24	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		2	3	0.63	0.63	1.00	0.91	.	.	1.10
		Sol prof.		2	7	0.10	0.20	0.69	0.56	0.85	.	0.97
	Prairie	Sol surf.		1	2	0.63	0.63	0.65	0.65	.	.	0.67
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	0.27	0.42	0.80	0.77	1.06	.	1.50	
		Sol prof.		9	7	0.05	0.05	0.43	0.48	0.48	.	1.50
	Prairie	Sol surf.		5	8	0.37	0.41	0.83	0.78	1.06	.	1.40
		Sol prof.		5	5	0.05	0.06	0.28	0.56	1.20	.	1.30
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	0.24	0.27	0.34	0.62	1.06	.	1.64	
		Sol prof.		6	4	0.24	0.25	0.35	0.55	1.04	.	1.24
		Substr.			2	0.06	0.06	0.07	0.07	.	.	0.07
	Forêt	Sol surf.			5	0.10	0.15	0.42	0.42	0.69	.	0.77
		Sol prof.		3	11	0.09	0.10	0.21	0.17	0.21	0.27	0.28
		Substr.			3	0.05	0.05	0.27	0.24	.	.	0.41
	Prairie	Sol surf.			13	0.10	0.20	0.29	0.32	0.44	0.58	0.60
Sol prof.			7	12	0.02	0.10	0.11	0.14	0.21	0.31	0.33	
Substr.				1								

* Les couches Im3a-b, Im3a et Im3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

Table 3. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **chrome** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.
Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». N : Nombre de lieux d'échantillonnage, n : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien	Terre arable	Sol surf.		23	29.00	43.00	47.00	47.56	53.00	60.20	62.00	
		Sol prof.	23	20	20.23	31.63	38.50	37.87	44.00	45.97	49.00	
		Substr.		2	34.00	34.00	41.50	41.50	.	.	49.00	
	Forêt	Sol surf.			28	16.00	31.00	36.00	42.66	43.00	60.93	167.00
		Sol prof.	19	24	26.00	31.25	37.00	37.93	42.00	55.50	59.20	
		Substr.		2	34.03	34.03	36.29	36.29	.	.	38.54	
	Prairie	Sol surf.			40	28.50	41.53	51.35	48.25	53.00	58.00	68.00
		Sol prof.	20	13	21.20	35.50	38.00	40.81	45.00	62.48	69.00	
		Substr.		2	46.84	46.84	53.92	53.92	.	.	61.00	
	Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.		3	27.00	27.00	43.00	40.00	.	.	50.00
			Sol prof.	3	2	32.00	32.00	41.00	41.00	.	.	50.00
			Substr.		2	33.00	33.00	42.00	42.00	.	.	51.00
Forêt		Sol surf.			4	16.00	17.25	28.00	27.25	36.50	.	37.00
		Sol prof.	3	5	19.00	20.00	24.00	25.00	30.50	.	36.00	
		Substr.		1								
Prairie		Sol surf.			6	26.00	28.25	32.00	37.83	54.00	.	54.00
		Sol prof.	3	2	32.00	32.00	40.50	40.50	.	.	49.00	
		Substr.		2	28.00	28.00	39.50	39.50	.	.	51.00	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)		Terre arable	Sol surf.		13	18.33	26.49	33.63	34.81	43.62	50.61	54.43
			Sol prof.	13	16	18.90	30.24	35.83	35.68	40.01	56.66	61.10
			Substr.		2	41.00	41.00	44.50	44.50	.	.	48.00
	Forêt	Sol surf.			27	15.93	19.00	25.17	28.35	37.87	43.30	68.00
		Sol prof.	17	44	16.79	23.48	37.50	37.19	47.71	56.24	75.44	
		Substr.		3	23.00	23.00	28.00	27.67	.	.	32.00	
	Prairie	Sol surf.			32	13.00	33.29	41.81	40.29	47.50	55.32	59.40
		Sol prof.	18	20	14.00	27.50	35.54	35.71	45.69	52.81	58.20	
		Substr.		4	11.88	16.91	34.50	30.47	40.00	.	41.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	7.60	10.22	13.23	14.86	14.75	.	34.17	
		Sol prof.	8	12	4.90	9.55	16.05	16.06	22.00	26.50	28.00	
		Substr.		2	12.60	12.60	16.80	16.80	.	.	21.00	
	Forêt	Sol surf.		10	2.10	3.15	8.76	7.79	10.35	13.65	13.83	
		Sol prof.	7	16	1.60	3.40	9.70	8.42	12.09	15.86	17.86	
		Substr.		5	2.20	2.50	7.80	8.42	14.66	.	17.45	
	Prairie	Sol surf.		19	8.60	12.56	15.01	15.65	19.00	20.00	34.00	
		Sol prof.	9	12	7.90	12.09	17.72	17.86	21.00	30.77	33.00	
		Substr.		2	2.80	2.80	11.38	11.38	.	.	19.96	
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	20.14	28.48	34.50	35.27	44.50	49.02	50.32
Sol prof.			12	17	23.24	32.50	39.44	38.62	44.00	51.40	53.00	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7	12	11.00	15.69	24.89	29.15	42.50	52.17	53.53	
		Sol prof.		21	17.31	25.92	35.00	42.81	50.00	80.42	127.00	
Prairie		Sol surf.		14	26.66	35.85	44.09	43.97	48.30	66.50	69.00	
		Sol prof.	10	20	23.00	31.42	39.94	40.60	48.14	54.41	57.00	
		Substr.		1								
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	37.00	38.00	43.00	47.29	53.00	.	72.00
			Sol prof.		12	36.00	40.75	48.00	47.33	53.75	55.70	56.00
	Forêt	Sol surf.	4	6	38.00	38.75	39.50	40.50	43.25	.	44.00	
		Sol prof.		16	38.00	46.50	52.00	50.69	55.00	58.30	59.00	
	Prairie	Sol surf.		22	38.00	42.75	48.00	48.36	52.00	59.80	71.00	
		Sol prof.	12	24	36.00	45.00	52.00	52.21	56.25	71.00	74.00	
		Substr.		1								
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	35.00	36.75	47.00	47.00	57.25	.	59.00	
		Sol prof.	4	6	39.00	43.50	47.00	48.83	55.25	.	62.00	
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.	3	6	45.00	46.50	52.50	51.17	54.50	.	56.00	
		Sol prof.		3	38.00	38.00	41.00	42.33	.	.	48.00	
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	47.00	56.75	80.00	85.38	100.00	.	165.00	
		Sol prof.	8	5	81.00	84.00	121.00	111.60	134.50	.	138.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.	1	2	78.00	78.00	78.50	78.50	.	.	79.00	
		Sol prof.		20	38.00	72.25	89.50	88.00	119.25	126.90	133.00	
	Prairie	Sol surf.	10	6	44.00	44.75	58.00	60.83	79.50	.	81.00	
Sol prof.			6									
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	36.00	37.00	53.00	54.00	61.00	.	82.00	
		Sol prof.		11	32.00	39.00	51.00	49.18	59.00	61.80	62.00	
	Forêt	Sol surf.		2	44.00	44.00	45.00	45.00	.	.	46.00	
		Sol prof.	1	6	49.00	54.25	68.00	66.17	77.50	.	79.00	
	Prairie	Sol surf.		19	37.00	52.00	55.00	58.47	63.00	89.00	99.00	
		Sol prof.	11	15	22.00	45.00	62.00	67.60	72.00	128.80	205.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	32.00	34.00	43.00	44.56	52.00	.	68.00	
		Sol prof.	9	12	28.00	37.25	41.50	41.75	45.75	53.80	55.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00	56.00
	Prairie	Sol surf.			28	41.00	50.00	58.00	66.79	74.25	125.20	127.00
Sol prof.			15	16	34.00	45.25	52.00	61.44	66.50	120.60	122.00	
Substr.				1								
					3	124.00	124.00	128.00	140.33	.	.	169.00
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol prof.	3	3	91.00	91.00	104.00	99.67	.	.	104.00	
		Substr.		1								
		Sol surf.		2	3	60.00	60.00	87.00	88.00	.	.	117.00
	Forêt	Sol prof.		2	7	51.00	65.00	103.00	99.43	136.00	.	156.00
		Sol surf.		1	2	62.00	62.00	71.50	71.50	.	.	81.00
	Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	81.00	102.50	136.00	134.67	166.50	.	183.00
Sol prof.				9	7	43.00	79.00	100.00	102.71	135.00	.	144.00
Prairie		Sol surf.		5	8	79.00	82.25	93.50	103.88	132.50	.	140.00
		Sol prof.		5	5	38.00	45.00	89.00	79.80	110.00	.	113.00
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	48.00	48.75	60.00	61.50	73.50	.	81.00	
		Sol prof.	6	4	40.00	48.25	73.50	67.75	81.50	.	84.00	
		Substr.		2	39.00	39.00	51.00	51.00	.	.	63.00	
	Forêt	Sol surf.			5	18.71	19.61	39.00	33.04	43.50	.	46.00
		Sol prof.	3	11	22.00	24.36	61.00	50.13	62.00	94.40	102.00	
		Substr.		3	38.92	38.92	39.09	44.00	.	.	54.00	
	Prairie	Sol surf.			13	38.00	41.96	56.00	55.07	64.50	76.80	80.00
Sol prof.		7	12	21.00	39.95	49.50	47.93	55.75	63.80	65.00		
	Substr.			1								

* Les couches Im3a-b, Im3a et Im3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

Table 4. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cobalt** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans le sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizons de type « C ». *N* : Nombre de lieux d'échantillonnage, *n* : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien		Sol surf.		23	7.83	13.00	15.68	15.38	19.00	19.60	22.00	
	Terre arable	Sol prof.	23	20	8.07	11.00	15.00	15.07	19.50	21.00	22.51	
		Substr.		2		9.50	9.50	12.25	12.25	.	.	15.00
	Forêt	Sol surf.		28		5.10	11.46	14.50	13.74	16.00	18.24	20.00
		Sol prof.	19	24		8.30	13.01	15.00	14.73	16.85	18.50	19.00
		Substr.		2		14.12	14.12	15.01	15.01	.	.	15.89
	Prairie	Sol surf.		40		7.11	13.17	15.18	14.79	16.99	18.90	19.00
		Sol prof.	20	13		8.31	15.00	16.00	16.67	18.00	24.73	29.22
		Substr.		2		14.20	14.20	14.60	14.60	.	.	15.00
	Buntsandstein (s)		Sol surf.		3	11.00	11.00	13.00	13.33	.	.	16.00
		Terre arable	Sol prof.	3	2	11.00	11.00	13.50	13.50	.	.	16.00
			Substr.		2		13.00	13.00	16.00	16.00	.	.
Forêt		Sol surf.		4		3.90	4.00	9.65	9.80	15.75	.	16.00
		Sol prof.	3	5		5.20	5.85	7.90	9.74	14.55	.	20.00
		Substr.		1								
Prairie		Sol surf.		6		7.10	7.48	10.45	11.77	17.25	.	18.00
		Sol prof.	3	2		11.00	11.00	13.50	13.50	.	.	16.00
		Substr.		2		8.00	8.00	12.00	12.00	.	.	16.00
Muschelkalk (m) - Keuper (k)			Sol surf.		13	7.23	9.42	10.55	10.89	12.75	13.77	13.79
		Terre arable	Sol prof.	13	16	6.00	9.49	11.43	11.34	14.35	15.34	15.38
			Substr.		2		13.00	13.00	15.00	15.00	.	.
	Forêt	Sol surf.		27		4.79	7.21	8.49	10.47	10.76	17.92	36.00
		Sol prof.	17	44		6.38	9.24	12.64	12.52	14.54	18.56	24.00
		Substr.		3		7.20	7.20	8.00	8.23	.	.	9.50
	Prairie	Sol surf.		32		7.20	9.03	12.00	12.16	14.35	15.73	22.45
		Sol prof.	18	20		4.93	9.18	11.92	12.11	14.51	15.58	23.47
		Substr.		4		3.78	4.66	10.15	17.77	38.50	.	47.00

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	0.00	1.31	3.35	3.59	5.46	.	8.76	
		Sol prof.	8	12	1.30	2.91	3.80	4.52	6.84	8.30	8.30	
		Substr.		2	3.57	3.57	4.79	4.79	.	.	6.00	
	Forêt	Sol surf.			10	1.30	1.34	1.35	1.70	1.73	3.38	3.44
		Sol prof.	7	16	1.30	1.31	1.35	2.37	3.93	5.27	6.60	
		Substr.		5	1.30	1.33	1.35	2.68	4.70	.	4.81	
	Prairie	Sol surf.			19	1.30	1.30	2.69	3.57	5.00	8.00	10.00
		Sol prof.	9	12	1.30	1.68	4.00	4.26	5.13	9.44	10.00	
		Substr.		2	1.30	1.30	8.02	8.02	.	.	14.74	
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	7.57	8.63	12.00	13.26	16.00	26.20	28.00
Sol prof.			12	17	6.97	10.75	13.00	16.46	20.00	31.20	36.00	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7	12	3.61	6.11	13.04	11.74	16.00	18.88	19.26	
		Sol prof.		21	7.94	9.87	13.72	14.71	18.25	26.20	29.00	
Prairie		Sol surf.		14	5.80	9.08	12.00	11.51	13.25	15.83	17.10	
		Sol prof.	10	20	6.89	9.00	11.57	13.18	16.18	24.70	25.00	
		Substr.		1								
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	14.00	20.00	22.00	21.71	25.00	.	26.00
			Sol prof.		12	10.00	12.50	17.00	17.58	23.00	26.00	26.00
	Forêt	Sol surf.	4	6	15.00	16.50	17.50	17.67	19.25	.	20.00	
		Sol prof.		16	11.00	12.00	14.00	14.69	16.00	21.00	21.00	
	Prairie	Sol surf.		22	10.00	14.00	17.00	17.59	20.75	25.40	27.00	
		Sol prof.	12	24	12.00	16.25	19.00	20.54	23.75	29.00	30.00	
		Substr.		1								
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	15.00	16.00	21.00	20.25	23.75	.	24.00	
		Sol prof.	4	6	12.00	15.00	21.00	19.83	24.25	.	25.00	
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.	3	6	11.00	12.50	21.50	24.67	39.25	.	43.00	
		Sol prof.		3	12.00	12.00	14.00	14.33	.	.	17.00	
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	18.00	19.25	28.00	33.00	44.50	.	63.00	
		Sol prof.	8	5	27.00	27.00	30.00	32.00	38.00	.	45.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.	1	2	28.00	28.00	28.50	28.50	.	.	29.00	
		Sol prof.		20	18.00	24.25	27.00	30.65	40.25	47.90	48.00	
	Prairie	Sol surf.	10	6	19.00	22.75	29.00	28.00	33.25	.	34.00	
Sol prof.			6									
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	13.00	15.00	22.00	20.71	26.00	.	28.00	
		Sol prof.		11	13.00	16.00	21.00	21.27	25.00	34.60	37.00	
	Forêt	Sol surf.	1	2	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	27.00	
		Sol prof.		6	16.00	17.50	23.00	22.00	26.00	.	26.00	
	Prairie	Sol surf.	11	19	11.00	15.00	18.00	20.42	21.00	38.00	45.00	
		Sol prof.		15	10.00	14.00	19.00	20.67	27.00	35.40	39.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)		Sol surf.		9	7.60	9.50	11.00	12.73	16.00	.	22.00	
	Terre arable	Sol prof.	9	12	8.00	9.48	12.00	12.78	13.75	23.10	27.00	
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	4.80	4.80	5.35	5.35	.	.	5.90
	Prairie	Sol surf.			28	9.00	11.00	15.00	18.00	23.50	33.10	35.00
		Sol prof.		15	16	8.20	13.25	16.00	18.33	25.50	31.90	34.00
Substr.				1								
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol surf.		3	18.00	18.00	24.00	27.33	.	.	40.00	
		Sol prof.	3	3	16.00	16.00	17.00	28.67	.	.	53.00	
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.		2	3	14.00	14.00	17.00	16.67	.	.	19.00
		Sol prof.		2	7	11.00	15.00	17.00	17.43	22.00	.	23.00
	Prairie	Sol surf.		1	2	15.00	15.00	16.50	16.50	.	.	18.00
		Sol prof.										
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	11.00	14.50	15.00	17.00	21.50	.	23.00	
		Sol prof.		9	7	10.00	11.00	16.00	14.29	17.00	.	17.00
	Prairie	Sol surf.		5	8	14.00	15.00	16.00	16.00	17.00	.	18.00
		Sol prof.		5	5	9.00	10.00	15.00	13.40	16.00	.	16.00
		Substr.										
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	11.00	14.75	24.50	22.50	28.75	.	31.00	
		Sol prof.	6	4	12.00	12.25	17.00	18.50	26.25	.	28.00	
		Substr.			2	8.00	8.00	15.00	15.00	.	.	22.00
	Forêt	Sol surf.			5	7.78	7.89	13.32	14.22	21.00	.	21.00
		Sol prof.		3	11	13.67	16.00	20.00	21.09	24.00	36.16	39.00
		Substr.			3	13.06	13.06	21.00	19.19	.	.	23.51
	Prairie	Sol surf.			13	10.52	12.00	16.00	17.81	22.00	28.60	31.00
Sol prof.			7	12	7.13	9.50	20.00	17.61	23.50	27.50	29.00	
Substr.				1								

* Les couches Im3a-b, Im3a et Im3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolitique » (e)

Table 5. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **cuivre** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». *N* : Nombre de lieux d'échantillonnage, *n* : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien	Terre arable	Sol surf.	23		9.30	15.00	19.71	19.45	23.00	28.97	31.00	
		Sol prof.	23	20	7.30	12.11	17.00	17.00	21.63	24.90	30.00	
		Substr.		2	16.00	16.00	19.00	19.00	.	.	22.00	
	Forêt	Sol surf.		28		9.40	14.00	16.00	17.02	20.31	26.05	32.00
		Sol prof.	19	24	6.87	12.75	16.36	16.74	21.00	24.00	27.00	
		Substr.		2	11.06	11.06	24.11	24.11	.	.	37.15	
	Prairie	Sol surf.		40		8.68	14.68	18.00	19.42	24.00	29.90	32.04
		Sol prof.	20	13	8.70	10.29	18.00	17.83	24.00	31.60	32.00	
		Substr.		2	9.25	9.25	15.63	15.63	.	.	22.00	
	Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.		3	11.00	11.00	15.00	17.67	.	.	27.00
			Sol prof.	3	2	8.60	8.60	20.80	20.80	.	.	33.00
			Substr.		2	11.00	11.00	24.00	24.00	.	.	37.00
Forêt		Sol surf.		4		4.60	5.18	15.45	15.38	25.50	.	26.00
		Sol prof.	3	5	4.20	4.65	5.20	10.88	19.95	.	34.00	
		Substr.		1								
Prairie		Sol surf.		6		7.50	7.73	18.10	17.92	28.00	.	28.00
		Sol prof.	3	2	11.00	11.00	21.50	21.50	.	.	32.00	
		Substr.		2	7.20	7.20	22.10	22.10	.	.	37.00	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)		Terre arable	Sol surf.		13	11.00	12.32	15.86	20.64	29.72	34.60	35.00
			Sol prof.	13	16	10.53	11.99	15.35	19.47	24.76	39.52	43.42
			Substr.		2	21.00	21.00	22.50	22.50	.	.	24.00
	Forêt	Sol surf.		27		4.50	7.67	11.00	13.21	17.19	21.98	38.92
		Sol prof.	17	44	1.35	9.61	13.27	16.33	21.75	34.44	52.72	
		Substr.		3	7.60	7.60	8.40	8.33	.	.	9.00	
	Prairie	Sol surf.		32		8.69	13.00	18.93	21.41	23.79	33.52	63.48
		Sol prof.	18	20	5.77	10.09	15.18	17.39	28.04	30.68	32.46	
		Substr.		4	4.98	6.49	13.50	16.25	28.75	.	33.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	5.47	5.72	7.15	7.73	10.00	.	10.47	
		Sol prof.	8	12	1.35	4.70	7.09	8.38	13.43	15.40	16.00	
		Substr.		2	2.79	2.79	6.90	6.90	.	.	11.00	
	Forêt	Sol surf.			10	1.35	1.54	3.75	3.29	4.31	4.76	4.81
		Sol prof.	7		16	1.30	1.31	1.35	3.44	3.53	11.82	14.00
		Substr.			5	1.35	1.35	1.35	2.56	4.38	.	4.60
	Prairie	Sol surf.			19	1.30	5.10	7.50	7.92	10.00	13.00	13.92
		Sol prof.	9		12	3.15	4.49	8.40	8.92	13.00	13.98	14.00
		Substr.			2	4.97	4.97	5.44	5.44	.	.	5.90
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	7.15	11.50	15.50	15.87	20.00	27.92	30.45
Sol prof.			12	17	11.00	13.81	17.00	18.37	24.00	27.60	30.00	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7		12	5.56	8.29	11.00	17.71	12.06	74.70	100.71
		Sol prof.		7	21	5.81	11.64	17.00	18.33	22.89	35.87	38.74
Prairie		Sol surf.			14	6.98	14.00	17.50	20.46	30.43	35.20	35.25
		Sol prof.	10		20	6.79	12.21	15.50	15.90	18.37	24.23	29.00
		Substr.			1							
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	14.00	15.00	18.00	18.86	23.00	.	26.00
			Sol prof.		12	16.00	17.00	18.50	19.25	21.75	24.70	25.00
	Forêt	Sol surf.	4		6	13.00	14.50	15.50	15.67	17.25	.	18.00
		Sol prof.		4	16	13.00	15.50	18.00	17.88	20.75	21.30	22.00
	Prairie	Sol surf.			22	13.00	14.00	17.50	18.59	22.25	27.10	31.00
		Sol prof.	12		24	11.00	15.25	18.00	18.92	21.00	27.50	28.00
		Substr.			1							
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	14.00	14.00	15.00	15.75	18.25	.	19.00	
		Sol prof.	4		6	13.00	13.75	15.00	15.00	16.25	.	17.00
		Substr.			1							
	Prairie	Sol surf.	3		6	15.00	17.25	37.50	31.83	40.75	.	43.00
		Sol prof.		3	3	16.00	16.00	17.00	25.67	.	.	44.00
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	12.00	19.00	21.00	35.13	25.50	.	139.00	
		Sol prof.	8		5	13.00	13.50	15.00	21.00	31.50	.	36.00
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.	1		2	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00
		Sol prof.			20	0.06	15.25	19.00	18.05	22.00	23.90	24.00
	Prairie	Sol surf.	10		6	14.00	14.00	19.00	20.17	26.75	.	29.00
		Sol prof.			7	20.00	21.00	33.00	37.14	48.00	.	63.00
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	21.00	38.00	55.00	51.09	64.00	77.80	81.00	
		Sol prof.		11								
	Forêt	Sol surf.	1		2	19.00	19.00	20.00	20.00	.	.	21.00
		Sol prof.		1	6	19.00	21.25	28.00	28.33	33.25	.	43.00
	Prairie	Sol surf.	11		19	31.00	37.00	42.00	43.68	53.00	57.00	59.00
		Sol prof.		11	15	22.00	26.00	35.00	38.73	46.00	65.60	68.00

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)		Sol surf.		9	10.00	10.50	12.00	18.89	28.00	.	45.00	
	Terre arable	Sol prof.	9	12	7.00	8.25	12.00	18.33	14.75	56.50	58.00	
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.			2	22.00	22.00	23.50	23.50	.	.	25.00
	Prairie	Sol surf.			28	8.00	12.00	13.50	16.00	16.75	28.20	41.00
		Sol prof.		15	16	7.00	9.00	11.00	19.50	26.25	59.00	73.00
Substr.				1								
Minette** (lo6-dou, e)		Sol surf.		3	11.00	11.00	13.00	12.33	.	.	13.00	
	Terre arable	Sol prof.	3	3	13.00	13.00	14.00	14.00	.	.	15.00	
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.		2	3	12.00	12.00	15.00	14.33	.	.	16.00
		Sol prof.			7	10.00	11.00	11.00	12.14	14.00	.	15.00
	Prairie	Sol surf.	1	2	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00	11.00
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.	9	9	10.00	11.00	13.00	15.00	14.50	.	35.00	
		Sol prof.		7	9.00	9.00	10.00	12.71	16.00	.	24.00	
	Prairie	Sol surf.	5	8	11.00	11.25	13.00	13.50	15.50	.	18.00	
		Sol prof.		5	5	11.00	11.00	12.00	12.40	14.00	.	14.00
Formations superficielles (d)		Sol surf.		6	7.00	9.25	15.50	25.33	45.50	.	65.00	
	Terre arable	Sol prof.	6	4	6.00	6.00	7.50	20.25	47.25	.	60.00	
		Substr.			2	7.00	7.00	15.00	15.00	.	23.00	
	Forêt	Sol surf.			5	10.19	10.73	12.00	13.69	17.50	.	22.00
		Sol prof.	3	11	8.95	12.00	17.00	18.60	17.08	47.17	54.21	
		Substr.			3	19.00	19.00	31.38	31.18	.	43.16	
	Prairie	Sol surf.			13	10.00	13.50	15.00	16.64	19.64	25.60	28.00
Sol prof.		7	12	12.00	15.00	15.60	18.13	23.75	28.40	29.00		
Substr.				1								

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

Table 6. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totales en **mercure** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.
Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». N : Nombre de lieux d'échantillonnage, n : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien		Sol surf.		23	0.040	0.035	0.070	0.070	0.090	0.110	0.120	
	Terre arable	Sol prof.	23	20	0.020	0.035	0.035	0.044	0.063	0.079	0.090	
		Substr.		2	0.040	0.035	0.058	0.058	.	.	0.080	
		Sol surf.		28	0.040	0.070	0.105	0.111	0.148	0.220	0.240	
	Forêt	Sol prof.	19	24	0.040	0.035	0.035	0.058	0.078	0.135	0.170	
		Substr.		2	0.070	0.070	0.110	0.110	.	.	0.150	
		Sol surf.		40	0.040	0.070	0.075	0.080	0.100	0.129	0.170	
	Prairie	Sol prof.	20	13	0.030	0.035	0.035	0.044	0.035	0.102	0.130	
		Substr.		2	0.040	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.040	
		Sol surf.		3	0.060	0.060	0.070	0.070	.	.	0.080	
	Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol prof.	3	2	0.040	0.035	0.038	0.038	.	.	0.040
			Substr.		2	0.030	0.030	0.033	0.033	.	.	0.040
Sol surf.				4	0.090	0.093	0.105	0.115	0.148	.	0.160	
Forêt		Sol prof.	3	5	0.040	0.035	0.035	0.042	0.053	.	0.070	
		Substr.		1								
		Sol surf.		6	0.030	0.034	0.095	0.078	0.103	.	0.110	
Prairie		Sol prof.	3	2	0.040	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.040	
		Substr.		2	0.040	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.040	
		Sol surf.		13	0.030	0.035	0.035	0.049	0.070	0.076	0.080	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	Terre arable	Sol prof.	13	16	0.030	0.035	0.035	0.046	0.048	0.090	0.160	
		Substr.		2	0.040	0.035	0.073	0.073	.	.	0.110	
		Sol surf.		27	0.040	0.070	0.110	0.112	0.140	0.164	0.290	
	Forêt	Sol prof.	17	44	0.020	0.035	0.035	0.063	0.060	0.130	0.400	
		Substr.		3	0.040	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.040	
		Sol surf.		32	0.030	0.035	0.045	0.054	0.070	0.090	0.100	
	Prairie	Sol prof.	18	20	0.010	0.035	0.035	0.041	0.040	0.078	0.130	
		Substr.		4	0.020	0.020	0.028	0.028	0.035	.	0.040	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.		
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	0.030	0.035	0.040	0.046	0.065	.	0.070		
		Sol prof.	8	12	0.030	0.030	0.035	0.036	0.039	0.050	0.050		
		Substr.		2	0.020	0.020	0.035	0.035	.	.	0.050		
	Forêt	Sol surf.			10	0.030	0.034	0.038	0.069	0.093	0.178	0.180	
		Sol prof.	7		16	0.020	0.030	0.035	0.036	0.035	0.059	0.080	
		Substr.			5	0.020	0.025	0.035	0.034	0.043	.	0.050	
	Prairie	Sol surf.			19	0.020	0.030	0.035	0.041	0.050	0.070	0.080	
		Sol prof.	9		12	0.020	0.031	0.035	0.043	0.040	0.102	0.120	
		Substr.			2	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.			12	0.030	0.035	0.070	0.087	0.105	0.300	
Sol prof.			12		17	0.010	0.033	0.035	0.062	0.090	0.144	0.160	
Substr.					1								
Forêt		Sol surf.	7		12	0.040	0.046	0.110	0.112	0.168	0.211	0.220	
		Sol prof.			21	0.030	0.035	0.035	0.048	0.055	0.078	0.140	
Prairie		Sol surf.			14	0.030	0.035	0.070	0.071	0.083	0.140	0.150	
		Sol prof.	10		20	0.020	0.035	0.035	0.046	0.048	0.088	0.150	
		Substr.			1								
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7		7	0.040	0.080	0.080	0.085	0.110	.	0.110
			Sol prof.			12	0.040	0.035	0.040	0.051	0.070	0.080	0.080
	Forêt	Sol surf.	4		6	0.070	0.093	0.105	0.107	0.130	.	0.130	
		Sol prof.			16	0.040	0.035	0.035	0.047	0.061	0.090	0.090	
	Prairie	Sol surf.			22	0.040	0.068	0.075	0.091	0.123	0.167	0.200	
		Sol prof.	12		24	0.030	0.035	0.045	0.053	0.060	0.085	0.130	
		Substr.			1								
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.			4	0.040	0.041	0.060	0.059	0.075	.	0.080	
		Sol prof.	4		6	0.040	0.035	0.038	0.041	0.050	.	0.050	
		Substr.			1								
	Prairie	Sol surf.	3		6	0.050	0.058	0.080	0.083	0.113	.	0.120	
		Sol prof.			3	0.030	0.030	0.060	0.070	.	.	0.120	
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.			8	0.020	0.041	0.060	0.062	0.085	.	0.100	
		Sol prof.	8		5	0.040	0.038	0.040	0.047	0.060	.	0.070	
		Substr.			1								
	Forêt	Sol surf.	1		2	0.040	0.035	0.053	0.053	.	.	0.070	
		Sol prof.			20	0.040	0.050	0.070	0.069	0.088	0.109	0.110	
	Prairie	Sol surf.	10		6	0.040	0.040	0.050	0.052	0.058	.	0.080	
		Sol prof.			6	0.040	0.040	0.050	0.052	0.058	.	0.080	
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7		7	0.050	0.050	0.100	0.113	0.140	.	0.270	
		Sol prof.			11	0.040	0.050	0.080	0.085	0.110	0.136	0.140	
	Forêt	Sol surf.	1		2	0.140	0.140	0.150	0.150	.	.	0.160	
		Sol prof.			6	0.040	0.061	0.080	0.079	0.098	.	0.120	
	Prairie	Sol surf.	11		19	0.010	0.060	0.090	0.086	0.110	0.140	0.140	
		Sol prof.			15	0.000	0.070	0.100	0.107	0.120	0.238	0.340	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo6-lo5)		Sol surf.		9	0.020	0.035	0.070	0.058	0.080	.	0.090	
	Terre arable	Sol prof.	9	12	0.000	0.015	0.035	0.068	0.055	0.260	0.260	
		Substr.			1							
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	0.070	0.070	0.075	0.075	.	.	0.080
	Prairie	Sol surf.			28	0.010	0.035	0.060	0.064	0.080	0.121	0.130
		Sol prof.		15	16	0.010	0.031	0.055	0.062	0.078	0.135	0.170
		Substr.			1							
			Sol surf.			3	0.050	0.050	0.100	0.097	.	.
	Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol prof.	3	3	0.030	0.030	0.060	0.050	.	.	0.060
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.		2	3	0.070	0.070	0.130	0.133	.	.	0.200
		Sol prof.		2	7	0.040	0.035	0.120	0.105	0.170	.	0.200
Prairie		Sol surf.		1	2	0.080	0.080	0.085	0.085	.	.	0.090
			Sol surf.		9	9	0.040	0.060	0.100	0.101	0.140	.
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol prof.		9	7	0.000	0.000	0.090	0.083	0.110	.	0.200
			Sol surf.		5	8	0.040	0.063	0.085	0.083	0.098	.
	Prairie	Sol prof.		5	5	0.010	0.015	0.050	0.060	0.110	.	0.130
			Sol surf.		6	6	0.040	0.048	0.070	0.072	0.095	.
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol prof.		6	4	0.020	0.020	0.035	0.060	0.125	.	0.150
		Substr.		2		0.020	0.020	0.030	0.030	.	.	0.040
			Sol surf.		5	5	0.090	0.100	0.120	0.174	0.275	.
	Forêt	Sol prof.	3	11	0.040	0.035	0.035	0.049	0.060	0.086	0.090	
		Substr.		3		0.030	0.030	0.050	0.047	.	.	0.060
	Prairie	Sol surf.			13	0.040	0.040	0.060	0.059	0.070	0.096	0.100
		Sol prof.		7	12	0.010	0.035	0.040	0.040	0.048	0.060	0.060
Substr.				1								

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolithique » (e)

Table 7. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totale en **nickel** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans le sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizons de type « C ». *N* : Nombre de lieux d'échantillonnage, *n* : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien	Terre arable	Sol surf.	23		15.00	29.00	40.00	38.29	46.00	53.25	58.00	
		Sol prof.	23	20	18.00	24.25	42.52	40.32	53.25	58.80	68.00	
		Substr.	2		15.00	15.00	25.50	25.50	.	.	36.00	
	Forêt	Sol surf.	28		11.00	30.00	35.78	35.18	44.00	47.28	52.00	
		Sol prof.	19	24	12.00	26.50	38.61	35.36	44.75	48.41	51.05	
		Substr.	2		40.97	40.97	45.29	45.29	.	.	49.60	
	Prairie	Sol surf.	40		16.00	32.00	38.98	37.30	43.00	48.01	55.00	
		Sol prof.	20	13	18.00	31.53	45.96	43.58	53.50	62.71	65.85	
		Substr.	2		24.00	24.00	37.64	37.64	.	.	51.27	
	Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.	3		25.00	25.00	37.00	35.33	.	.	44.00
			Sol prof.	3	2	38.00	38.00	45.50	45.50	.	.	53.00
			Substr.	2		38.00	38.00	46.50	46.50	.	.	55.00
Forêt		Sol surf.	4		10.00	11.25	21.00	20.75	30.00	.	31.00	
		Sol prof.	3	5	21.00	21.50	23.00	25.80	31.50	.	38.00	
		Substr.	1									
Prairie		Sol surf.	6		21.00	21.75	27.00	30.50	42.50	.	44.00	
		Sol prof.	3	2	35.00	35.00	44.50	44.50	.	.	54.00	
		Substr.	2		36.00	36.00	47.00	47.00	.	.	58.00	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)		Terre arable	Sol surf.	13		15.83	17.90	23.00	27.74	34.55	48.64	51.08
			Sol prof.	13	16	14.00	24.08	26.90	32.45	43.10	53.43	61.96
			Substr.	2		35.00	35.00	40.50	40.50	.	.	46.00
	Forêt	Sol surf.	27		13.99	15.87	19.39	22.29	27.91	32.60	45.00	
		Sol prof.	17	44	14.00	19.54	30.62	31.52	38.75	49.26	72.75	
		Substr.	3		23.00	23.00	25.00	26.00	.	.	30.00	
	Prairie	Sol surf.	32		11.00	21.36	29.59	30.26	39.08	46.58	54.47	
		Sol prof.	18	20	13.00	20.78	27.51	32.67	44.92	50.20	68.57	
		Substr.	4		11.21	13.41	25.50	26.05	39.25	.	42.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	0.00	2.63	6.13	7.00	9.75	.	19.48	
		Sol prof.	8	12	2.70	7.31	10.65	13.15	20.25	26.71	29.00	
		Substr.		2	8.96	8.96	13.48	13.48	.	.	18.00	
	Forêt	Sol surf.			10	0.10	2.60	2.70	3.59	5.31	6.65	6.79
		Sol prof.	7		16	2.60	2.63	2.70	4.80	7.36	11.75	13.08
		Substr.			5	2.60	2.60	2.70	5.13	8.87	.	9.68
	Prairie	Sol surf.			19	2.65	2.70	5.80	7.66	9.64	16.00	24.00
		Sol prof.	9		12	2.70	7.14	10.88	12.66	18.29	22.70	23.00
		Substr.			2	2.70	2.70	8.72	8.72	.	.	14.74
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	12.53	18.25	24.00	26.00	35.45	42.80	44.00
Sol prof.			12	17	19.36	27.01	32.00	35.49	42.50	52.80	68.00	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7		12	8.87	10.71	17.00	18.67	24.00	36.68	39.30
		Sol prof.		7	21	11.28	19.22	28.77	30.52	36.51	45.29	95.00
Prairie		Sol surf.			14	11.86	22.50	32.37	31.02	42.21	44.80	46.00
		Sol prof.	10		20	12.46	23.13	34.30	35.49	46.01	61.90	79.00
		Substr.			1							
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	29.00	30.00	30.00	33.71	35.00	.	51.00
			Sol prof.		12	29.00	31.00	34.50	35.33	41.00	41.70	42.00
	Forêt	Sol surf.	4		6	25.00	25.75	29.50	28.83	31.25	.	32.00
		Sol prof.		4	16	25.00	28.25	32.00	32.00	35.50	37.30	38.00
	Prairie	Sol surf.			22	23.00	26.75	30.50	31.50	36.25	41.70	42.00
		Sol prof.	12		24	29.00	31.50	37.00	42.38	51.25	62.50	89.00
		Substr.			1							
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	24.00	25.25	34.50	34.00	42.25	.	43.00	
		Sol prof.	4		6	28.00	28.00	35.00	35.33	42.00	.	45.00
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.	3		6	27.00	31.50	53.50	50.50	65.50	.	73.00
		Sol prof.		3	3	29.00	29.00	35.00	40.00	.	.	56.00
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	27.00	35.25	63.00	60.50	81.75	.	95.00	
		Sol prof.	8		5	60.00	66.00	74.00	74.20	82.50	.	88.00
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.	1		2	71.00	71.00	72.50	72.50	.	.	74.00
		Sol prof.		1	6	27.00	35.25	47.00	49.30	57.00	75.90	78.00
	Prairie	Sol surf.	10		20	30.00	33.75	40.00	43.83	55.50	.	66.00
		Sol prof.		10	6							
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	25.00	29.00	38.00	45.43	74.00	.	82.00	
		Sol prof.		11	39.00	55.00	77.00	76.00	91.00	114.40	116.00	
	Forêt	Sol surf.	1		2	24.00	24.00	24.50	24.50	.	.	25.00
		Sol prof.		1	6	22.00	30.25	40.50	51.67	78.50	.	104.00
	Prairie	Sol surf.	11		19	33.00	52.00	58.00	57.26	63.00	77.00	79.00
		Sol prof.		11	15	27.00	36.00	53.00	49.93	63.00	70.40	71.00

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	15.00	18.00	21.00	31.00	43.50	.	77.00	
		Sol prof.	9	12	15.00	17.75	23.00	49.25	43.50	211.20	264.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	16.00	16.00	17.50	17.50	.	.	19.00
	Prairie	Sol surf.			28	20.00	24.50	32.00	40.57	55.50	72.30	85.00
		Sol prof.		15	16	19.00	22.25	28.50	47.13	68.00	100.80	140.00
		Substr.			1							
		Sol surf.			3	37.00	37.00	48.00	54.33	.	.	78.00
	Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol prof.	3	3	43.00	43.00	44.00	50.33	.	.	64.00
Substr.				1								
Sol surf.				2	3	33.00	33.00	36.00	41.00	.	.	54.00
Forêt		Sol prof.		2	7	27.00	34.00	38.00	42.86	60.00	.	62.00
		Sol surf.		1	2	32.00	32.00	36.00	36.00	.	.	40.00
Dogger moy. (dom)		Terre arable	Sol surf.		9	29.00	33.50	46.00	43.78	51.00	.	59.00
	Sol prof.			9	7	30.00	32.00	39.00	38.57	43.00	.	50.00
	Prairie	Sol surf.		5	8	30.00	33.50	39.00	39.75	46.50	.	50.00
		Sol prof.		5	5	28.00	29.50	45.00	40.00	48.00	.	50.00
	Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	23.00	29.75	38.00	43.50	61.50	.	72.00
			Sol prof.	6	4	26.00	26.50	38.50	43.25	64.75	.	70.00
Substr.				2	20.00	20.00	28.50	28.50	.	.	37.00	
Forêt		Sol surf.			5	13.95	14.57	22.00	20.43	25.50	.	26.00
		Sol prof.	3	3	11	16.54	22.00	32.00	28.89	34.00	36.60	37.00
		Substr.			3	31.00	31.00	56.71	52.18	.	.	68.82
Prairie		Sol surf.			13	14.00	24.00	31.00	31.64	41.00	46.80	48.00
	Sol prof.	7	7	12	25.22	27.86	34.50	36.05	41.75	55.70	56.00	
	Substr.			1								

* Les couches lm3a-b, lm3a et lm3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

Table 8. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totale en **plomb** (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». *N* : Nombre de lieux d'échantillonnage, *n* : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Dévonien	Terre arable	Sol surf.		23	17.32	26.00	31.00	31.61	35.00	49.36	58.00	
		Sol prof.	23	20	9.01	11.25	16.50	18.51	21.50	34.40	42.98	
		Substr.		2	15.00	15.00	15.50	15.50	.	.	16.00	
	Forêt	Sol surf.			28	19.62	29.00	36.00	39.74	49.75	60.90	71.00
		Sol prof.	19	24	6.77	15.25	20.28	21.79	26.00	31.36	62.00	
		Substr.		2	8.72	8.72	10.42	10.42	.	.	12.12	
	Prairie	Sol surf.			40	16.67	23.54	30.00	31.17	35.00	39.80	80.36
		Sol prof.	20	13	8.10	11.89	20.00	22.01	27.00	47.33	54.89	
		Substr.		2	7.49	7.49	13.75	13.75	.	.	20.00	
Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.		3	15.00	15.00	19.00	21.67	.	.	31.00	
		Sol prof.	3	2	8.90	8.90	15.45	15.45	.	.	22.00	
		Substr.		2	9.00	9.00	15.00	15.00	.	.	21.00	
	Forêt	Sol surf.			4	30.00	40.25	104.50	372.50	972.75	.	1251.00
		Sol prof.	3	5	6.50	6.95	8.90	30.22	64.15	.	119.00	
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.			6	13.00	13.00	20.50	23.83	37.50	.	39.00
		Sol prof.	3	2	9.30	9.30	20.15	20.15	.	.	31.00	
		Substr.		2	6.20	6.20	15.60	15.60	.	.	25.00	
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	Terre arable	Sol surf.		13	8.22	12.97	15.93	16.83	22.69	24.48	24.73	
		Sol prof.	13	16	0.65	4.70	9.46	11.92	20.59	25.85	31.61	
		Substr.		2	2.60	2.60	22.80	22.80	.	.	43.00	
	Forêt	Sol surf.			27	12.35	24.00	30.64	33.70	36.00	63.36	81.00
		Sol prof.	17	44	0.65	6.74	13.04	20.61	19.82	26.26	258.94	
		Substr.		3	3.20	3.20	6.40	6.53	.	.	10.00	
	Prairie	Sol surf.			32	7.63	13.00	17.47	17.28	21.75	24.60	26.60
		Sol prof.	18	20	0.65	4.41	9.30	9.14	13.98	17.43	20.00	
		Substr.		4	2.60	3.20	5.36	7.08	12.68	.	15.00	

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	13.00	13.89	14.00	15.02	16.40	.	19.00	
		Sol prof.	8	12	4.60	5.97	9.35	9.05	11.43	13.40	14.00	
		Substr.		2	8.05	8.05	8.53	8.53	.	.	9.00	
	Forêt	Sol surf.			10	9.40	15.50	22.06	26.83	37.53	54.87	54.96
		Sol prof.	7		16	3.60	4.60	7.33	13.56	9.46	41.00	111.00
		Substr.			5	2.20	2.70	5.80	5.20	7.40	.	7.57
	Prairie	Sol surf.			19	4.50	11.00	14.00	14.60	18.00	22.00	27.00
		Sol prof.	9		12	5.55	6.08	10.33	10.75	12.50	23.50	28.00
		Substr.			2	3.10	3.10	5.55	5.55	.	.	8.00
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.		12	14.93	17.75	25.00	24.68	31.50	38.90	41.00
Sol prof.			12	17	8.13	13.00	17.00	18.23	23.00	29.00	41.00	
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	7		12	21.00	27.88	31.75	33.86	39.00	52.90	55.96
		Sol prof.		7	21	9.72	13.91	18.00	18.11	21.89	25.80	29.00
Prairie		Sol surf.			14	14.05	18.83	25.20	25.51	29.50	38.50	46.00
		Sol prof.	10		20	6.50	13.75	16.50	16.72	21.00	24.00	25.00
		Substr.			1							
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.	7	7	26.00	28.00	34.00	34.29	41.00	.	43.00
			Sol prof.		12	16.00	17.00	19.00	19.08	22.00	23.00	23.00
	Forêt	Sol surf.	4		6	46.00	46.75	48.50	55.33	67.50	.	78.00
		Sol prof.		4	16	15.00	16.25	19.00	19.63	20.75	27.80	32.00
	Prairie	Sol surf.			22	27.00	31.00	38.00	49.05	45.50	56.40	264.00
		Sol prof.	12		24	12.00	18.25	21.50	23.29	29.50	33.00	40.00
lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.		4	32.00	32.00	37.50	38.25	45.25	.	46.00	
		Sol prof.	4		6	18.00	20.25	23.50	25.00	30.50	.	35.00
		Substr.		1								
	Prairie	Sol surf.	3		6	36.00	42.00	51.00	49.50	55.25	.	62.00
		Sol prof.		3	3	15.00	15.00	16.00	19.67	.	.	28.00
	lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.		8	32.00	35.00	42.50	42.00	48.25	.	50.00
Sol prof.			8		5	21.00	21.00	29.00	30.40	40.50	.	52.00
Substr.				1								
Forêt		Sol surf.	1		2	62.00	62.00	66.00	66.00	.	.	70.00
		Sol prof.		10	20	31.00	36.25	44.00	44.15	52.25	56.90	60.00
Prairie		Sol prof.		10	6	20.00	20.75	23.50	23.50	26.25	.	27.00
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.	7	7	42.00	47.00	52.00	65.00	68.00	.	143.00	
		Sol prof.		11	20.00	25.00	26.00	26.64	30.00	32.60	33.00	
	Forêt	Sol surf.	1		2	70.00	70.00	73.00	73.00	.	.	76.00
		Sol prof.		1	6	23.00	25.25	37.00	34.67	42.25	.	43.00
	Prairie	Sol surf.			19	33.00	43.00	50.00	61.89	83.00	100.00	145.00
		Sol prof.	11		15	22.00	26.00	28.00	35.27	52.00	59.40	63.00

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	26.00	31.00	37.00	41.56	56.00	.	63.00	
		Sol prof.	9	12	13.00	14.25	18.00	19.00	22.00	27.70	28.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	21.00	21.00	26.50	26.50	.	.	32.00
	Prairie	Sol surf.			28	36.00	50.00	59.50	63.89	70.00	110.50	134.00
		Sol prof.		15	16	15.00	20.00	23.50	28.13	30.50	49.10	68.00
Substr.				1								
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol surf.		3	57.00	57.00	59.00	59.67	.	.	63.00	
		Sol prof.	3	3	22.00	22.00	24.00	29.00	.	.	41.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		2	3	80.00	80.00	94.00	89.33	.	.	94.00
		Sol prof.		2	7	19.00	21.00	25.00	26.86	33.00	.	40.00
	Prairie	Sol surf.		1	2	51.00	51.00	51.50	51.50	.	.	52.00
Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	36.00	42.00	52.00	51.33	60.00	.	67.00	
		Sol prof.		9	7	16.00	20.00	23.00	25.86	24.00	.	53.00
	Prairie	Sol surf.		5	8	47.00	48.00	67.50	72.63	100.50	.	119.00
		Sol prof.		5	5	13.00	13.50	26.00	28.00	43.50	.	46.00
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	32.00	32.75	39.00	40.33	48.25	.	52.00	
		Sol prof.	6	4	15.00	15.00	18.00	19.25	24.75	.	26.00	
		Substr.		2	18.00	18.00	23.50	23.50	.	.	29.00	
	Forêt	Sol surf.			5	54.00	57.30	64.59	68.64	82.00	.	91.00
		Sol prof.		3	11	16.75	22.21	24.00	25.68	27.00	43.40	46.75
		Substr.			3	10.44	10.44	21.00	19.27	.	.	26.36
	Prairie	Sol surf.			13	18.83	31.50	36.00	38.68	45.50	62.00	68.00
Sol prof.			7	12	9.21	13.39	24.00	23.75	26.50	49.30	58.00	
	Substr.			1								

* Les couches Im3a-b, Im3a et Im3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

** Comprend les « Limons et minerais de fer pisolithique » (e)

Table 9. Valeurs statistiques des concentrations quasi-totale en zinc (mg/kg sol sec) distinguées selon les régions homogènes, l'occupation du sol et la profondeur.

Sol surf. : Sol de surface équivalent au premier horizon du sol minéral. Lorsqu'un ancien horizon de labour (rAp) était présent en forêt ou en prairie il est repris dans les sol de surface. *Sol prof.* Sol de profondeur équivalent aux horizons du type « B », « S », « M », « R » et « P ». *Substr.* : Substratum équivalent aux horizon de type « C ». *N* : Nombre de lieux d'échantillonnage, *n* : nombre de données (analyses d'échantillons).

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.
Dévonien	Terre arable	Sol surf.	23		52.00	81.05	99.00	97.24	111.00	122.46	164.00
		Sol prof.	23	20	38.00	46.50	67.00	67.53	82.50	99.30	125.13
		Substr.	2		37.00	37.00	52.00	52.00	.	.	67.00
	Forêt	Sol surf.	28		11.66	67.12	82.77	80.94	100.45	113.80	121.32
		Sol prof.	19	24	35.00	60.86	76.44	75.32	89.50	102.00	103.00
		Substr.	2		67.18	67.18	68.86	68.86	.	.	70.53
	Prairie	Sol surf.	40		51.00	89.25	97.00	96.94	104.70	116.90	126.00
		Sol prof.	20	13	39.00	67.84	88.00	79.32	97.00	102.01	102.69
		Substr.	2		45.00	45.00	54.39	54.39	.	.	63.78
Buntsandstein (s)	Terre arable	Sol surf.	3		88.00	88.00	98.00	103.33	.	.	124.00
		Sol prof.	3	2	78.00	78.00	97.00	97.00	.	.	116.00
		Substr.	2		96.00	96.00	105.00	105.00	.	.	114.00
	Forêt	Sol surf.	4		42.00	45.75	75.50	86.00	136.75	.	151.00
		Sol prof.	3	5	57.00	59.00	61.00	71.00	88.00	.	102.00
		Substr.	1								
	Prairie	Sol surf.	6		73.00	75.25	80.00	96.83	135.50	.	137.00
		Sol prof.	3	2	71.00	71.00	101.00	101.00	.	.	131.00
		Substr.	2		75.00	75.00	96.00	96.00	.	.	117.00
Muschelkalk (m) - Keuper (k)	Terre arable	Sol surf.	13		38.26	44.31	51.64	57.42	67.50	93.74	104.87
		Sol prof.	13	16	26.00	38.78	47.40	50.32	57.54	84.92	88.97
		Substr.	2		57.00	57.00	76.50	76.50	.	.	96.00
	Forêt	Sol surf.	27		40.41	53.02	69.50	79.80	84.98	114.14	308.32
		Sol prof.	17	44	22.56	39.40	49.10	89.64	61.26	145.21	1071.38
		Substr.	3		44.00	44.00	53.00	51.33	.	.	57.00
	Prairie	Sol surf.	32		37.79	51.99	60.25	63.70	72.96	98.16	106.91
		Sol prof.	18	20	28.84	39.05	45.01	50.41	61.33	69.67	87.58
		Substr.	4		18.91	22.68	42.50	41.73	60.00	.	63.00

Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.		
Grès de Lux. (li2)	Terre arable	Sol surf.		8	25.00	29.25	36.64	36.63	39.74	.	52.77		
		Sol prof.	8	12	10.68	13.50	23.50	28.56	40.20	58.72	63.74		
		Substr.		2	10.13	10.13	22.57	22.57	.	.	35.00		
	Forêt	Sol surf.			10	8.90	12.75	25.62	25.68	33.77	44.86	45.17	
		Sol prof.	7		16	5.30	10.00	19.50	20.10	29.90	43.09	43.29	
		Substr.			5	4.40	7.15	14.00	15.12	23.66	.	24.82	
	Prairie	Sol surf.			19	6.60	25.45	32.00	33.44	38.05	53.00	56.00	
		Sol prof.	9		12	8.60	17.82	27.50	25.81	32.18	43.90	46.00	
		Substr.			2	11.00	11.00	15.92	15.92	.	.	20.84	
	Lias inf. (li) pas autr. spéc.	Terre arable	Sol surf.			12	40.27	45.86	61.50	65.97	83.75	105.96	112.00
Sol prof.			12		17	22.56	47.21	63.00	66.25	87.00	104.20	113.00	
Substr.					1								
Forêt		Sol surf.			12	33.73	45.12	55.50	59.66	71.83	103.32	111.34	
		Sol prof.	7		21	33.99	41.40	53.00	54.63	65.08	82.75	94.00	
Prairie		Sol surf.			14	43.55	52.05	73.59	83.88	119.25	139.50	150.00	
		Sol prof.	10		20	31.00	44.06	60.89	69.36	89.25	122.90	126.00	
		Substr.			1								
Lias moy. (lm) pas autr. spéc.		Terre arable	Sol surf.			7	96.00	105.00	108.00	115.71	128.00	.	143.00
			Sol prof.	7		12	82.00	86.50	97.00	95.67	99.50	112.00	115.00
	Forêt	Sol surf.			6	113.00	121.25	132.50	136.17	150.25	.	172.00	
		Sol prof.	4		16	87.00	91.00	93.50	97.00	103.75	111.60	113.00	
	Prairie	Sol surf.			22	93.00	100.50	124.50	126.50	136.75	168.10	215.00	
		Sol prof.	12		24	77.00	93.00	104.00	109.79	134.50	147.50	149.00	
		Substr.			1								
	lm3a-b, lm3a et lm3b - Est*	Terre arable	Sol surf.			4	97.00	101.00	130.00	133.50	169.50	.	177.00
			Sol prof.	4		6	86.00	88.25	104.00	105.67	123.25	.	130.00
			Substr.			1							
Prairie		Sol surf.			6	137.00	146.75	199.00	199.83	251.50	.	268.00	
		Sol prof.	3		3	98.00	98.00	107.00	130.00	.	.	185.00	
lm3a-b, lm3a et lm3b – Ouest*	Terre arable	Sol surf.			8	107.00	131.00	156.00	169.63	214.50	.	252.00	
		Sol prof.	8		5	147.00	147.50	154.00	177.20	218.50	.	233.00	
		Substr.			1								
	Forêt	Sol surf.	1		2	160.00	160.00	168.00	168.00	.	.	176.00	
		Sol prof.			20	107.00	133.25	153.50	166.00	199.25	237.40	258.00	
	Prairie	Sol surf.	10		6	88.00	94.00	140.50	129.17	151.50	.	162.00	
		Sol prof.			6								
C. à Harp. falc. (lo1)	Terre arable	Sol surf.			7	150.00	153.00	208.00	210.86	241.00	.	321.00	
		Sol prof.	7		11	127.00	151.00	185.00	179.36	214.00	239.80	246.00	
	Forêt	Sol surf.			2	183.00	183.00	186.50	186.50	.	.	190.00	
		Sol prof.	1		6	154.00	156.25	225.50	274.83	358.75	.	613.00	
	Prairie	Sol surf.			19	141.00	166.00	181.00	240.84	289.00	448.00	567.00	
		Sol prof.	11		15	60.00	144.00	162.00	165.13	195.00	228.40	241.00	
		Sol prof.			15								

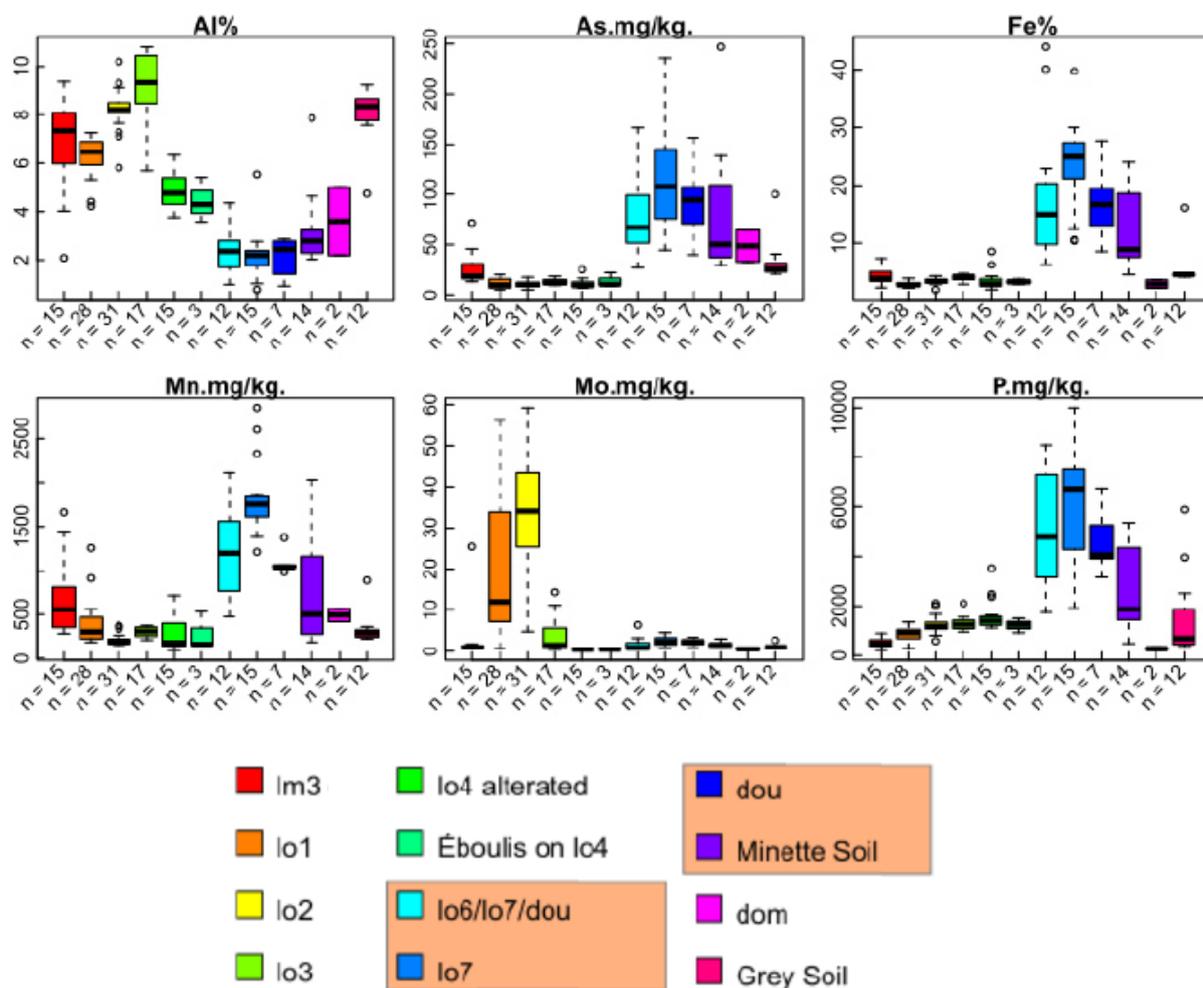
Région homogène	Occ. du sol	Prof.	N	n	Min.	P25	Méd.	Moy.	P75	P90	Max.	
Lias sup. marneux (lo2-lo5)	Terre arable	Sol surf.		9	84.00	105.50	165.00	160.44	190.50	.	309.00	
		Sol prof.	9	12	58.00	60.50	68.00	103.67	91.25	294.40	334.00	
		Substr.		1								
	Forêt	Sol surf.		1	1							
		Sol prof.		1	2	52.00	52.00	71.50	71.50	.	.	91.00
	Prairie	Sol surf.			28	122.00	167.00	221.50	233.21	269.50	375.70	504.00
Sol prof.			15	16	63.00	88.50	114.50	140.69	194.25	283.10	302.00	
Substr.				1								
Sol surf.				3	185.00	185.00	223.00	241.00	.	.	315.00	
Minette** (lo6-dou, e)	Terre arable	Sol prof.	3	3	121.00	121.00	126.00	179.33	.	.	291.00	
		Substr.		1								
		Sol surf.		2	3	253.00	253.00	291.00	293.67	.	.	337.00
	Forêt	Sol prof.		2	7	68.00	83.00	124.00	120.86	169.00	.	171.00
		Sol surf.		1	2	150.00	150.00	158.50	158.50	.	.	167.00
	Dogger moy. (dom)	Terre arable	Sol surf.		9	114.00	144.00	209.00	193.56	237.50	.	265.00
Sol prof.				9	7	70.00	93.00	127.00	121.14	135.00	.	168.00
Prairie		Sol surf.		5	8	169.00	189.75	211.00	249.75	335.25	.	417.00
		Sol prof.		5	5	54.00	58.50	145.00	125.60	183.00	.	203.00
Formations superficielles (d)	Terre arable	Sol surf.		6	103.00	114.25	159.50	168.50	230.25	.	246.00	
		Sol prof.		6	4	78.00	78.75	117.00	125.75	181.50	.	191.00
		Substr.		2		63.00	63.00	77.50	77.50	.	.	92.00
	Forêt	Sol surf.			5	43.30	46.72	131.00	130.09	213.00	.	233.00
		Sol prof.		3	11	40.12	49.14	99.00	84.50	111.00	121.60	122.00
		Substr.			3	58.38	58.38	105.00	98.25	.	.	131.37
	Prairie	Sol surf.			13	49.00	78.82	114.00	121.82	161.00	204.80	214.00
		Sol prof.		7	12	47.28	60.89	100.00	93.87	121.25	127.70	128.00
	Substr.			1								

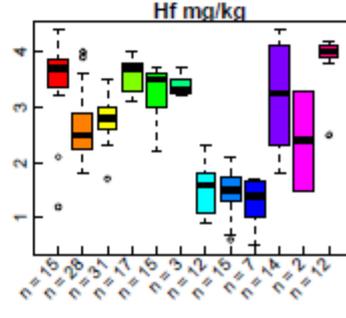
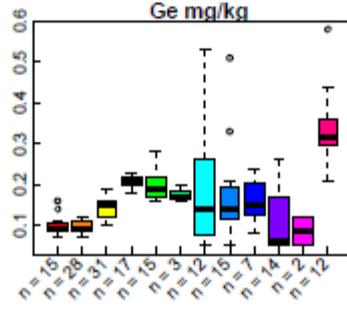
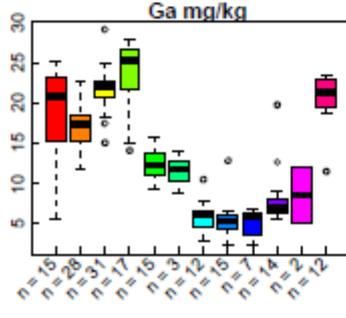
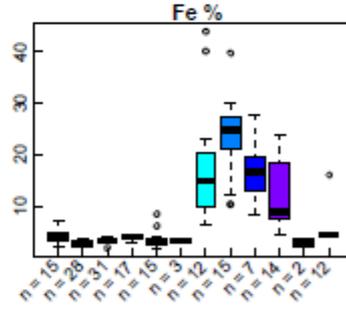
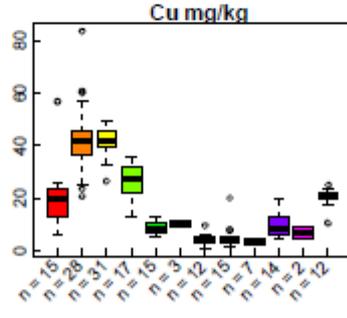
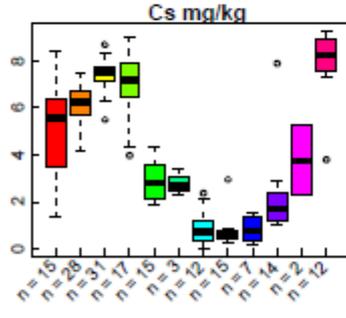
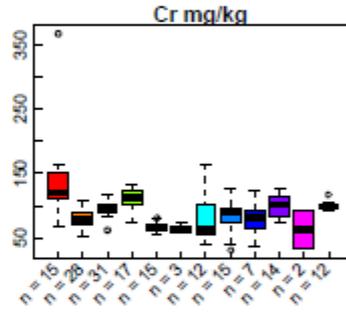
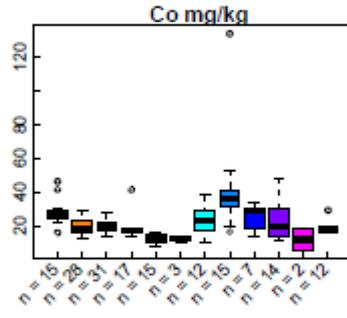
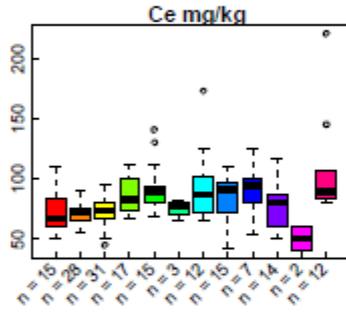
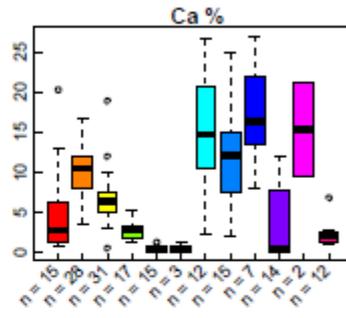
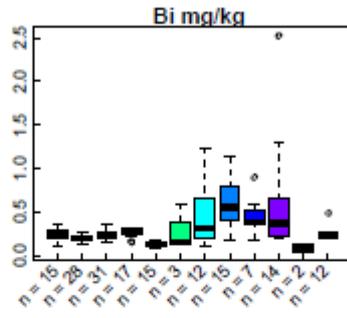
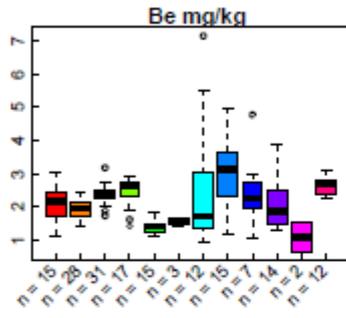
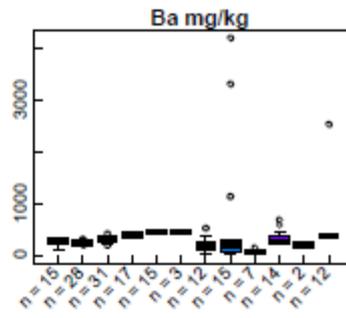
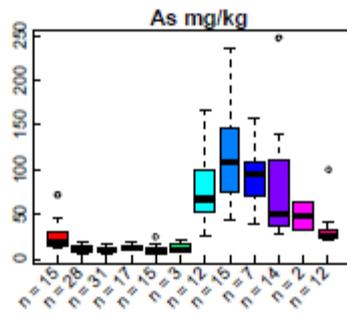
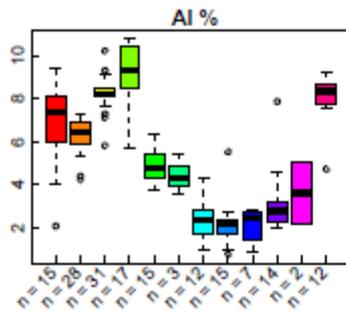
* Les couches Im3a-b, Im3a et Im3b sont divisées en deux régions homogènes par rapport à la faille de Hussigny qui passe la frontière près de Hussigny-Godbrange (Fr) et passe de Differdange à Schouweiler.

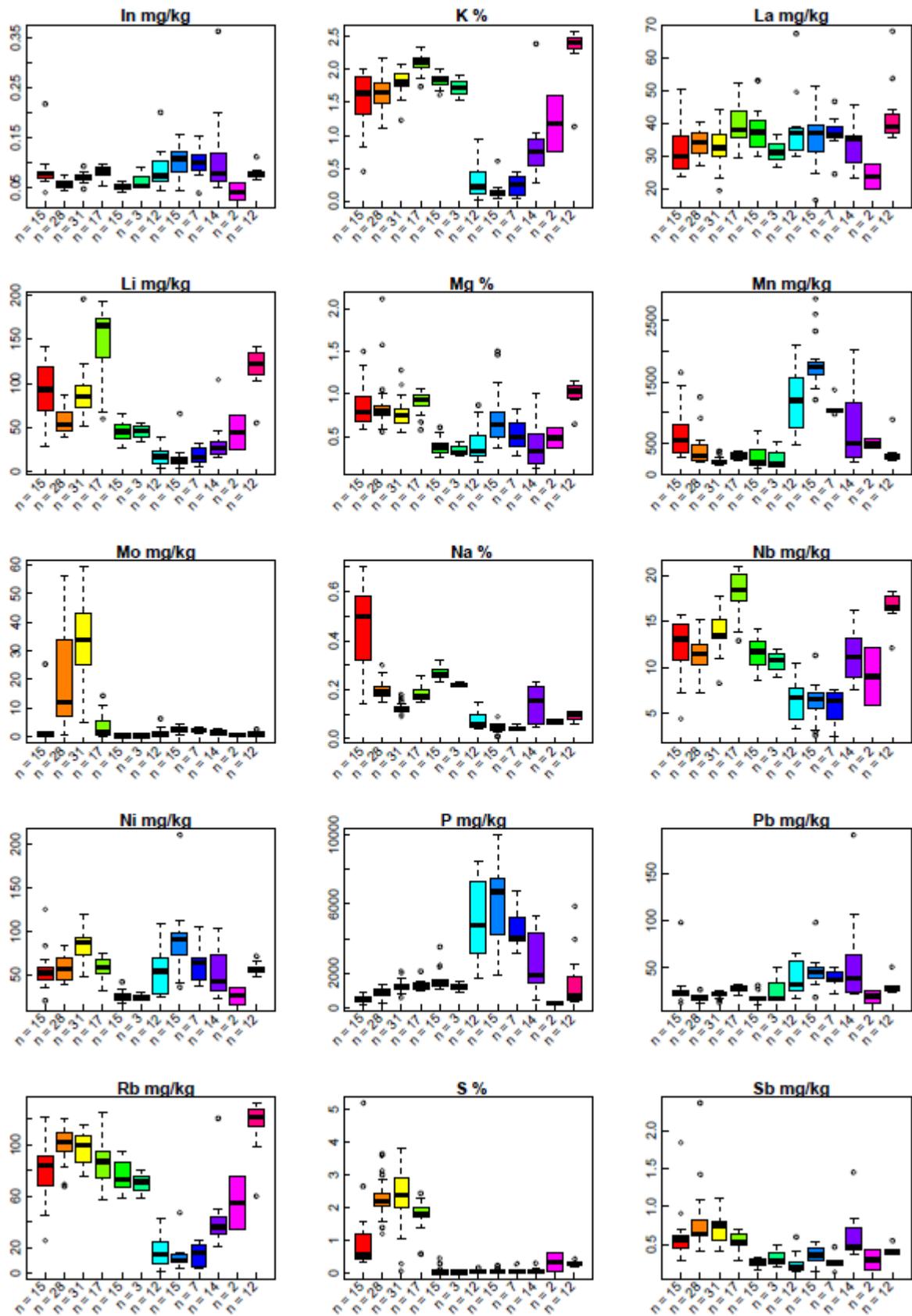
** Comprend les « Limons et minerai de fer pisolithique » (e)

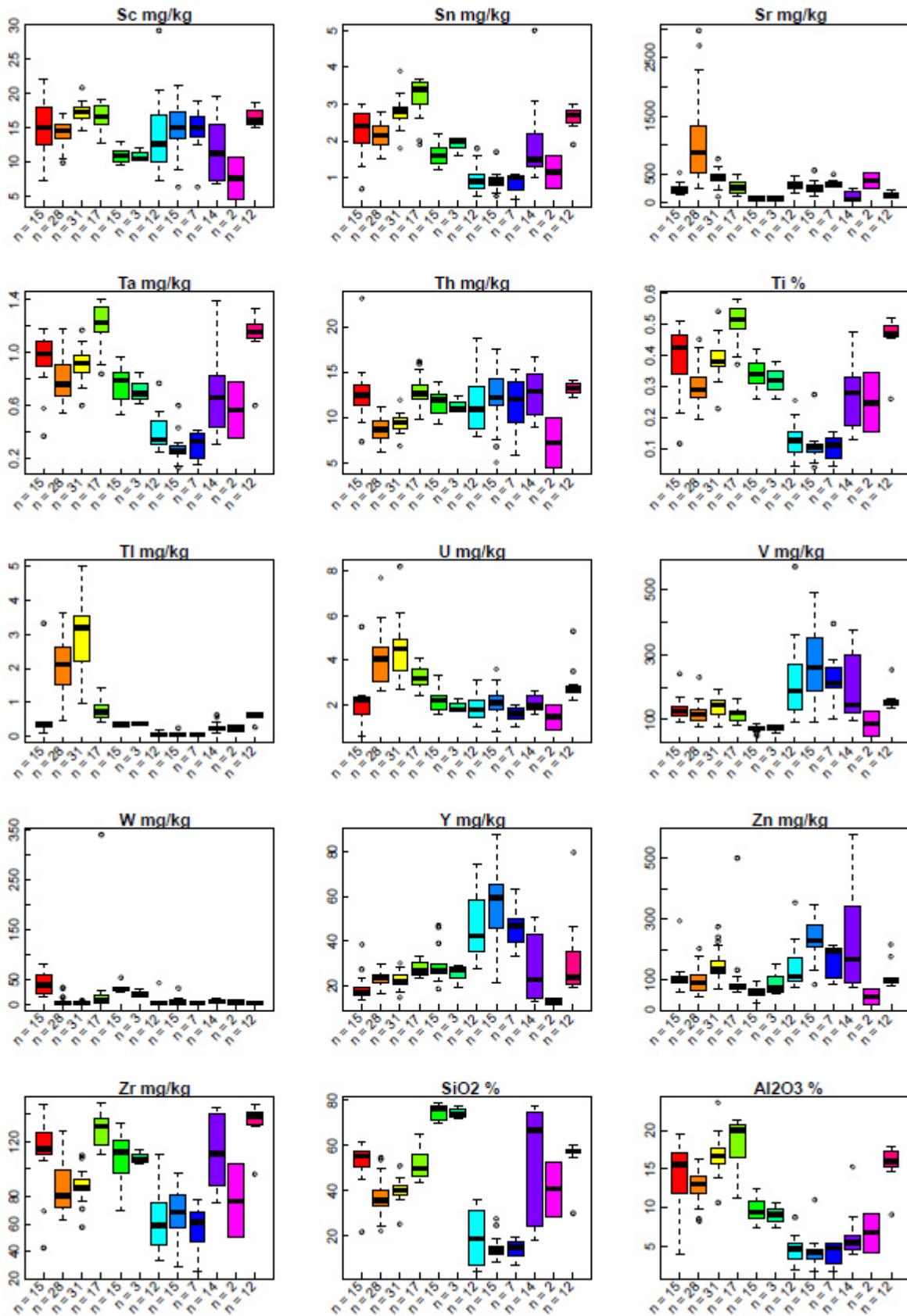
ANNEXE 2: « BOX ET WHISKER » PLOT REPRIS DE CLAES ET AL. (2018)

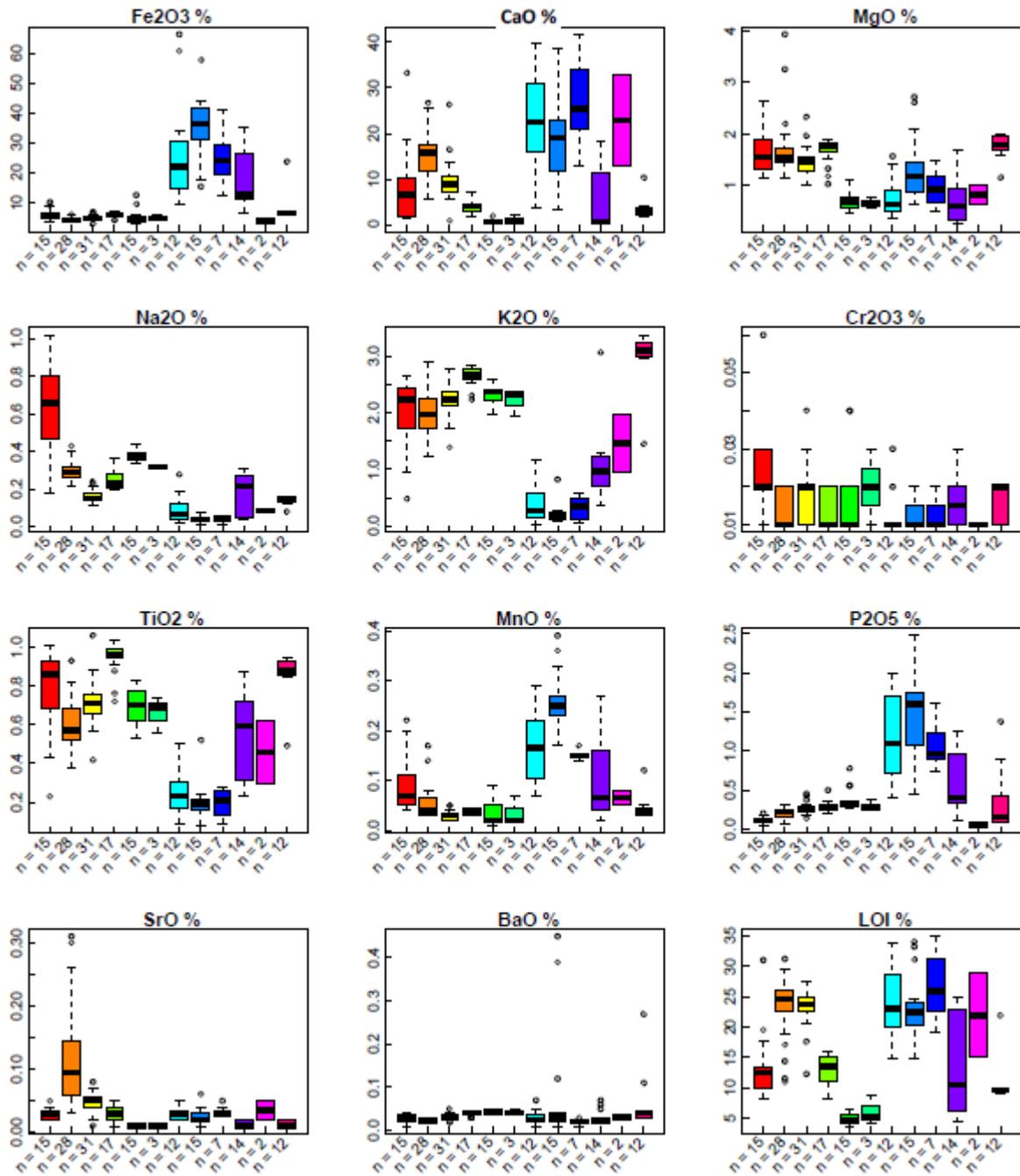
Dans le projet que Claes et al. ont réalisé en 2018 pour l'AEV (« Origin and mobility of arsenic in different rock and soil types in Luxembourg. »), ils ont fait des analyses étendues sur la composition des différents types de roches et de sols. L'annexe 2 reprend ces résultats sous forme de graphiques « box et whisker » tels qu'ils ont été repris dans le rapport. Au total, 97 échantillons ont été analysés après fusion au metaborate de lithium. Les concentrations en Al, As, Ba, Be, Bi, Ca, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Rb, S, Sb, Sc, Sn, Sr, Ta, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn et Zr ont été mesurées par ICP-MS, tandis que Al₂O₃, BaO, CaO, Cr₂O₃, Fe₂O₃, K₂O, MgO, MnO, Na₂O, P₂O₅, SiO₂, SrO, TiO₂ ont été mesurées par XRF. Par ailleurs, la perte au feu (loss on ignition : LOI) a été déterminée (Claes et al. 2018). Quelques résultats de cette étude ont été publiés par Claes et al. en 2021.











Contact

Administration de l'environnement
Unité stratégies et concepts
1, avenue du Rock'n'Roll
L-4361 Esch-sur-Alzette