

BIOBRO

Cadmium et plomb dans le sang chez les adolescents.

19 mars 2024

H. Demaegdt

Service Trace Elements and
Nanomaterials

K. Cheyns

Service Trace Elements and
Nanomaterials

TABLE DES MATIÈRES

1	TABLE DES ACRONYMES	3
2	INTRODUCTION	4
3	RÉSULTATS.....	5
3.1	Cadmium.....	5
3.1.1	Statistiques descriptives	5
3.1.2	Comparaison avec d'autres enquêtes régionales/nationales de biosurveillance et des 'hotspots' ⁶	
3.2	Plomb (Pb).....	8
3.2.1	Statistiques descriptives	8
3.2.2	Comparaison avec d'autres enquêtes régionales/nationales de biosurveillance et des 'hotspots' ⁸	
4	CONCLUSION	9
	ANNEXE A – DISTRIBUTIONS DU CD ET PB.....	12
	ALL SITES TOGETHER.....	12
	OBOURG	13
	SIX OTHER SITES.....	14
	ANNEXE B – OUTLIERS	15

1 TABLE DES ACRONYMES

BMH-Wal : Biomonitoring Humain Wallon

Cd : Cadmium

IARC : International Agency for Research on Cancer

LOQ : limite de quantification

GM : moyenne géométrique

N : effectif

p : p-valeur du test de Mann-Whitney ou du z-test des proportions

Pb : Plomb

P5-25-50-75-95 : percentile 5-25-50-75-95

RV95 : valeurs de référence basées sur le P95

95%CI : intervalle de confiance à 95%

µg/L : microgramme/litre

2 INTRODUCTION

Une pollution historique et des émissions de polluants comme les PCBs, des métaux ont été constatées récemment aux alentours des sites de broyeurs à métaux. Une exposition à long terme à ce type de polluant peut être dommageable pour la santé et des mesures pour réduire les émissions de gaz et de poussières ont été prises, comme l'installation de filtres plus performants afin de diminuer les émissions. L'objectif premier du projet BioBro est d'évaluer l'exposition interne des riverains vivant à proximité des broyeurs à métaux, en mesurant leurs imprégnations en plusieurs substances potentiellement émises par les broyeurs. En plus le but est d'identifier une éventuelle surexposition des riverains aux broyeurs par une comparaison avec une population non-riveraine, entre autres avec les valeurs de référence sur l'exposition des Wallons déterminées dans BMH-Wal, mais aussi avec des données flamandes, européennes, internationales si elles existent. Dans ces types d'études, la catégorie d'âge des adolescents est utilisée car ce sont de bons témoins des expositions locales et récentes. Locale car la majorité des adolescents vont toujours à l'école, souvent dans un périmètre proche du domicile. Tout comme les activités de loisirs (sports, mouvement de jeunesse...) qui ont lieu, généralement, près de chez eux. Récente car ils sont jeunes. Leur exposition correspond à celle des 10 à 20 dernières années contrairement aux adultes dont les résultats reflèteraient une exposition à plus long terme.

De plus, ils sont (en théorie) moins soumis à d'autres expositions liées à la vie professionnelle ou à la réalisation de travaux domestiques (usages de produits de nettoyage, bricolage...). Et enfin, pour les adolescents, nous disposons déjà de données issues de précédentes études qui nous permettront de réaliser des comparaisons.

Le cadmium est un élément naturel peu abondant de la croûte terrestre présent dans certains minerais (notamment de zinc, cuivre et plomb). Ce métal entre dans la composition de nombreux alliages. Il est principalement employé dans la fabrication de piles, de batteries, de cables, de colorants et comme stabilisant pour les matières plastiques. Le cadmium a été largement utilisé pour protéger l'acier de la corrosion (cadmiage). Le cadmium est rejeté dans l'environnement via l'activité industrielle (processus industriels de fusion et d'affinage des métaux et de combustion tels que l'incinération des déchets) et les pratiques agricoles (engrais phosphatés, épandage de boues d'épuration). Pour les fumeurs, l'inhalation de la fumée de cigarette représente une source importante d'exposition au cadmium. Pour les non-fumeurs, la source principale de cadmium est l'alimentation. Les aliments les plus concentrés en cadmium sont les légumes, les céréales, les abats, les crustacés, les coquillages et les poissons. Les effets principaux du cadmium sont une atteinte rénale (néphropathie pouvant évoluer vers l'insuffisance rénale) et une atteinte osseuse pouvant conduire à une ostéomalacie et une ostéoporose. Le cadmium est également cancérigène (groupe 1 IARC). Le cadmium absorbé s'élimine surtout par voie urinaire mais son excrétion est très lente. Le métal s'accumule dans l'organisme au cours du temps (environ 50% de la charge corporelle en cadmium se trouve dans les reins).

Le plomb est un métal qui se trouve naturellement dans les sols et les roches. Il peut exister sous des formes organiques et inorganiques. Il est employé de nos jours dans la fabrication de batteries, de soudures, la production et l'utilisation d'alliages métalliques, de matières plastiques (comme pigment ou stabilisant), de munitions, d'émaux (céramique) et d'isolants contre le bruit, les vibrations et les rayonnements ionisants. Des mesures comme l'interdiction de l'essence au plomb (depuis le 1er janvier 2000 dans l'Union Européenne), la réglementation des teneurs en plomb dans les peintures,

les conserves (soudure au plomb) et les canalisations ont permis de réduire l'exposition de la population au plomb. Aujourd'hui, la principale voie d'exposition est l'ingestion d'aliments, d'eau potable et, chez les enfants, de produits non alimentaires contenant du plomb (poussière domestique, peinture, terre). Les aliments les plus contaminés par le plomb sont les crustacés, les mollusques, les abats, mais aussi le pain, le sucre et ses dérivés. Une forte exposition au plomb peut être observée chez les personnes qui résident dans un habitat ancien (anciennes peintures au plomb et canalisations en plomb) ou qui pratiquent certains loisirs (tir, chasse et certains types d'artisanat).

Les principaux organes cibles du plomb sont le système nerveux central, cardiovasculaire, les reins et la moelle osseuse. Les enfants en bas âge sont les plus vulnérables à une intoxication au plomb en raison de leur activité main-bouche, de leur coefficient d'absorption digestive élevé et de leur système nerveux en développement. Le plomb traverse aisément la barrière placentaire et a un effet neurologique sans seuil : même une faible exposition au plomb peut impacter le développement intellectuel, le comportement, la croissance et l'audition des enfants.

Le plomb est un toxique cumulatif qui est stocké majoritairement dans les os (90% chez l'adulte). La plombémie est considérée comme le meilleur indice d'exposition au plomb dans l'organisme.

Dans le projet BioBro, le but est, concernant le cadmium et le plomb, de répondre aux questions suivantes : (a) Le cadmium et le plomb se retrouvent-ils dans le corps des riverains des broyeurs ? (b) Les riverains des broyeurs sont-ils plus imprégnés à ces substances que la population générale wallonne à ces substances ? Le traitement des données va porter sur 2 groupes : les riverains du site de broyage de Cometsambre d'Obourg et les riverains de 6 autres sites de broyage pris globalement. Ce choix est dicté par les résultats du recrutement. S'il n'y a pas de différences significatives entre ces 2 groupes, l'ensemble des sites (pour augmenter l'effectif du groupe) sera comparé avec les adolescents de BMH-Wal1 (groupe de référence). Le site d'Obourg sera toujours aussi étudié à part. Tableau 1 présente la population étudiée.

Population	N_{tot}
Ado's BioBro (7 sites)	121
Ado's Obourg*	74
Ado's 6 autres sites*	47
Ado's BMH-Wal1	281

TABLEAU 1 : POPULATION ETUDIEE

Il est à noter que les nombres d'adolescents Obourg ou les 6 autres sites sont faibles. Par conséquent, les résultats des comparaisons avec ces groupes sont à interpréter avec précautions.

3 RÉSULTATS

3.1 CADMIUM

3.1.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Le tableau 2 présente les statistiques descriptives obtenues lors du dosage de cadmium dans le sang des adolescents (12-19 ans) de Biobro et de BMH-Wal1 en comparaison.

Aucune différence significative n'a été observée entre les adolescents d'Obourg et les adolescents des 6 autres sites ($p_{MW} = 0.1616$). En conséquence, tous les adolescents de BioBro d'une part et les adolescents d'Obourg d'autre part ont été comparés à ceux de BMH-Wal1. Uniquement pour la dernière comparaison (Obourg vs – BMH-Wal), un $p_{MW} < 0,05$ et une augmentation de 15% du GM est observé. Ceci contraste avec une baisse de 40 % du P95 observée ($p_z < 0.0001$). Ce résultat opposé peut être dû à la grande différence de N pour ces deux groupes (73 vs 277). On ne peut donc pas conclure de ce résultat que les adolescents d'Obourg sont plus exposés au Cd que ceux de notre groupe de référence.

Cd (µg/L)	N _{tot}	LO Q	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	73	0,09	11%	0.15 (0.13-0.17)	<L OQ	0.12	0.15	0.19	0.29	0.1616	0.0638
Ado's 6 sites	47	0,09	21%	0.13 (0.10-0.16)	<L OQ	0.10	0.13	0.18	0.44		
Ado's Biobro	120	0.09	15%	0.14 (0.12-0.16)	<L OQ	0.11	0.15	0.19	0.32 (0.29-0.60)	0.1199	0.00036
Ado's BMHWAL1	277	0,07	16%	0.13 (0.12-0.14)	<L OQ	0.08	0.13	0.20	0.46 (0.37-0.84)		
Ado's Obourg	73	0,09	11%	0.15 (0.13-0.17)	<L OQ	0.12	0.15	0.19	0.29	0.0475	<0.0001
Ado's BMHWAL1	277	0,07	16%	0.13 (0.12-0.14)	<L OQ	0.08	0.13	0.20	0.46 (0.37-0.84)		

TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES CADMIUM (µg/L)

3.1.2 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ENQUÊTES RÉGIONALES/NATIONALES DE BIOSURVEILLANCE ET DES 'HOTSPOTS'

Le tableau 4 du 'RAPPORT VALEURS DE RÉFÉRENCE : Cd, Pb et Hg dans le sang.' et le tableau 3 ci-dessous (référence vs hotspots) résument les résultats de Cd et Pb des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance. Il y a peu d'études de 'hotspot' disponibles dans la littérature qui sont comparables à notre étude. Dans la revue de la littérature, les études portant sur les régions minières ou les pays à faible revenu ont été exclues.

De façon globale, les GM de Cd mesurés chez les adolescents investigués sont plus bas que ceux rapportés dans les autres études portant sur les adolescents flamands, mais comparables avec ceux des adolescents allemands. Cela pourrait s'expliquer parce que la plupart des études dans les 2 tableaux mentionnés ont eu lieu plus ou moins 10 ans plus tôt. Cette conclusion demeure cependant par rapport à la plus récente étude FLESH IV et GERES V (Schoeters et al., 2022, Vogel et al., 2021 ; Tableau 4). Par rapport aux adolescents canadiens et américains, les valeurs de notre étude restent légèrement plus élevées.

Comme dans notre étude, aucune différence significative n'a été trouvée pour Cd dans l'étude de cas Menen et Ath par rapport aux adolescents de référence dans les données non ajustées (Vrijens et al., 2014 ; Fierens et al., 2016). En revanche, les adolescents de Genk-Zuid sont légèrement plus exposés au Cd. En comparaison, les résultats de cette étude restent bien inférieurs à l'étude récente en Wallonie (chez adultes) auprès des jardiniers de la région de Bressoux (Petit et al., 2022).

Study Age group	Year	N	Industrial activities		Cd	Pb
Flanders						
Flesh II (14-15j)	2007-2011	210	Reference population	GM	0.21 (0.19-0.23)	14.8 (13.9-15.7)
				P90	0.41	25.1
Menen (14-15j)	2010-2011	191	Schredder and waste incineration	GM	0.19 (0.18-0.21)	12.9 (12.3-13.6)
				P90	0.34	21.7
Genk-Zuid (14-15j)	2010-2011	200	Stainless steel production plants	GM	0.24 (0.22-0.25)	13.7 (12.9-14.5)
				P90	0.43	23.8
Hoboken Umicore (6-12j)	2023	45	Control group	GM	NA	17.6 (15.3-20.3)
				P95	NA	32.1
		191	Non ferrous metallurgic plants	GM	NA	24.6 (22.9-26.5)
				P95	NA	55.3
Walloon region						
Ath study (7-11y)	2009	36	Peripheral population (control)	GM	0.14 (0.12-0.16)	14.1 (11.8-17.4)
		38	Central population (close to non ferrous plants)	GM	0.13 (0.11-0.15)	15.5 (15.9-20.9)
Sanisol (30+)	2018	88	Urban (allotment) Gardeners Bressoux region	GM	0.90 (0.77-1.03)	28.7 (24.6-32.7)
				P97.5	3.16	98.6

TABLEAU 3: COMPARAISON AUX AUTRES ENQUETES DE BIOSURVEILLANCE POUR LE CD ET Pb SANGUIN ($\mu\text{g/L}$) : POPULATION DE REFERENCE VS HOTSPOT

Study Age group	Year	N		Cd	Pb
Flanders FLESH IV (14-15j)	2017-2018	419	GM	0.19 (0.18-0.20)	7.7 (7.4-8.0)
			P95	0.38 (0.34-0.51)	14.3 (13.6-17.5)
Germany (3-17j)	2015-2017	720	GM	<0.12	7.47 (9.16-9.80)
			P95	0.23	19.9
Canada (12-19j)	2018-2019	504	GM	0.13 (0.11-0.15)	4.7 (4.3-5.2)
			P95	0.32 (0.24-0.40)	12.0 (8.2-15.0)
USA (12-19j)	2016-2017		GM	0.13	4.67
			P95	0.33	11.7

TABLEAU 4: COMPARAISON AUX ENQUETES RECENTES DE BIOSURVEILLANCE POUR LE CD ET Pb SANGUIN ($\mu\text{g/L}$)

3.2 PLOMB (Pb)

3.2.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Le tableau 5 présente les statistiques descriptives obtenues lors du dosage du Pb dans le sang des adolescents (12-19 ans) de Biobro et de BMH-Wal1 en comparaison.

Aucune différence significative n'a été observée entre les adolescents d'Obourg et les adolescents des 6 autres sites ($p_{MW} = 0.2379$). En conséquence, les adolescents d'Obourg d'une part et tous les adolescents de BioBro d'autre part ont été comparés à ceux de BMH-Wal1. Dans les 2 cas, aucune différence significative n'a été observée. Le z test était significative pour la première comparaison, mais avec une population de 73 adolescents, sa pertinence peut être remise en question.

Pb ($\mu\text{g/L}$)	N _{tot}	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	73	2	0%	8.88 (7.88-10.0)	4.60	6.37	8.72	11.6	19.1	0.2379	0.1645
Ado's 6 sites	47	2	0%	10.1 (8.6-11.7)	4.87	7.81	9.82	12.6	25.2		
Ado's Biobro	120	2	0%	9.32 (8.49-10.2)	4.48	6.54	9.15	12.1	19.9 (16.1-53.6)	0.8748	0.0230
Ado's BMHWAL1	277	0.6	0%	9.4 (8.9-9.9)	4.8	6.8	8.8	12.4	22.5 (19.8-24.3)		
Ado's Obourg	73	2	0%	8.88 (7.88-10.0)	4.60	6.37	8.72	11.6	19.1	0.5451	0.0002
Ado's BMHWAL1	277	0.6	0%	9.4 (8.9-9.9)	4.8	6.8	8.8	12.4	22.5 (19.8-24.3)		

TABLEAU 5 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES PLOMB ($\mu\text{g/L}$)

3.2.2 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ENQUÊTES RÉGIONALES/NATIONALES DE BIOSURVEILLANCE ET DES 'HOTSPOTS'

Le tableau 4 résume aussi les résultats de Pb dans le sang des adolescents des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance (Référence vs Hotspots). Comme pour le Cd, les études comparables sont limitées.

De façon globale, les GM de Pb mesurés chez les adolescents investigués sont plus bas à ceux rapportés dans les autres études portant sur les adolescents belges. Cela pourrait s'expliquer parce que la plupart des études dans les 2 tableaux mentionnés ont eu lieu plus ou moins 10 ans plus tôt. En effet, par rapport aux études les plus récentes, notre GM est comparable ou même supérieur aux valeurs de la Flandre et de l'Allemagne d'une part, et de l'Amérique et du Canada d'autre part.

Comme dans notre étude, aucune différence significative n'a été trouvée pour Pb dans l'étude de cas Menen et Genk-Zuid par rapport aux adolescents de référence dans les données non ajustées (Vrijens et al., 2014). En revanche, les enfants d'Ath qui vivent à proximité de l'industrie non-ferreux, sont légèrement plus exposés au Pb (Fierens et al., 2016). Cet effet est beaucoup plus prononcé chez les enfants qui habitent à proximité du site Umicore. En comparaison, les résultats de ces études restent

bien inférieurs à l'étude récente en Wallonie (chez adultes) auprès des jardiniers de la région de Bressoux (Petit et al., 2022).

Le GM chez les adolescents de cette étude (9.3 µg/L) et de l'étude de référence (BMH-Wal1, 9.4 µg/L) est bien en dessous de la référence sanitaire de 25 µg/L utilisée dans ce cadre de travail. Cette valeur correspond à la valeur de vigilance en vigueur en France pour la gestion de la plombémie (Oleko et al, 2020). Le dépassement de cette valeur de vigilance indique l'existence probable d'au moins une source d'exposition au plomb dans l'environnement et justifie une information des familles sur les dangers du plomb et les sources usuelles d'imprégnation ainsi qu'une surveillance de la plombémie. Dans cette étude, 3.3% des adolescents dépassent cette référence sanitaire ce qui est similaire au pourcentage pour les adolescents de BMH-Wal1.

4 CONCLUSION

Dans l'étude BioBro, chez les adolescents, aucune différence significative n'a été observée entre les adolescents d'Obourg et les adolescents des 6 autres sites pour Cd et Pb. En conséquence, tous les adolescents de BioBro ont été comparés à ceux de BMH-Wal1, mais aucune différence significative n'a été observée pour le Cd ou le Pb. Pour le Pb, 5% des adolescents dépassent la référence sanitaire de 25µg/l ce qui est similaire au pourcentage pour les adolescents de BMH-Wal1.

BIBLIOGRAPHIE

- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Forth National report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tables, (January 2017). Atlanta, U.S.: U.S. Department of Health and Human Services; 2017.
- CHMS Sixth report on human biomonitoring of environmental chemicals in Canada. Results of the Canadian Health Measures Survey Cycle 6 (2018–2019). 2021
- Fierens S., Rebolledo J., Versporten A., Brits E., Haufroid V., De Plaen P., Van Nieuwenhuysse A. 2016. Human biomonitoring of heavy metals in the vicinity of non-ferrous metal plants in Ath, Belgium. Arch Public Health. 3:74:42. doi: 10.1186/s13690-016-0154-8. eCollection 2016.
- Franken C., Thys G, Maldoy I, Willems K, Genard L, Lenaerts S, Heyrman S, Nelen V, Den Hond E. Bevolkingsonderzoek lood-in-bloed in Hoboken. Rapport najaar 2023. Provincie Antwerpen, 2023.
- Oleko, A., Fillol, C., Balicco, A., Bidondo, M.L., Gane, J., Saoudi, A., Zeghnoun, A. Impregnation de la population française par le plomb. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016. Saint-Maurice : Santé publique France, 2020. 53 p. www.santepubliquefrance.fr
- Petit J., Maggi P., Pirard C., Charlier C., Ruttens A., Liénard A., Colinet G., Remy S. Human biomonitoring survey (Pb, Cd, As, Cu, Zn, Mo) for urban gardeners exposed to metal contaminated soils. Environ Pollut . 2022 Nov 1:312:120028. doi: 10.1016/j.envpol.2022.120028. Epub 2022 Aug 26.
- Schoeters, G, Verheyen, V, Colles, A, Remy, S, Rodriguez Martin, L, Govarts, E, Nelen, V, Den Hond, E, De Decker, A, Franken, C, Loots, I, Coertjens, D, Morrens, B, Bastiaensen, M, Gys, C, Malarvannan, G, Covaci, A, Nawrotof, T, De Henauw, S, Bellemans, M, Leermakers, M, Van Larebeke, N, Baeyens, W, Jacobsi, G, Voorspoelsi, S, Nielsen, F, Bruckers, L. Internal exposure of Flemish teenagers to environmental pollutants: Results of the Flemish Environment and Health Study 2016–2020 (FLEHS IV). Int J Hyg Environ Health. 2022 May;242:113972. doi: 10.1016/j.ijheh.2022.113972.
- Vogel N, Murawski A, Schmied-Tobies M, Rucic E, Doyle U, Kömpfe A, Höra C, Hildebrand J, Schäfer M, Drexler H, Gönen T, Kolossa-Gehring M. Lead, cadmium, mercury, and chromium in urine and blood of children and adolescents in Germany – Human biomonitoring results of the German Environmental Survey 2014–2017 (GerES V) International Journal of Hygiene and Environmental Health 237 (2021) 113822
- Vrijens J, Leermakers M, Stalpaert M, Schoeters G, Den Hond E, Bruckers L, Colles A, Nelen V, Van Den Mierop E, Van Larebeke N, Loots I, Baeyens W. Trace metal concentrations measured in blood and urine of adolescents in Flanders, Belgium: Reference population and case studies Genk-Zuid and Menen International Journal of Hygiene and Environmental Health 217 (2014) 515–527

De Craemer, S, Croes, K, van Larebeke, N, De Henauw, S, Schoeters, G, Govarts, E, Loots, I, Nawrot, T, Nelen, V, Den Hond, E, Bruckers, L, Gao, Y, Baeyens, W. Metals, hormones and sexual maturation in Flemish adolescents in three cross-sectional studies (2002–2015). *Environ Int.* 2017 May;102:190-199. doi: 10.1016/j.envint.2017.02.014.

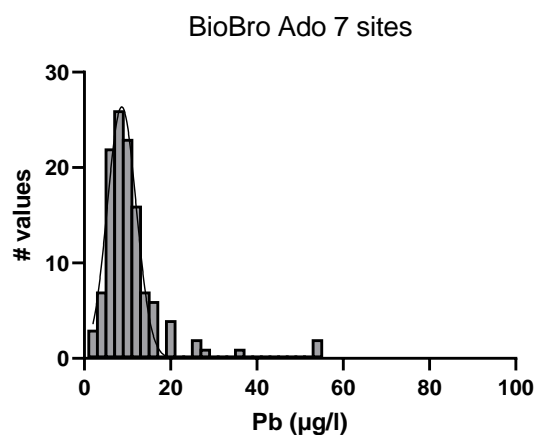
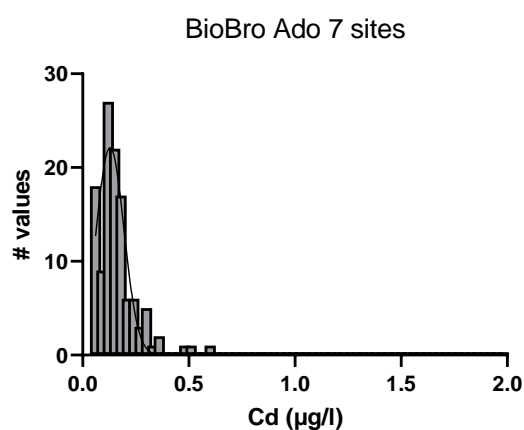
IARC. "Arsenic, Metals, Fibres and Dusts: A Review of Human Carcinogens." IARC Monographs 100CA (2012): 41–93

Franken C., Thys G, Maldoy I, Willems K, Genard L, Lenaerts S, Heyrman S, Nelen V, Den Hond E. Bevolkingsonderzoek lood-in-bloed in Hoboken. Rapport najaar 2023. Provincie Antwerpen, 2023.

Annexe A – DISTRIBUTIONS DU CD ET PB

Observation: Data distributions are not Gaussian (Lognormal is more likely)

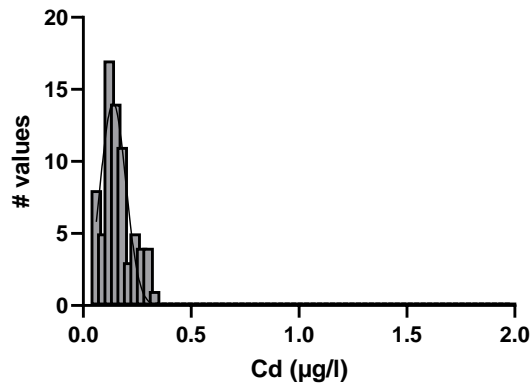
ALL SITES TOGETHER



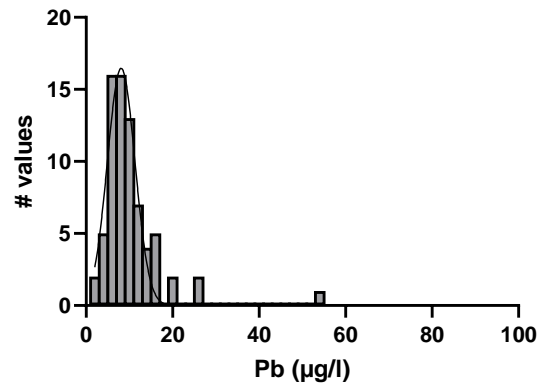
Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	Normality and Lognormality Tests Tabular results		A
		Cd (µg/l))			Pb (µg/l))
1	Compare normal and lognormal		1	Compare normal and lognormal	
2	Probability normal (Gaussian)	0%	2	Probability normal (Gaussian)	0%
3	Probability lognormal	100%	3	Probability lognormal	100%
4	Likelihood ratio (LR)	5.153e-048	4	Likelihood ratio (LR)	1.543e-024
5	1/LR	1.940e+047	5	1/LR	6.482e+023
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	6	Which distribution is more likely?	Lognormal
7			7		
8	Test for normal distribution		8	Test for normal distribution	
9	Shapiro-Wilk test		9	Shapiro-Wilk test	
10	W	0.3614	10	W	0.6571
11	P value	<0.0001	11	P value	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
13	P value summary	****	13	P value summary	****
14			14		
15	Kolmogorov-Smirnov test		15	Kolmogorov-Smirnov test	
16	KS distance	0.2741	16	KS distance	0.2022
17	P value	<0.0001	17	P value	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
19	P value summary	****	19	P value summary	****
20			20		
21	Number of values	120	21	Number of values	120
22	Impossible values in lognormal distributions		22	Impossible values in lognormal distributions	
23	Number of zeroes	0	23	Number of zeroes	0
24	Number of negative values	0	24	Number of negative values	0
25			25		

OBOURG

BioBro Ado O'Bourg



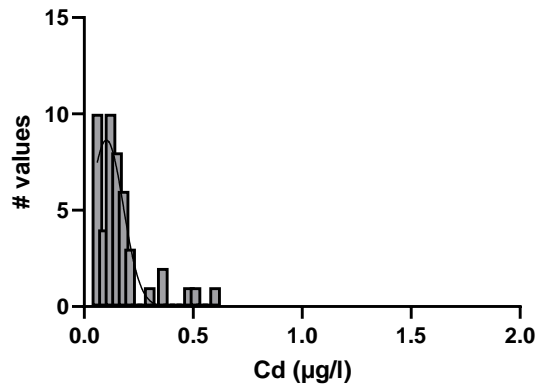
BioBro O'Bourg



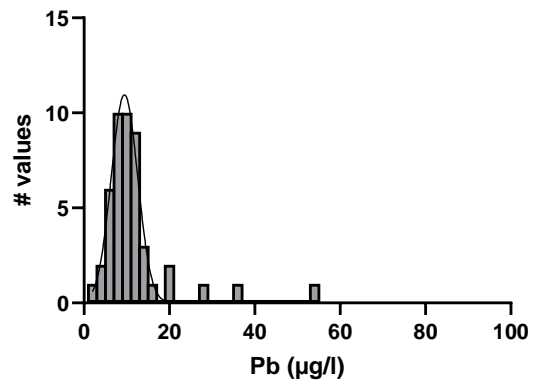
Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	Normality and Lognormality Tests Tabular results		A
		Cd (µg/l))			Pb (µg/l))
1	Compare normal and lognormal		1	Compare normal and lognormal	
2	Probability normal (Gaussian)	0%	2	Probability normal (Gaussian)	3.131e-012%
3	Probability lognormal	100%	3	Probability lognormal	100%
4	Likelihood ratio (LR)	2.396e-035	4	Likelihood ratio (LR)	3.126e-014
5	1/LR	4.174e+034	5	1/LR	3198786894616
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	6	Which distribution is more likely?	Lognormal
7			7		
8	Test for normal distribution		8	Test for normal distribution	
9	Shapiro-Wilk test		9	Shapiro-Wilk test	
10	W	0.2874	10	W	0.6700
11	P value	<0.0001	11	P value	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
13	P value summary	****	13	P value summary	****
14			14		
15	Kolmogorov-Smirnov test		15	Kolmogorov-Smirnov test	
16	KS distance	0.3057	16	KS distance	0.1889
17	P value	<0.0001	17	P value	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
19	P value summary	****	19	P value summary	****
20			20		
21	Number of values	73	21	Number of values	73
22	Impossible values in lognormal distributions		22	Impossible values in lognormal distributions	
23	Number of zeroes	0	23	Number of zeroes	0
24	Number of negative values	0	24	Number of negative values	0

SIX OTHER SITES

BioBro Ado 6 sites



BioBro Ado 6 sites



Normality and Lognormality Tests Tabular results		A Cd (µg/l)	Normality and Lognormality Tests Tabular results		A Pb (µg/l)
1	Compare normal and lognormal		1	Compare normal and lognormal	
2	Probability normal (Gaussian)	0.00001359%	2	Probability normal (Gaussian)	1.102e-008%
3	Probability lognormal	100%	3	Probability lognormal	100%
4	Likelihood ratio (LR)	1.359e-007	4	Likelihood ratio (LR)	1.102e-010
5	1/LR	7359032	5	1/LR	9074426500
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	6	Which distribution is more likely?	Lognormal
7			7		
8	Test for normal distribution		8	Test for normal distribution	
9	Shapiro-Wilk test		9	Shapiro-Wilk test	
10	W	0.7775	10	W	0.6485
11	P value	<0.0001	11	P value	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
13	P value summary	****	13	P value summary	****
14			14		
15	Kolmogorov-Smirnov test		15	Kolmogorov-Smirnov test	
16	KS distance	0.2060	16	KS distance	0.2506
17	P value	<0.0001	17	P value	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No
19	P value summary	****	19	P value summary	****
20			20		
21	Number of values	47	21	Number of values	47
22	Impossible values in lognormal distributions		22	Impossible values in lognormal distributions	
23	Number of zeroes	0	23	Number of zeroes	0
24	Number of negative values	0	24	Number of negative values	0

Annexe B – OUTLIERS

See excel file 'BioBro Cd Pb blood results and statistics'
No outliers excluded (Tuckey method; decided case by case).