

## **BIOBRO**

### **Arsenic et ses espèces dans l'urine 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.....	6
3.1	As totale .....	6
3.1.1	Statistiques descriptives et valeurs de référence .....	6
3.1.2	Comparaison avec d'autres enquêtes régionales/nationales de biosurveillance.....	8
3.2	Arsenobetaine .....	9
3.2.1	Statistiques descriptives et valeurs de référence .....	9
3.2.2	Comparaison avec d'autres enquêtes régionales/nationales de biosurveillance.....	9
3.3	Toxic relevant arsenic (TRA).....	9
3.3.1	Statistiques descriptives et valeurs de référence .....	9
3.3.2	Comparaison avec d'autres enquêtes régionales/nationales de biosurveillance.....	11
4	CONCLUSION .....	11
	ANNEXE A – DISTRIBUTIONS DE L'ARSENIC TOTAL ET SES ESPÈCES.....	15
	ALL SITES TOGETHER.....	15
	OBOURG .....	16
	SIX OTHER SITES.....	17
	BIOBRO (7 SITES) NO FISH .....	19
	BIOBRO (7 SITES) NO RICE .....	20
	ANNEXE B – OUTLIERS ONLY FOR BIOBRO NO FISH .....	22
	ANNEXE C – TABLEAU DE DMA, MMA ET AS <sub>3</sub> +AS <sub>5</sub> .....	22

# 1 TABLE DES ACRONYMES

BMH-Wal : Biomonitoring Humain Wallon

As : Arsenic

As<sub>i</sub> : arsenic inorganique

DMA : dimethylarsinic acid

MMA : monomethylarsonic acid

AB : arsenobetaine

TRA : toxic relevant arsenic

IARC : International Agency for Research on Cancer

LOQ : limite de quantification

MG : moyenne géométrique

N : effectif

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

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 constatés 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 pour 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 des 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.

L'arsenic (As) est omniprésent dans l'environnement et n'a pas de rôle physiologique ou métabolique connu chez l'homme, c'est un contaminant. Dans le passé, il était utilisé par ex. dans les pesticides et produits de traitement du bois qui ont conduit à une contamination environnementale très dispersée. De plus, l'arsenic est utilisé dans les alliages pour les plomb-acide batteries de véhicules. L'arsenic est aussi utilisé dans les semi-conducteurs et les diodes. Une contamination locale peut se trouver à proximité des industries de production/transformation des métaux comme les broyeurs à métaux.

Les concentrations d'arsenic dans le sol sont généralement plus faibles dans les pays d'Europe du Nord que dans les pays du Sud (Tarvainen et al., 2013). Des points chauds naturels locaux ou régionaux d'origine géologique existent également (par exemple Cornouailles, Italie du Nord, Hongrie), qui influencent les concentrations d'As dans les eaux souterraines.

Dans la mer, l'arsenic est transformé et absorbé par des organismes divers. Il en résulte des concentrations élevées d'arsenic dans les produits de la mer (poissons, mollusques, crustacés, algues) et les compléments alimentaires basés sur ces produits (Gao et al., 2018, Cheyns et al. 2021). Les concentrations d'arsenic dans les aliments terrestres diffèrent et sont liées aux concentrations dans les sols agricoles. Parmi les aliments terrestres qui requièrent une attention particulière figurent les céréales (riz), car elles peuvent contenir des concentrations relativement élevées d'As et contribuent fortement à l'absorption d'arsenic en raison de leur consommation élevée. (USFDA, 2022). Cependant, l'arsenic dans l'environnement et l'alimentation est présent sous forme de nombreuses espèces chimiques, très différentes en termes de propriétés et de toxicité (Francesconi et al., 2002 ; Hughes, 2002).

L'arsenic inorganique ( $As_i$ , somme d'arséniates  $As(V)$ , et les arsénites  $As(III)$ ) est considéré comme l'espèce d'arsenic la plus toxique, c'est un carcérogène génotoxique, classée comme cancérogène de classe I (IARC, 2012, EFSA 2024). En revanche, après l'ingestion d'arsénobétaïne (AB), on note une excrétion rapide sans interaction ni toxicité dans l'organisme (Luvonga et al., 2020). En outre, il existe une variation de la toxicité des espèces d'arsenic méthylées, naturellement présentes dans les aliments ou métabolisées après ingestion d'arsénosucres et -lipides. Les arsenicaux méthylés simples (acide diméthylarsinique DMA, acide monométhylarsonique MMA) sont considérés comme présentant une toxicité intermédiaire. Les arsénosucres présentent une cytotoxicité moindre que le MMA ou le DMA. Les caractéristiques structurales (présence de groupes de sucre) sont importantes et les complexes avec les sulfhydryls enzymatiques ne peuvent pas être facilement formés (Andrewes et al., 2004). Après l'ingestion d'arsénosucres, la DMA est la principale espèce après métabolisation (Feldmann et Krupp, 2011). Après l'ingestion d'arsénolipides, une biotransformation en espèces éventuellement toxiques peut avoir lieu comme pour les arsénosucres (Taylor et al., 2017). Les données sur la toxicité des arsénosucres et des lipides sont limitées, et une toxicité n'est pas exclue. Lorsque l'on se concentre sur l'As urinaire, l' $As_i$  et des métabolites MMA et DMA sont souvent utilisés comme indicateur d'exposition à l'arsenic toxique (=TRA ou Toxic Relevant Arsenic).

L'arsenic inorganique ( $As_i$ ) est apporté par le sol et l'eau, et donc les nourritures dites terrestres. L'arsenic organique (arsénosucres, arsénocholine, arsénobétaïne, arsénolipides), provient majoritairement des poissons, crustacés, mollusques et algues qui peuvent en être très riches. Certains végétaux peuvent également contenir de l'arsenic organique (ex. champignons). (Ruttens2012, Ruttens 2018, Kohlmeyer 2003).

Dans le projet BioBro, le but est, concernant l'arsenic et ses espèces, de répondre aux questions suivantes : (a) L'arsenic et ses espèces se retrouvent-ils dans le corps des riverains des broyeurs ? (b) Les riverains des broyeurs sont-ils plus imprégnés 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.

<b>Population</b>	$N_{tot}$
Ado's BioBro (7 sites)	121
Ado's Obourg*	74
Ado's 6 autres sites*	47
Ado's BMH-Wal1	281
<b>Fish (&lt;4d)</b>	
No Fish Ado's BioBro*	85
No Fish Ado's BMH-Wal1	166
<b>Rice (&lt;3d)</b>	
No Rice Ado's BioBro*	91
No Rice Ado's BMH-Wal1	181
<b>Fish and rice</b>	
No fish no rice BioBro*	66
No fish no rice BMH-Wal1	

TABLEAU 1 : POPULATION ETUDIEE

Il est à noter que les nombres d'adolescents Obourg ou les 6 autres sites, et les adolescents qui n'ont pas mangé du poisson ou du riz dans les derniers 3 jours, sont faibles. Par conséquent, les résultats des comparaisons avec ces groupes sont à interpréter avec précautions.

Dans la présente étude, les concentrations d'As sont rapportées en  $\mu\text{g/l}$  contrairement à d'autres études qui utilisent des concentrations ajustées à la créatinine. Cette approche a été choisie parce que l'ajustement de la créatinine pourrait être problématique pour la biosurveillance de l'As, car la créatinine urinaire est associée à des concentrations de métabolites de l'As dans l'urine (Nermell et al., 2008). Ce qui signifie que l'ajustement par la créatinine peut conduire à une sous-estimation de l'exposition.

Dans la discussion des résultats ci-dessous, nous détaillons  $\text{As}_{\text{tot}}$  d'une part et AB et TRA d'autre part. Étant donné que DMA, MMA et  $\text{As(III)+As(V)}$  déterminent ce dernier, les tableaux de leurs résultats séparés n'ont été inclus qu'en annexe 3.

## 3 RÉSULTATS

### 3.1 AS TOTALE

#### 3.1.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET VALEURS DE RÉFÉRENCE

Le tableau 2 présente les statistiques descriptives obtenues lors du dosage de l'As totale dans les urines 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 ( $p_{\text{MW}} = 0.9188$ ). 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. Uniquement pour la dernière comparaison, un  $p_{\text{MW}} < 0,05$  et une augmentation de 30% du GM et de 60% du p95 ont été observés mais cette différence n'a pas été confirmée par le z proportion test ( $p_z = 0.1844$ ).

Chez les adolescents de BMHWal1, des différences significatives ont été observées en fonction de la consommation récente de poisson (dans les 4 jours précédant) et de riz. Pour déterminer si l'effet ci-dessus est dû ou masqué par la consommation de poisson ou de riz, la comparaison a été répétée pour les adolescents qui n'avaient pas récemment mangé de poisson ou de riz ou ni l'un ni l'autre. Ceci confirme que les adolescents de BioBro semblent être plus exposés à As totale que ceux de notre groupe de référence (BMH-WAL1), avec un  $p_{\text{MW}} < 0.005$ , bien que cela est seulement confirmé par le z proportion test dans le dernier cas (ni de poisson ni de riz). Il est important de noter que pour un groupe de 65 personnes, le test z a une pertinence statistique limitée. Pour cette dernière comparaison une augmentation de 55% du GM et de 110% du p95 ont été observés pour les adolescents de BioBro qui n'avaient pas récemment mangé de poisson et de riz.

Bien qu'il s'agisse d'un petit groupe, par souci d'exhaustivité, nous avons également comparé séparément les adolescents des 7 broyeurs avec notre population de référence, qui les deux n'avaient pas récemment mangé de poisson ou de riz. Ceci confirme de nouveau que les adolescents des 7 broyeurs semblent être plus exposés à As Total que ceux de notre groupe de référence (BMH-WAL1),

avec un  $p$  MW  $< 0.05$ , bien que cela soit seulement confirmé par le  $z$  proportion test ( $< 0.001$ ) pour les adolescents qui n'avaient pas mangé du poisson. Il est important de noter que pour un groupe de 54 personnes, le test  $z$  a peu de puissance statistique.

AsT ( $\mu\text{g/L}$ )	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	0.5	0%	9.6 (7.3-12.7)	1.0	4.9	11.5	19.9	47.2	0.9188	0.0170
Ado's 6 sites	47	0,5	0%	12.0 (8.3-17.5)	3.2	5.6	9.3	17.8	185.9		
Ado's Biobro	121	0,5	0%	10.5 (8.4-13.1)	2.0	5.0	9.4	19.8	104.2 (45.7-333.2)	0.0153	0.1844
Ado's BMHWAL1	281	0,5	0%	8.1 (7.1-9.3)	1.5	3.7	6.9	15.8	64.9 (46.2-132.6)		
Ado's Obourg	74	0.5	0%	9.6 (7.3-12.7)	1.0	4.9	11.5	19.9	47.2	0.0780	0.0026
Ado's BMHWAL1	281	0,5	0%	8.1 (7.1-9.3)	1.5	3.7	6.9	15.8	64.9 (46.2-132.6)		
Ado's Biobro no fish	85	0.5	0%	7.3 (5.9-9.0)	1.0	4.8	6.9	14.4	34.3	0.0004	0.0057
Ado's BMHWAL1 no fish	166	0,5	0%	5.0 (4.4-5.6)	1.2	3.2	4.7	8.1	18.7 (15.8-26.5)		
Ado's Obourg no fish	54	0.5	0%	7.3 (5.4-9.8)	1.0	4.6	6.6	16.7	38.0	0.0055	0.00003
Ado's BMHWAL1 no fish	166	0,5	0%	5.0 (4.4-5.6)	1.2	3.2	4.7	8.1	18.7 (15.8-26.5)		
Ado's Biobro no rice	91	0.5	0%	10.3 (8.1-13.1)	2.0	5.1	9.4	19.4	89.7	0.0017	0.1713
Ado's BMHWAL1 no rice	181	0,5	0%	7.0 (5.9-8.2)	1.3	3.5	6.2	11.6	53.0 (42.8-130.1)		
Ado's Obourg no rice	55	0.5	0%	9.6 (7.1-13.0)	1.7	4.9	11.9	19.8	43.7	0.0233	0.0423
Ado's BMHWAL1 no rice	181	0,5	0%	7.0 (5.9-8.2)	1.3	3.5	6.2	11.6	53.0 (42.8-130.1)		
										0.0002	<0.00001
Ado's Biobro no fish no rice	65	0.5	0%	7.6 (6.1-9.6)	1.2	4.9	6.9	14.5	34.3		
Ado's BMHWAL1 no fish no rice	119	0.5	0%	4.8 (4.1-5.5)	1.1	3.3	4.6	7.9	16.0 (11.9-26.5)		

TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES AS TOTALE ( $\mu\text{g/L}$ )

### 3.1.2 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ENQUÊTES RÉGIONALES/NATIONALES DE BIOSURVEILLANCE

Le tableau 3 du 'RAPPORT VALEURS DE RÉFÉRENCE : Arsenic et ses espèces chez les adolescents.' et le tableau 3 ci-dessous (référence vs hotspots) résument les résultats de  $As_{Tot}$  et TRA des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance. Il y a peu d'études de 'hotspot' disponibles dans la littérature qui sont comparables. 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 P50 et P95 d' $As_{Tot}$  mesurés chez les adolescents investigués sont plus hauts que ceux rapportés dans les autres études récentes portant sur les adolescents belges (FLEHS III et IV), mais encore plus bas que les valeurs dans la population française, suédoise et espagnole (voir rapport BMH-Wal2).

Cependant les GM, P50 et P95 sont légèrement inférieurs par rapport aux études de référence du tableau 3 ci-dessous. Cela pourrait s'expliquer parce que ces études ont eu lieu 10 ans plus tôt. Aucune différence significative n'a été trouvée pour  $As_{Tot}$  dans les études de cas Menen et Genk-Zuid par rapport aux adolescents de référence dans les données non ajustées, alors que dans notre étude une petite tendance a été observée ( $p$  MW 0.0153, pas confirmé par le z proportion test). En revanche, les adolescents vivant dans la région de Milazzo-Valle del Mela (Sicile) couraient un risque accru d'être plus exposés à l'arsenic que ceux vivant à 45 km du site industriel ; mais cela reflétait principalement la fréquence de consommation de poisson (Interdonato et al., 2014). En comparaison, les résultats de cette étude restent inférieurs à l'étude récente en Wallonie (chez adultes) auprès des jardiniers de la région de Bressoux (Petit et al., 2022).

Study Age group	Industrial activities		$As_{Tot}$	TRA
<b>Flanders</b>				
Flesh II (n=210, 14-15j)	Reference population	GM	12.1 (10.4-13.6)	4.7 (4.1-5.3)
2007-2011		P90	43.9	10.4
Menen (n=191 14-15j)	Schredder and waste incineration	GM	11.2 (9.6-13.2)	4.8 (4.3-5.3)
2010-2011		P50	9.10 (5.2-15.8)	5.0 (3.5-7.1)
		P90	46.7	9.4
Genk-Zuid (n=200, 14-15j)	Stainless steel production plants	GM	12.2 (10.7-13.9)	6.47 (6.01-6.97)
2010-2011		P90	48.5	11.4
<b>Walloon region</b>				
Sanisol (n=88, adults 30+)	Urban (allotment) Gardeners Bressoux region	GM	27.38	12.96
2018		P50	13.65	11.65
		P97.5	224.46	38.37
<b>Italy</b>				
<b>Taranto study</b> (n=279, 18-77y)	Whole study population	GM	NA	6.1
2010-2012		P50	NA	3.8
		P95	NA	16.8
Municipality Statte (n=55, 17-77y)	Steel production plant and refinery	GM	NA	11.5
2010-2012		P50	NA	8.8
		P95	NA	27.1

TABLEAU 3: COMPARAISON AUX AUTRES ENQUÊTES DE BIOSURVEILLANCE POUR L'  $As_{Total}$  ( $\mu\text{g/L}$ ) : POPULATION DE RÉFÉRENCE VS HOTSPOT.

## 3.2 ARSENOBETAINE

### 3.2.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET VALEURS DE RÉFÉRENCE

Le tableau 4 présente les statistiques descriptives obtenues lors du dosage du AB dans l'urine 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 ( $p_{MW} = 0.8974$ ). 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. De nouveau, aucune différence significative n'a été observée.

AB (µg/L)	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	0.5	20%	3.2 (2.1-4.8)	<loq	0.6	3.4	11.1	36.4	0.8974	0.0170
Ado's 6 sites	47	0,5	19%	3.8 (2.1-6.8)	<loq	0.9	3.7	9.4	137.1		
Ado's Biobro	121	0,5	20%	3.4 (2.4-4.8)	<loq	0.8	3.6	11.0	86.4 (34.6-312.6)	0.2346	0.2090
Ado's BMHWAL1	281	0,5	28.5%	2.7 (2.1-3.4)	<loq	<loq	2.4	12.2	75.7 (50.8-192.7)		
Ado's Obourg	74	0.5	20%	3.2 (2.1-4.8)	<loq	0.6	3.4	11.1	36.4	0.3840	<0.0001
Ado's BMHWAL1	281	0,5	28.5%	2.7 (2.1-3.4)	<loq	<loq	2.4	12.2	75.7 (50.8-192.7)		

TABEAU 4 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES AB (µg/L)

### 3.2.2 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ENQUÊTES RÉGIONALES/NATIONALES DE BIOSURVEILLANCE

Comme AB est considéré comme espèce d'arsenic non toxique, AB n'est pas étudié dans des régions considérées contaminées.

## 3.3 TOXIC RELEVANT ARSENIC (TRA)

### 3.3.1 STATISTIQUES DESCRIPTIVES ET VALEURS DE RÉFÉRENCE

Le tableau 5 présente les statistiques descriptives obtenues lors du dosage du TRA dans l'urine 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 ( $p_{MW} = 0.8810$ ). 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, un  $p_{MW} < 0,001$  et une augmentation de 25% du P50 et du P95 ont été observé mais cette différence n'a pas été confirmée par le z proportion test.

Chez les adolescents de BMHWal1, des différences significatives ont été observées en fonction de la consommation récente de poisson (dans les 4 jours précédant) et de riz. Pour déterminer si l'effet ci-

dessus est dû ou masqué par la consommation de poisson ou de riz, la comparaison a été répétée pour les adolescents qui n'avaient pas récemment mangé de poisson ou de riz ou ni l'un ni l'autre. Ceci confirme que les adolescents de BioBro semblent être plus exposés à TRA que ceux de notre groupe de référence (BMH-WAL1), avec un  $p$  MW < 0.005, bien que cela ne soit pas encore confirmé par le z proportion test.

Bien qu'il s'agisse d'un petit groupe, par souci d'exhaustivité, nous avons également comparé séparément les adolescents des 7 broyeurs avec notre population de référence, qui les deux n'avaient pas récemment mangé de poisson ou de riz. Ceci confirme de nouveau que les adolescents autour des 7 broyeurs semblent être plus exposés au TRA que ceux de notre groupe de référence (BMH-WAL1), avec un  $p$  MW < 0.05, bien que cela soit seulement confirmé par le z proportion test (<0.001) pour les adolescents qui n'avaient pas mangé du poisson. Il est important de noter que pour un groupe de 54 personnes, le test z a peu de puissance statistique.

TRA ( $\mu\text{g/L}$ )	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	NA	NA	4.6 (3.9-5.5)	1.2	2.4	4.6	8.7	15.7	0.8810	0.6077
Ado's 6 sites	47	NA	NA	4.7 (3.8-5.7)	2.0	3.1	4.6	5.8	17.0		
Ado's Biobro	121	NA	NA	4.6 (4.1-5.3)	1.4	3.0	4.6	7.8	16.2 (12.9-21.0)	0.0014	0.0945
Ado's BMHWAL1	281	NA	NA	3.7 (3.4-4.0)	1.3	2.1	3.5	5.8	13.2 (11.2-16.6)		
Ado's Obourg	74	NA	NA	4.6 (3.9-5.5)	1.2	2.4	4.6	8.7	15.7	0.0091	0.1844
Ado's BMHWAL1	281	NA	NA	3.7 (3.4-4.0)	1.3	2.1	3.5	5.8	13.2 (11.2-16.6)		
Ado's Biobro no fish	86	NA	NA	4.2 (3.6-4.9)	1.4	2.8	4.4	6.0	14.3	0.0004	0.0165
Ado's BMHWAL1 no fish	166	NA	NA	3.2 (2.9-3.5)	1.3	2.0	3.1	4.6	9.1 (8.1-13.1)		
Ado's Obourg no fish	54	NA	NA	4.4 (3.5-5.4)	1.2	2.3	4.4	7.3	15.7	0.0035	0.0004
Ado's BMHWAL1 no fish	166	NA	NA	3.2 (2.9-3.5)	1.3	2.0	3.1	4.6	9.1 (8.1-13.1)		
Ado's Biobro no rice	91	NA	NA	4.5 (3.9-5.2)	1.4	3.0	4.4	6.7	14.7	0.0014	0.0013
Ado's BMHWAL1 no rice	181	NA	NA	3.4 (3.1-3.7)	1.3	2.1	3.1	5.2	10.6 (8.8-14.9)		
Ado's Obourg no rice	55	NA	NA	4.5 (3.6-5.5)	1.4	2.3	4.4	7.9	15.6	0.0174	0.0030
Ado's BMHWAL1 no rice	181	NA	NA	3.4 (3.1-3.7)	1.3	2.1	3.1	5.2	10.6 (8.8-14.9)		
Ado's BioBro no fish no rice	66	NA	NA	4.3 (3.7-5.1)	1.4	2.8	4.3	6.0	14.6	0.0008	0.00985
Ado's BMHWAL1 no fish no rice	120	NA	NA	3.1 (2.8-3.5)	1.3	1.9	3.0	4.7	9.2 (7.9-13.1)		

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

### 3.3.2 COMPARAISON AVEC D'AUTRES ENQUÊTES RÉGIONALES/NATIONALES DE BIOSURVEILLANCE

Le tableau 3 du 'RAPPORT VALEURS DE RÉFÉRENCE : Arsenic et ses espèces chez les adolescents.' et le tableau 3 ici résumant aussi les résultats de TRA dans l'urine des adolescents des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance. Comme pour l'AsT, les études comparables sont limitées.

De façon globale, les P50 et P95 du TRA mesurés chez les adolescents investigués sont comparables à ceux rapportés dans les autres études récentes portant sur les adolescents belges (FLEHS III et IV), français, suédois et américains, mais encore plus bas que les valeurs dans la population espagnole (voir rapport BMH-Wal2).

Le P50 de TRA mesuré chez les adolescents investigués est comparable à celui-ci de l'étude de Menen, mais plus bas que celui de Genk-Zuid et Statte (Italy). Bien que cela ne soit pas confirmé par le z proportion test dans notre étude, nous constatons la même tendance à des valeurs TRA plus élevées chez les adolescents des régions étudiées comparés avec la population de référence, comme dans l'étude Genk-zuid (dans les données non ajustées). Cet effet est plus prononcé dans l'étude de Taranto (Italy). 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).

Le GM (4.6 µg/L) de cette étude (tous les sites) et les autres études du tableau 3 sont proches de la référence sanitaire de 6.4 µg/L (basé sur des effets vasculaires et de l'hyperpigmentation (Hays et al., 2010)). Dans cette étude, les risques pour la santé ne peuvent être exclus car plus de 5 %, 29% pour être exact, des participants à l'étude dépassent la référence sanitaire de TRA. Ceci est un pourcentage plus élevé que pour la population de référence en BMH-Wal1 (21%). A titre de comparaison, dans les études alignées HBM4EU, l'exposition à l'arsenic a aussi été mesurée chez les adolescents et entre 15,6 et 52,0 % des participants à l'étude ont dépassé la référence sanitaire (HBM4EU 2022 ; Schoeters et al., 2022).

## 4 CONCLUSION

Dans l'étude BioBro, chez les adolescents, des tendances d'exposition plus élevée à l'As et surtout au TRA ont été observées. Cela peut peut-être être lié à l'observation d'une légère contamination supérieure dans les poussières des ménages autour des broyeurs dans l'autre partie de notre étude. Il est important de mentionner que l'effet est limité, surtout si on le compare avec des autres études belges, où par exemple on ne dépasse pas la valeur de référence de FLESH IV ; et les résultats précédents du projet wallon Sanisol où une pollution locale plus prononcée a été observée.

Dans cette étude, comme dans la littérature, les risques pour la santé ne peuvent être exclus car 29% des participants à l'étude dépassent la référence sanitaire de TRA de 6.4 µg/L.

---

## BIBLIOGRAPHIE

- Andrewes, P, DeMarini, D, Funasaka, K, Wallace, K, Lai, V, Sun, H, Cullen, W, and Kitchin, K. "Do Arsenosugars Pose a Risk to Human Health? The Comparative Toxicities of a Trivalent and Pentavalent Arsenosugar." *Environmental Science & Technology* 38, no. 15 (August 1, 2004): 4140–48. <https://doi.org/10.1021/es035440f>.
- Buekers J, Baken K, Govarts E, Martin LR, Vogel N, Kolossa-Gehring M, Šlejkovec Z, Falnoga I, Horvat M, Lignell S, Lindroos AK, Rambaud L, Riou M, Pedraza-Diaz S, Esteban-Lopez M, Castaño A, Den Hond E, Baeyens W, Santonen T, Schoeters G. Human urinary arsenic species, associated exposure determinants and potential health risks assessed in the HBM4EU Aligned Studies. *Int J Hyg Environ Health*. 2023 Mar;248:114115. doi: 10.1016/j.ijheh.2023.114115. Epub 2023 Jan 21.  
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.
- Cheyns, K, Demaegdt, H, Waegeneers, N, and Ruttens, A. "Intake of Food Supplements Based on Algae or Cyanobacteria May Pose a Health Risk Due to Elevated Concentrations of Arsenic Species." *Food Additives & Contaminants: Part A* 38, no. 4 (April 3, 2021): 609–21. <https://doi.org/10.1080/19440049.2021.1877834>.
- De Craemer, S, Croes, K, van Larebeke, N, De Henauw, S, Schoeters, G, Govarts, E, Loots, I, Nawrot, T, Nelenh, V, Den Hond, E, Bruckers, L, Gaoa, 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.
- EFSA, Scientific opinion, Update of the risk assessment of inorganic arsenic in food. 2024. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)
- Feldmann, J, and Krupp, E. "Critical Review or Scientific Opinion Paper: Arsenosugars-a Class of Benign Arsenic Species or Justification for Developing Partly Speciated Arsenic Fractionation in Foodstuffs?" *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 399, no. 5 (2011): 1735–41. <https://doi.org/10.1007/s00216-010-4303-6>.
- Francesconi, K.A., Tanggaard, R., McKenzie, C.J., Goessler, W., 2002. Arsenic Metabolites in Human Urine after Ingestion of an Arsenosugar. *Clin. Chem*. 48, 92–101. <https://doi.org/10.1093/CLINCHEM/48.1.92>
- Gao, Y., Baisch, P., Mirlean, N., Rodrigues da Silva Júnior, F.M., Van Larebeke, N., Baeyens, W., Leermakers, M., 2018. Arsenic speciation in fish and shellfish from the North Sea (Southern bight) and Açú Port area (Brazil) and health risks related to seafood consumption. *Chemosphere* 191, 89–96. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2017.10.031>
- Hays, S.M., Aylward, L.L., Gagné, M., Nong, A., Krishnan, K., 2010. Biomonitoring Equivalents for inorganic arsenic. *Regul. Toxicol. Pharmacol*. 58, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2010.06.002>.

HBM4EU. 2022 Substance report arsenic.

Hughes, M.F., Beck, B.D., Chen, Y., Lewis, A.S., Thomas, D.J., 2011. Arsenic exposure and toxicology: A historical perspective. *Toxicol. Sci.* 123, 305–332. <https://doi.org/10.1093/toxsci/kfr184>

Hughes MF. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. *Toxicol Lett.* 2002;133(1):1-16.

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

Interdonato M., Bitto A., Pizzino G., Irrera N., Pallio G., Mecchio A., Cuspilici A., Minutoli L., Altavilla D., Squadrito F. Levels of heavy metals in adolescents living in the industrialised area of Milazzo-Valle del Mela (northern Sicily) *J Environ Public Health.* 2014;2014:326845. doi: 10.1155/2014/326845. Epub 2014 Sep 23.

Kohlmeyer, U, Jantzen, E, Kuballa, J and Jakubik, S. “Benefits of High Resolution IC-ICP-MS for the Routine Analysis of Inorganic and Organic Arsenic Species in Food Products of Marine and Terrestrial Origin.” *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 377, no. 1 (2003): 6–13. <https://doi.org/10.1007/s00216-003-2064-1>.

Livsmedelsverket, Naturvårdsverket. S 2020 nr 01: Contaminants in blood and urine from adolescents in Sweden. Livsmedelsverkets samarbetsrapport. Uppsala.

Luvonga, C, Rimmer, C, Yu, L and Lee, S. “Organoarsenicals in Seafood: Occurrence, Dietary Exposure, Toxicity, and Risk Assessment Considerations – A Review.” *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 68, no. 4 (January 29, 2020): 943–60. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b07532>.

Nermell, B, Lindberg, AL, Rahman, M, Berglund, M, Persson, LA, El Arifeen, S, et al. Urinary arsenic concentration adjustment factors and malnutrition. *Environ Res.* 2008;106(2):212-8.

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.

Ruttens, A, Blanpain, AC, De Temmerman, L, and Waegeneers, N. “Arsenic Speciation in Food in Belgium. Part 1: Fish, Molluscs and Crustaceans.” *Journal of Geochemical Exploration* 121 (2012): 55–61. <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2012.07.003>.

Ruttens, A, Cheyns, K, Blanpain, AC, De Temmerman, L, and Waegeneers, N. “Arsenic Speciation in Food in Belgium. Part 2: Cereals and Cereal Products.” *Food and Chemical Toxicology* 118 (August 1, 2018): 32–41. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2018.04.040>.

Sante publique France. Elaboration de valeurs de reference d’exposition a partir de donnees de biosurveillance. Saint-Maurice: Sante publique France, 2017. 26p.

Skroder Loveborn H, Kippler M, Lu Y, Ahmed S, Kuehnelt D, Raqib R, et al. Arsenic Metabolism in Children Differs From That in Adults. *Toxicol Sci.* 2016;152(1):29-39.

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, Nawrot, T, De Henauw, S, Bellemans, M, Leermakers, M, Van Larebeke, N, Baeyens, W, Jacobs, G, Voorspoels, 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.

Tarvainen, T, Albanese, S, Birke, M, Poňavič, M, Reimann, C, Andersson, M, Arnoldussen, A, Baritz, R, Batista, MJ, Bel-Lan, A, Cicchella, D, Demetriades, A, De Vivo, B, Dinelli, E, De Vos, W, Duris, M, Dusza-Dobek, A, Eggen, OA, Eklund, M, Ernstsens, V, Filzmoser, P, Finne, TE, Flight, D, Forrester, S, Fuchs, M, Fugedi, U, Gilucis, A, Gosar, M, Gregorauskiene, V, Gulan, A, Halamić, J, Haslinger, E, Hayoz, P, Hobiger, G, Hoffmann, R, Hoogewerff, J, Hrvatovic, H, Husnjak, S, Janik, L, Johnson, C, Jordan, G, Kirby, J, Kivisilla, J, Klos, V, Krone, F, Kwecko, P, Kutu, L, Ladenberger, A, Lima, A, Locutura, J, Lucivjansky, P, Mackovych, D, Malyuk, BI, Maquil, R, McLaughlin, MJ, Meuli, RG, Miosic, N, Mol, G, Négre, P, O'Connor, P, Oorts, K, Ottesen, RT, Pasieczna, A, Petersell, V, Pfeleiderer, S, Prazeres, C, Rauch, U, Salpeteur, Schedl, A, Scheib, A, Schoeters, I, Sefcik, P, Sellersjö, E, Skopljak, F, Slaninka, I, Šorša, A, Srvkota, R, Stafilov, T, Trendavilov, V, Valera, P, Verougstraete, V, Vidojević, D, Zissimos, AM, Zomeni, Z, 2013. Arsenic in agricultural and grazing land soils of Europe. *Appl. Geochemistry* 28, 2–10. <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2012.10.005>

Taylor, V, Li, Z, Sayarath, V, Palys, T, Morse, K, Scholz-Bright, R, and Karagas, . “Distinct Arsenic Metabolites Following Seaweed Consumption in Humans.” *Scientific Reports* 7, no. 1 (June 20, 2017): 3920. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03883-7>.

USFDA, 2022. Arsenic in Rice and Rice Products Risk Assessment.

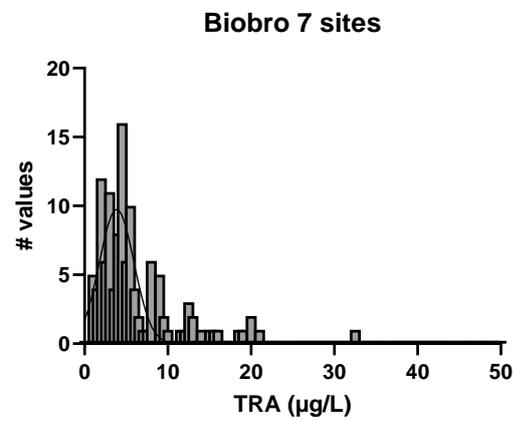
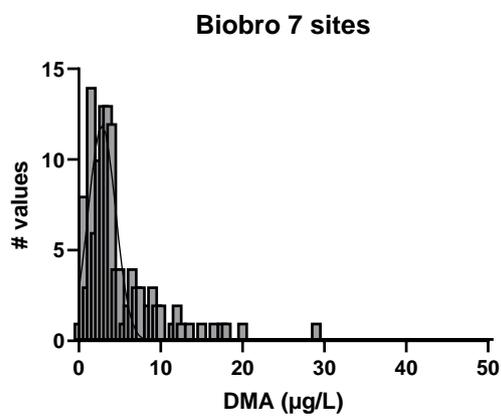
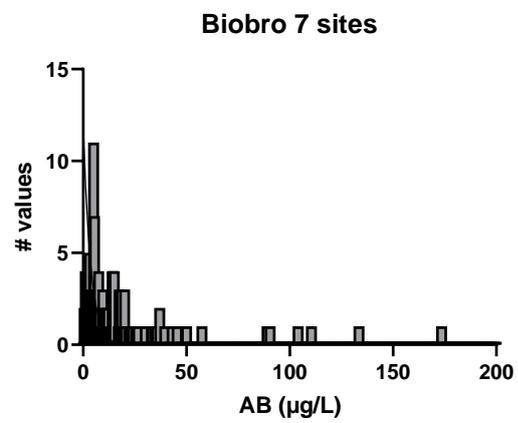
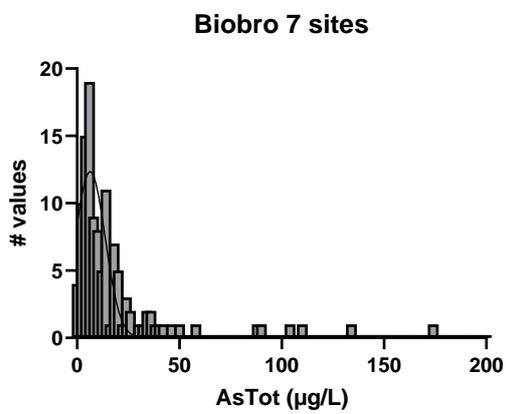
Vahter M. Genetic polymorphism in the biotransformation of inorganic arsenic and its role in toxicity. *Toxicol Lett*. 2000;112-113:209-17.

Vimercati L., Baldassarre A., Gatti M., Gagliardi T., Serinelli M., De Maria L., Caputi A., A Dirodi A., Galise I., Cuccaro F., Assennato G. Non-occupational exposure to heavy metals of the residents of an industrial area and biomonitoring *Environ Monit Assess*. 2016 Dec;188(12):673. doi: 10.1007/s10661-016-5693-5. Epub 2016 Nov 16.

## **Annexe A – DISTRIBUTIONS DE L'ARSENIC TOTAL ET SES ESPÈCES**

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

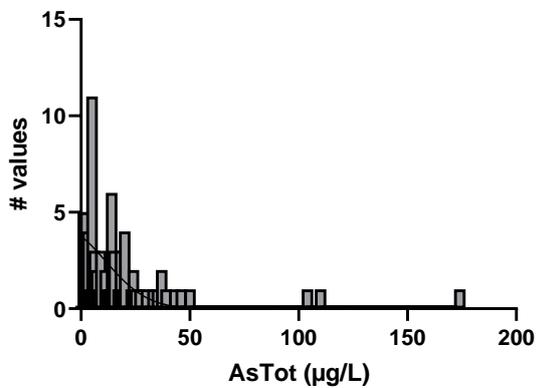
### **ALL SITES TOGETHER**



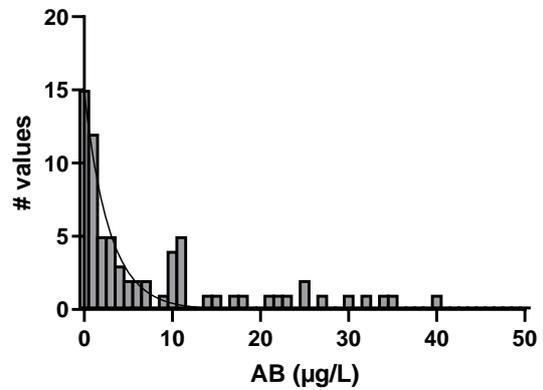
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		As total	AB	DMA	MA	As3+5	TRA
1	<b>Compare normal and lognormal</b>						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	2.827e-077	2.411e-106	3.074e-020	1.501e-026	7.478e-028	2.559e-021
5	1/LR	3.537e+076	4.147e+105	3.253e+019	6.660e+025	1.337e+027	3.908e+020
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	<b>Test for normal distribution</b>						
9	<b>Shapiro-Wilk test</b>						
10	W	0.4097	0.3968	0.7695	0.6967	0.4876	0.7819
11	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
13	P value summary	****	****	****	****	****	****
14							
15	<b>Kolmogorov-Smirnov test</b>						
16	KS distance	0.3256	0.3518	0.2249	0.2683	0.4545	0.2157
17	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
19	P value summary	****	****	****	****	****	****
20							
21	<b>Number of values</b>	121	121	121	121	121	121
22	<b>Impossible values in lognormal distributions</b>						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

## OBOURG

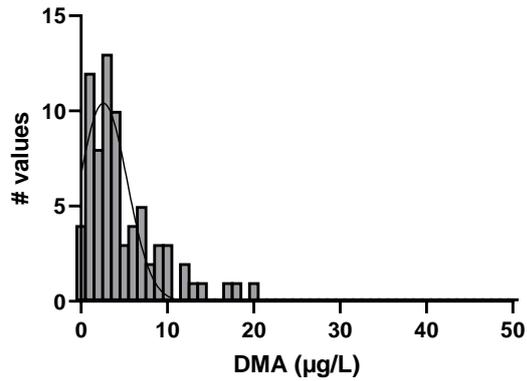
Biobro O'Bourg



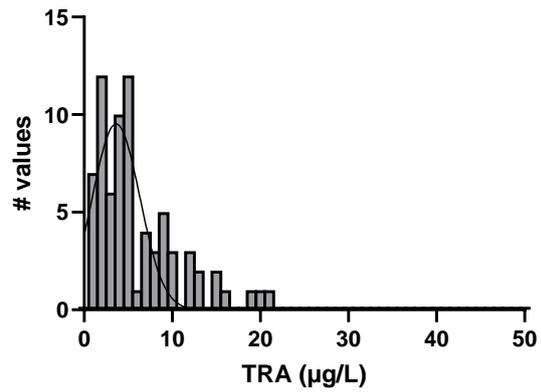
Biobro O'Bourg



**Biobro O'Bourg**



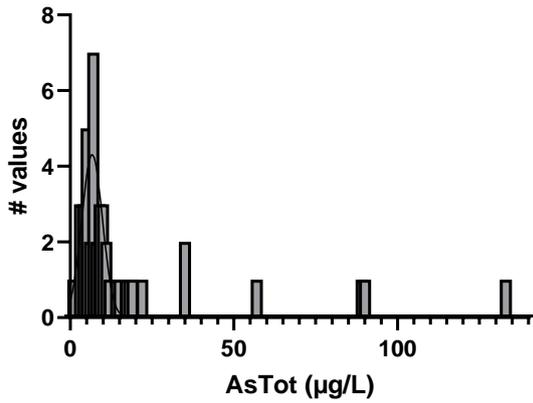
**Biobro O'Bourg**



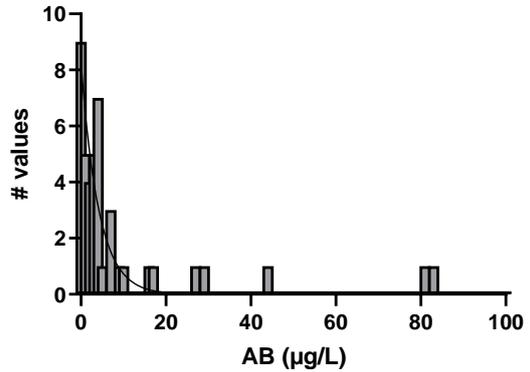
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		As total	AB	DMA	MA	As3+5	TRA
1	<b>Compare normal and lognormal</b>						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	6.491e-007%	0%	9.77e-012%	2.158e-007%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	5.230e-028	1.009e-048	6.491e-009	1.184e-016	9.777e-014	2.158e-009
5	1/LR	1.912e+027	9.914e+047	154064509	8.445e+015	1022769525443	463290089
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	<b>Test for normal distribution</b>						
9	<b>Shapiro-Wilk test</b>						
10	W	0.5752	0.4929	0.8473	0.7053	0.5191	0.8581
11	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
13	P value summary	****	****	****	****	****	****
14							
15	<b>Kolmogorov-Smirnov test</b>						
16	KS distance	0.2512	0.3149	0.2071	0.2468	0.4554	0.2043
17	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
19	P value summary	****	****	****	****	****	****
20							
21	<b>Number of values</b>	74	74	74	74	74	74
22	<b>Impossible values in lognormal distributions</b>						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							
26							

**SIX OTHER SITES**

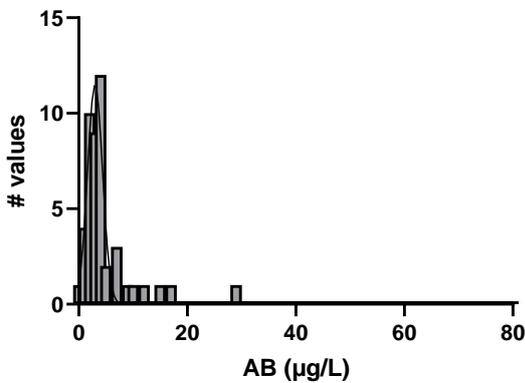
**Biobro 6 sites**



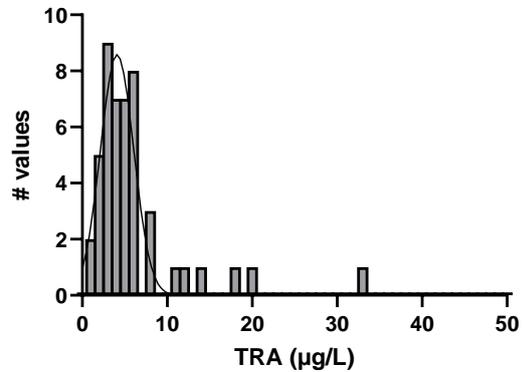
**Biobro 6 sites**



**Biobro 6 sites**



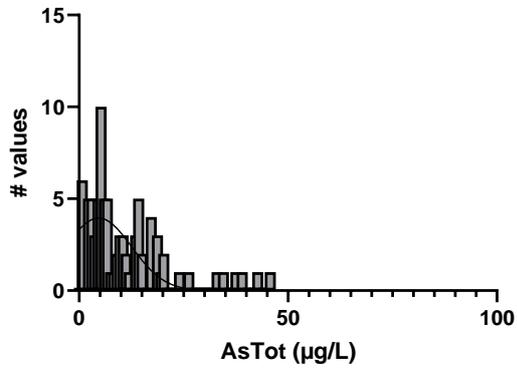
**Biobro 6 sites**



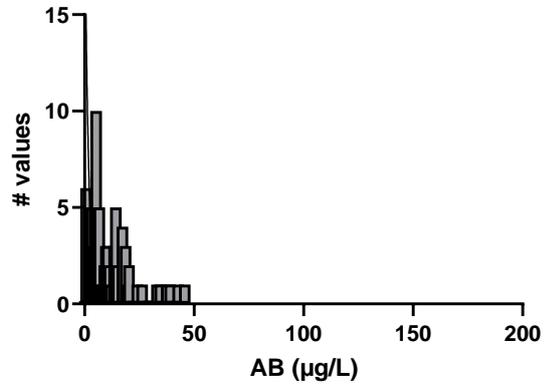
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		As total	AB	DMA	MA	As3+5	TRA
1	<b>Compare normal and lognormal</b>						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	1.594e-010%	8.726e-007%	1.916e-010%	1.226e-010%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	1.153e-034	8.041e-046	1.594e-012	8.726e-009	1.916e-012	1.226e-012
5	1/LR	8.677e+033	1.244e+045	627431356210	114602396	521833337210	815725126700
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	<b>Test for normal distribution</b>						
9	<b>Shapiro-Wilk test</b>						
10	W	0.4457	0.4373	0.6380	0.7214	0.4870	0.6477
11	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
13	P value summary	****	****	****	****	****	****
14							
15	<b>Kolmogorov-Smirnov test</b>						
16	KS distance	0.3785	0.3710	0.2968	0.3257	0.4695	0.2966
17	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
19	P value summary	****	****	****	****	****	****
20							
21	<b>Number of values</b>	47	47	47	47	47	47
22	<b>Impossible values in lognormal distributions</b>						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

# BIOBRO (7 SITES) NO FISH

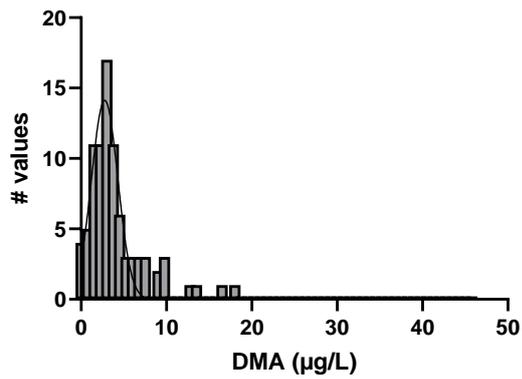
Biobro 7 sites no fish



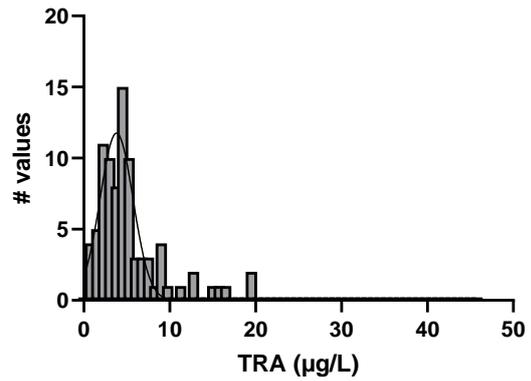
Biobro 7 sites no fish



Biobro 7 sites no fish



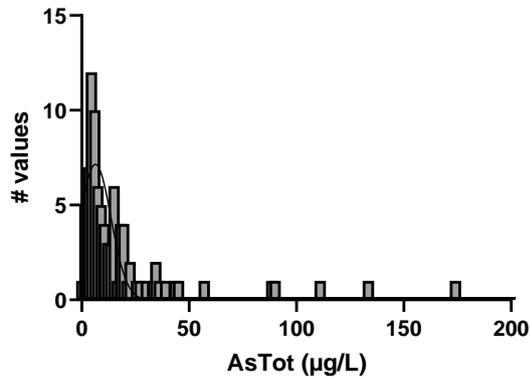
Biobro 7 sites no fish



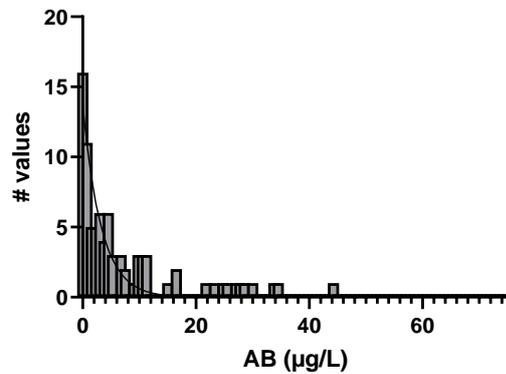
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		As total	AB	DMA	MA	As3+5	TRA
1	<b>Compare normal and lognormal</b>						
2	Probability normal (Gaussian)	2.829e-011%	0%	1.188e-008%	0%	0%	1.908e-010%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	2.829e-013	4.319e-039	1.188e-010	1.298e-019	1.164e-019	1.909e-012
5	1/LR	353463534849	2.316e+038	8420452003	7.705e+018	8.590e+018	52395882796
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	<b>Test for normal distribution</b>						
9	<b>Shapiro-Wilk test</b>						
10	W	0.8103	0.6843	0.8046	0.6959	0.4501	0.8099
11	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
13	P value summary	****	****	****	****	****	****
14							
15	<b>Kolmogorov-Smirnov test</b>						
16	KS distance	0.1678	0.2763	0.2060	0.2548	0.4776	0.2002
17	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
19	P value summary	****	****	****	****	****	****
20							
21	<b>Number of values</b>	85	85	86	87	87	86
22	<b>Impossible values in lognormal distributions</b>						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

## BIOBRO (7 SITES) NO RICE

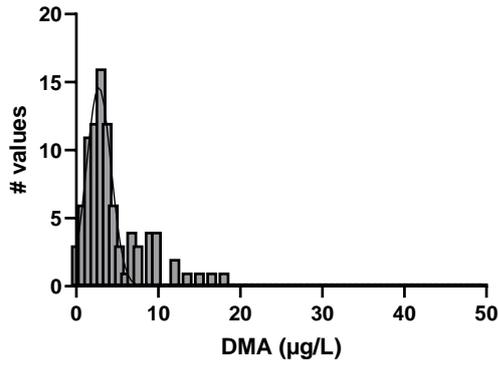
Biobro 7 sites no rice



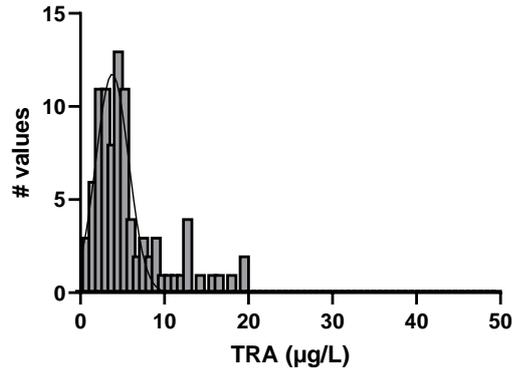
Biobro 7 sites no rice



**Biobro 7 sites no rice**



**Biobro 7 sites no rice**



Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		As total	AB	DMA	MA	As3+5	TRA
1	<b>Compare normal and lognormal</b>						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	6.613e-009%	0%	0%	1.871e-010%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	1.054e-051	3.316e-075	6.613e-011	1.326e-021	3.942e-019	1.871e-012
5	1/LR	9.484e+050	3.016e+074	15121217756	7.539e+020	2.537e+018	53448683074
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	<b>Test for normal distribution</b>						
9	<b>Shapiro-Wilk test</b>						
10	W	0.4367	0.4003	0.8300	0.6734	0.5344	0.8337
11	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
12	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
13	P value summary	****	****	****	****	****	****
14							
15	<b>Kolmogorov-Smirnov test</b>						
16	KS distance	0.3101	0.3487	0.2105	0.2774	0.4348	0.2007
17	P value	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001
18	Passed normality test (alpha=0.05)?	No	No	No	No	No	No
19	P value summary	****	****	****	****	****	****
20							
21	<b>Number of values</b>	91	91	91	91	91	91
22	<b>Impossible values in lognormal distributions</b>						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

## Annexe B – OUTLIERS ONLY FOR BIOBRO NO FISH

Sample Justification

43 Exclusion du groupe n'ayant pas consommé de poisson dans les 4 jours, car une réponse positif sur Q35 concernant la consommation du poisson.

154 Exclusion du groupe n'ayant pas consommé de poisson dans les 4 jours, car une réponse positif sur Q35 concernant la consommation du poisson.

## Annexe C – TABLEAU DE DMA, MMA ET AS<sub>3</sub>+AS<sub>5</sub>

DMA (µg/L)	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	0.5	4%	3.2 (2.5-4.1)	0.5	1.7	3.5	6.8	13.0 (9.9-19.9)	0.9926	0.6077
Ado's 6 sites	47	0,5	2%	3.4 (2.7-4.3)	1.3	2.3	3.4	4.4	14.2 (8.7-28.8)		
Ado's Biobro	121	0,5	3%	3.3 (2.8-3.9)	0.6	2.2	3.4	6.1	13.7 (9.9-19.8)	0.0003	0.1190
Ado's BMHWAL1	281	0,5	3%	3.7 (3.4-4.0)	1.3	2.1	3.5	5.8	13.2 (11.2-16.6)		
Ado's Obourg	74	0.5	4%	3.2 (2.5-4.1)	0.5	1.7	3.5	6.8	13.0 (9.9-19.9)	0.0039	0.0199
Ado's BMHWAL1	281	0,5	3%	3.7 (3.4-4.0)	1.3	2.1	3.5	5.8	13.2 (11.2-16.6)		
Ado's Biobro no fish	86	0.5	5%	2.9 (2.4-3.5)	0.6	2.1	3.2	4.6	9.9 (8.9-17.9)	0.0002	0.0596
Ado's BMHWAL1 no fish	166	0,5	3%	2.1 (1.8-2.4)	0.5	1.3	2.2	3.4	6.8 (5.9-9.9)		
Ado's Biobro no rice	91	0.5	2%	3.1 (2.6-3.8)	0.6	2.2	3.3	4.9	11.9 (9.6-17.9)	0.0010	0.0002
Ado's BMHWAL1 no rice	181	0,5	3%	2.3 (2.0-2.6)	0.5	1.3	2.3	3.9	8.8 (6.6-12.3)		

MA (µg/L)	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	0.5	49%	<loq	<loq	<loq	0.5	0.8	1.7 (1.4-3.7)	0.2562	0.0002
Ado's 6 sites	47	0,5	57%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.7	1.1		

									(0.9-2.0)		
Ado's Biobro	121	0,5	52%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.8	1.6 (1.3-2.0)	0.1845	1
Ado's BMHWAL1	281	0,5	59%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.7	1.6 (1.3-2.2)		
Ado's Obourg	74	0.5	49%	<loq	<loq	<loq	0.5	0.8	1.7 (1.4-3.7)	0.0895	0.6027
Ado's BMHWAL1	281	0,5	59%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.7	1.6 (1.3-2.2)		

As3+5 (µg/L)	N <sub>tot</sub>	LOQ	N< LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z
Ado's Obourg	74	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.2 (1.0-2.0)		
Ado's 6 sites	47	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.0 (1.2-2.8)		
Ado's Biobro	121	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.6 (1.2-2.2)		
Ado's BMHWAL1	281	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.0 (0.9-1.2)		