

BIOMONITORING HUMAIN WALLON (BMH-WAL) – PHASE 2
RAPPORT VALEURS DE RÉFÉRENCE : Arsenic et ses espèces chez les adolescents.

28 octobre 2022

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.....	7
3.2	Arsenobetaine	8
3.2.1	Statistiques descriptives et valeurs de référence	8
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.....	10
4	CONCLUSION	10
	ANNEXE A – DISTRIBUTIONS DE L'ARSENIC TOTAL ET SES ESPÈCES.....	15
	ADOLESCENTS	15
	GARÇONS	16
	FILLES.....	18
	ADOLESCENTS QUI MANGENT DU POISSON.....	19
	ADOLESCENTS QUI NE MANGENT PAS DU POISSON	20
	ADOLESCENTS QUI MANGENT DU RIZ.....	22
	ADOLESCENTS QUI NE MANGENT PAS DU RIZ	23
	ANNEXE B – OUTLIERS	25
	ANNEXE C – TABLEAU DE DMA, MMA ET AS ₃ +AS ₅	25

1 TABLE DES ACRONYMES

BMH-Wal : Biomonitoring Humain Wallon

As : Arsenic

As_i : 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

L'objectif premier du projet Biomonitoring Humain Wallon (BMH-Wal) est la détermination de valeurs de référence pour la population wallonne. Trois catégories d'âge ont été visées au cours de la première phase du projet : les nouveau-nés, les adolescents (12-19 ans) et les jeunes adultes (20-39 ans). Au cours de la deuxième phase, les enfants de 3 à 5 ans et de 6 à 11 ans étaient ajoutés. A cette phase s'est également ajoutée la détermination des espèces d'arsenic dans l'urine des adolescents. Cela a l'avantage que dans le cadre d'un projet futur, il est par exemple possible de vérifier si une pollution environnementale entraîne une exposition supplémentaire.

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. Une contamination locale peut se trouver à proximité des industries de production/transformation des 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. Les concentrations d'arsenic dans les aliments diffèrent et sont liées aux concentrations dans les sols agricoles. Certains aliments terrestres qui nécessitent une attention particulière sont par ex. les céréales (riz) et les champignons car ils peuvent contenir des concentrations relativement élevées d'As en poids (USFDA, 2022). Mais aussi les produits de la mer (poissons, mollusques, crustacés, algues) et les compléments alimentaires à base de produits de la mer peuvent contenir des concentrations en As relativement importantes (Gao et al., 2018, Cheyns et al. 2021). Cependant, l'arsenic dans l'environnement 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, classée comme cancérigène de classe I (IARC, 2012). 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_i urinaire, l' As_i et des métabolites MMA et DMA est souvent utilisée 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 (arsénoglucides, 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).

Une valeur de référence renseigne sur le niveau d'imprégnation d'une population particulière, à une substance chimique à un moment donné. Elle fixe une limite arbitraire entre le « bruit de fond » d'exposition à la substance d'intérêt dans la population d'étude et la partie supérieure des niveaux d'exposition dans cette population. Elle reflète donc une concentration biologique « seuil » au-delà de laquelle le niveau d'exposition de la population est jugé élevé mais elle ne donne aucune information sur l'existence ou la possibilité de survenue d'un quelconque effet sanitaire associé à ce niveau d'exposition. Ainsi, la mesure d'une concentration inférieure à une valeur de référence n'exclut pas, et inversement une concentration supérieure n'implique pas nécessairement, l'existence d'un risque sanitaire (Santé publique France, 2017).

Les valeurs de référence permettent l'interprétation des données d'imprégnation d'un individu en comparant ses données à celles de la population de référence. Elles sont primordiales en santé publique car elles permettent l'identification des individus surexposés et le déclenchement d'une analyse des facteurs responsables de cette surexposition et de mesures de gestion visant à réduire l'exposition. A partir de campagnes de biomonitoring répétées, il est possible d'effectuer un suivi de l'effet des mesures de réduction de l'exposition. Les valeurs de référence ont donc vocation à évoluer dans le temps et doivent être mises à jour régulièrement.

Les valeurs de référence sont des valeurs issues d'un traitement purement statistiques des données collectées dans les enquêtes de biomonitoring. Il s'agit généralement d'une valeur élevée de la distribution des niveaux biologiques mesurés sur la population d'étude. Ce concept repose sur l'hypothèse que dans une population suffisamment grande pour servir de référence et sans exposition particulière à la substance d'intérêt, une partie minime de la population présente des niveaux d'exposition a priori anormalement élevés.

Dans le projet BMH-Wal, les valeurs de référence, notées RV95, ont été élaborées sur base du percentile 95 suivant une méthodologie commune, élaborée et validée par l'ensemble des partenaires du projet (« méthodologie d'élaboration des valeurs de référence dans le cadre du projet BMH-Wal 1 »). Comme expliqué, le but du propre étude est la détermination des espèces d'arsenic dans l'urine des adolescents. Tableau 1 présente la population étudiée.

Population	N _{tot}
Ado's	281
Gender	
Boys	141
Girls	140
Fish (<4d)	
Fish*	112
No fish	166
Rice (<3d)	
Rice*	99
No rice	181

TABLEAU 1 : POPULATION ETUDIEE

Il est à noter que les nombres d'adolescents qui ont mangé du poisson ou du riz sont inférieurs au critère des 120 individus par groupe (* ; voir « Méthodologie d'élaboration des valeurs de référence dans le cadre du projet BMH-Wal 1 »). Par conséquent, les résultats des comparaisons poissons vs pas de poissons, et riz vs pas de riz sont à interpréter avec précautions étant donné le nombre limité poissons et riz.

Dans la présente étude, les concentrations d'As sont rapportées en µg/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 As_{tot} d'une part et AB et TRA d'autre part. Étant donné que DMA, MMA et $As(III)+As(V)$ 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).

Chez les adolescents, des différences significatives ont été observées en fonction de la consommation récente de poisson ($p_{MW} < 0.0001$) et de riz ($p_{MW} = 0.0077$). Comme attendu, les adolescents ayant consommé des produits de la mer dans les 4 jours précédant la collecte d'urine ont une concentration médiane (P50) d' As_{tot} plus de 3 fois plus élevée (15.0 µg/L) que ceux n'en n'ayant pas consommé (4.7 µg/L). Ces résultats sont en ligne avec les résultats de la phase 1, où l'arsenic est rapporté pour le groupe d'âge de 12-39 ans ('Distributions des valeurs de référence AsT, Cd, Cr, Cu, Pb, Se et Zn dans les urines 12-19 ans & 20-39 ans'). Une tendance similaire mais moins prononcée a été constatée pour les adolescents ayant consommé du riz (8.7 µg/L vs 6.2 µg/L). Par conséquent, les valeurs GM et P95 des consommateurs de poisson et de riz sont aussi supérieures par rapport aux adolescents n'ayant pas consommé de poisson ou de riz. Dans ce cas, c'est peut-être la co-consommation de poisson (ex. sushi) qui est à l'origine de cette différence observée. Avec le z proportion test (avec le P95), seules des valeurs de référence en fonction de la consommation de poisson sont retenues.

As_{Tot} (µg/L)	N_{tot}	LOQ	$N < LOQ$	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	0,5	0%	8.1 (7.1-9.3)	1.5	3.7	6.9	15.8	64.9 (46.2-132.6)			64
Fish (<4d)										<0.0001	<0.0001	

Fish*	112	0,5	0%	16.4 (12.9-20.8)	2.5	6.5	15.0	35.7	141.6 (88.3-456.8)			
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)			18
Rice (<3d)										0.0077	0.157	
Rice*	99	0,5	0%	10.4 (8.1-13.4)	1.9	4.5	8.7	22.7	83.2 (43.4-456.8)			
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)			

*The critical n° of 120 individuals is not reached.

TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES AS TOTALE (µG/L)

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

Le tableau 1B du rapport précédent ('Distributions des valeurs de référence As_T, Cd, Cr, Cu, Pb, Se et Zn dans les urines 12-19 ans & 20-39 ans') et le tableau 3 résumant les résultats de As_{Tot} et les espèces d'As des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance. Seuls les résultats les plus récents disponibles et concernant les catégories d'âge d'intérêt (les adolescents) dans BMH-Wal figurent dans le tableau.

De façon globale, le P50 et P95 d'As_{Tot} mesurés chez les adolescents investigués sont similaires à ceux rapportés dans les autres études portant sur les adolescents belges, slovènes et canadiens. Par ailleurs le P50 et P95 d'As_{Tot} mesurés dans la population, française, suédoise et espagnole sont plus élevés que ceux de notre propre étude contrairement à ceux dans la population américaine qui sont plus bas. Cela pourrait s'expliquer par la différence de régime alimentaire par rapport à la consommation de poisson. En effet, le P50 et P95 d'As_{Tot} mesurés dans la population suédoise et espagnole d'un côté et la population américaine de l'autre sont très similaires aux résultats As_{Tot} avec et sans consommation de poisson endéans les 4 jours.

Study Age group		As(III)	As(V)	MMA	DMA	AB	As _{Tot}	As _{Tot} calculated: As(III)+As(V)+MMA+DMA+AB	TRA: As(III)+As(V)+MMA+DMA
Belgium									
FLEHS IV* (n=194; 14-15j)	GM	0.18 (0.14-0.23)	NC	0.35 (0.28-0.45)	3.59 (3.29-3.91)	1.44 (0.96-2.15)	NA	NC	4.62 (4.26-5.02)
2017-2018	P50	0.32	<LOD	0.60 (1.44-2.16)	3.28 (9.66-14.58)	2.17 (34.8-78.3)	NA	6.37	4.23
	P95	1.19 (0.98-1.8)	0.36 (0.29-0.58)	1.66 (1.44-2.16)	11.62 (9.66-14.58)	46.8 (34.8-78.3)	NA	61.63	14.16 (11.48-16.52)
FLEHS III* (n=207; 12-19j)	GM	0.14 (0.13-0.16)	0.18 (0.16-0.20)	0.57 (0.52-0.62)	3.5 (3.2-3.7)	NA	NA	NC	4.7 (4.4-5.0)
2013	P50****	NA	0.2	0.72	3.4	3.9	NA	7.3	4.7
	P95	0.71 (0.6-0.87)	0.75 (0.65-0.94)	1.8 (1.5-2.1)	11.3 (9.2-15.1)	54.0****	NA	78.1	13.3 (11.4-17.9)
Germany									
GerES V-sub*,**** (n=294, 12-18j)	GM	0.28	NC	NA	2.98	0.78	NA	NC	NC
2015-2017	P50	0.28	NA	NA	2.73	0.62	NA	NC	NC
	P95	0.74	0.54	NA	8.9	26.7	NA	NC	NC
Sweden									
Riksmaten** (N=123; 12-17j)	GM		0.5*** (0.4-0.6)	0.5 (0.4-0.6)	3.1 (2.6-3.6)	27.0 (16.9-37.1)	34.5 (22.9-46.1)	31.1	4.1
2016-2017	P50		0.5***	0.5	2.4	8.7	13.2	12.1	3.4
	P95		1.2***	1.4	7.0	126.2	163.6	135.8	9.6
Slovenia									
SLO CRP* ,**** (n=97; 12-15j)	GM	0.32	NC	0.78	2.48	NC	7.94	NC	3.84
2018	P50	0.36	NA	0.86	2.22	NA	6.48	NC	3.68
	P95	0.91	NA	1.89	7.45	NA	49.3	NC	10.9
Spain									
BEA* ,**** (n=300; 13-17j)	GM	0.45	0.34	1.31	5.70	10.73	32.06	25.42	8.47

Study Age group		As(III)	As(V)	MMA	DMA	AB	As _{Tot}	As _{Tot} calculated: As(III)+As(V)+MMA+DMA+AB	TRA: As(III)+As(V)+MMA+DMA
2017-2018	P50	0.44	0.32	1.34	5.4	12.97	29.03	23.3	8.02
	P95	1.43	1.35	3.30	20.23	155.5	203.2	168.5	23.8
France									
ESTEBAN****, (n=300;12-17j)	GM	NA	NA	NA	NA	NA	17.34	NA	5.48
2014-2016	P50	NA	NA	NA	NA	NA	15.48	NA	5.39
	P95	NA	NA	NA	NA	NA	91.75	NA	15.09
USA									
Nhanes (N=363; 12-19j)	GM	NC	NC	NC	2.9 (2.5-3.2)	NC	5.2 (4.2-6.5)	NC	4.2 (3.8-4.7)
2017-2018	P50	<LOD	<LOD	<LOD	2.7 (2.3-3.2)	<LOD	5.1 (4.2-6.3)	NC	4.0 (3.4-4.6)
	P95	1.1 (0.9-1.4)	0.84 (<lod-1.34)	1.6 (1.4-2.0)	10.2 (6.2-12.5)	21.7 (7.4-32.5)	34.6 (20.7-55.8)	35.2	13.4 (8.5-18.3)
CANADA									
CHMS (n=505; 12-19j)	GM	0.55 (0.43-0.70)	NC	0.51 (0.42-0.61)	4.0 (3.3-4.8)	0.99***** (0.57-1.7)	NA	6.05	5.4 (4.5-6.5)
2018-2019	P50	0.51 (0.37-0.64)	<LOD	0.54 (0.44-0.63)	3.8 (2.8-4.7)	0.73***** (0.16-1.3)	NA	5.58	5.0 (3.8-6.2)
	P95	3.7 (2.4-5.0)	0.18 (<LOD-0.25)	1.7 (1.3-2.0)	25 (6.3-43)	42***** (9.0-75)	NA	72.58	31 (11-52)

*normalized for SG; **expressed in µg/kg urine; ***sum of AsIII+AsV; ****results taken from HBM4EUdashboard; *****sum of AB and arsénocholine; NC : Not calculated; NA: not available

TABLEAU 3: COMPARAISON AUX AUTRES ENQUETES DE BIOSURVEILLANCE POUR L' AS TOTAL (µG/L)

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).

Chez les adolescents, des différences significatives ont été observées en fonction de la consommation récente de poisson (p MW = 0.0001) et de riz (p MW = 0.0048). Comme attendu, les adolescents ayant consommé des produits de la mer dans les 4 jours précédant la collecte d'urine ont une concentration médiane d'As totale plus de 10 fois plus élevée (12.8 µg/L) que ceux n'en n'ayant pas consommé (0.8 µg/L). Une tendance similaire mais moins prononcée a été constatée pour les adolescents ayant consommé du riz (5.5 µg/L vs 1.8 µg/L).

Le percentile 95 suit la même tendance que la médiane si ce n'est qu'il est plus élevé chez les adolescents ayant consommé des produits de la mer et du riz (193.5 et 101.4 µg/L) que ceux n'en n'ayant pas consommé (16.2 et 57.6 µg/L). Pour l'effet de riz, c'est peut-être la co-consommation de poisson (ex. sushi) qui est à l'origine de cette différence observée, car le riz ne contient peu ou pas d'arsénobétaine contrairement aux poissons. Avec le z proportion test (avec le P95), seules des valeurs de référence en fonction de la consommation de poisson sont retenues.

AB (µg/L)	N _{tot}	LOQ	N<LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	0,5	28.5%	2.7 (2.1-3.4)	<loq	<loq	2.4	12.2	75.7 (50.8-192.7)			75

Fish (<4d)											0.0001	<0.0001	
Fish*	112	0,5	8.0%	11 (7.8-15.5)	<loq	4.1	12.8	37.1	193.5 (111.8-590.1)				
No fish	166	0,5	42.8%	1.0 (0.82-1.30)	<loq	<loq	0.8	3.2	16.2 (10.3-25.0)				16
Rice (<3d)											0.0048	0.342	
Rice*	99	0,5	23.2%	4.2 (2.8-6.3)	<loq	0.6	5.5	18.0	101.4 (41.9-590.1)				
No rice	181	0,5	31.5%	2.1 (1.6-2.8)	<loq	<loq	1.8	6.6	57.6 (44.2-176.4)				

*The critical n° of 120 individuals is not reached

TABLEAU 4 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES AB (µg/L)

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

Le tableau 3 résume aussi les résultats de l'AB dans l'urine des adolescents des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance.

De façon globale, le P50 et P95 d'AB dans l'urine mesurés chez les adolescents investigués sont similaire à ceux rapportés par la Flandre (FLEHS III et IV). Par ailleurs le P50 et P95 d'AB dans l'urine mesurés dans la population suédoise et espagnole sont plus élevés que ceux de notre propre étude contrairement à ceux dans la population américaine et allemande qui sont plus bas. Cela pourrait s'expliquer par la différence de régime alimentaire par rapport à la consommation de poisson. En effet, le P50 et P95 d'AB mesurés dans la population suédoise et espagnole d'un côté et la population américaine et allemande de l'autre sont similaire au résultats AB avec et sans consommation de poisson endéans les 4 jours respectivement.

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).

Chez les adolescents, des différences significatives ont été observées en fonction du sexe (p MW < 0.0001) de la consommation récente de poisson (p MW < 0.0001) et du riz (p MW = 0.0233). Les garçons ont une concentration médiane de TRA plus élevée que les filles (4.1 vs 2.9 µg/l). Les adolescents ayant consommé des poissons dans les 4 jours précédant la collecte d'urine ont une concentration médiane de TRA plus 1.5 fois plus élevée (4.4 µg/L) que ceux n'en n'ayant pas consommé (3.1 µg/L). Une tendance similaire mais moins prononcée a été constatée pour les adolescents ayant consommé du riz (4.0 µg/L vs 3.1 µg/L). Nous voyons la tendance inverse pour le P95 chez les garçons et les filles (13.1 vs 14.8 µg/L). Et pour le P95 des adolescents ayant consommé des poissons ou du riz nous voyons une tendance plus prononcée (16.8 vs 9.1 µg/L et 16.9 vs 10.6 µg/L). Nous voyons cela traduit dans le test z, des valeurs de référence en fonction de la consommation de poisson sont retenues.

Le profil de TRA dans l'urine humaine adulte a été rapporté comme étant de 10 à 30 % d'As_i, de 10 à 20 % de MMA et de 60 à 80 % de DMA (Vahter 2000). Dans la présente étude (Annexe 3), le profil chez les adolescents (7.5% As_i, 12% MMA et 85% DMA pour le P95) s'est avéré similaire à celui-ci, bien qu'il y ait des indications que le métabolisme de l'As diffère entre les enfants et les adultes (Sköder et al.,

2016). En effet, les enfants (9 ans) méthylent l'arsenic plus efficacement que les adultes ce qui entraîne un % d' As_i inférieur et un % de DMA supérieur.

TRA (µg/L)	N _{tot}	LOQ	N<LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	NA	NA	3.7 (3.4-4.0)	1.3	2.1	3.5	5.8	13.2 (11.2-16.6)			13
Gender										<0.0001	0.118	
Boys	141	NA	NA	4.1 (3.7-4.6)	1.5	2.6	4.1	6.1	13.1 (10.1-16.4)			
Girls	140	NA	NA	3.3 (2.9-3.8)	1.3	1.8	2.9	5.5	14.8 (10.1-28.5)			
Fish (<4d)										<0.0001	<0.0001	
Fish*	112	NA	NA	4.6 (4.0-5.3)	1.3	2.6	4.4	7.4	16.8 (14.1-28.5)			
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)			9
Rice (<3d)										0.0233	0.0002	
Rice*	99	NA	NA	4.3 (3.7-5.1)	1.3	2.6	4.0	7.0	16.9 (13.2-39.2)			
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)			10

*The critical n° of 120 individuals is not reached; NA: not available

TABLEAU 5 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES TRA (µg/L)

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

Le tableau 3 résume aussi les résultats de TRA dans l'urine des adolescents des principales enquêtes régionales ou nationales de biosurveillance.

De façon globale, le P50 et P95 de TRA mesurés chez les adolescents investigués (3.5 et 13.2 µg/L) sont similaire à ceux rapportés dans les autres études portant sur les adolescents. En Europe, Amérique du Nord et Canada, le P50 de TRA est situé entre 3.4 et 5.4 µg/L. En Espagne le P50 est un peu plus élevé (8.02 µg/L). Le P95 de TRA est situé entre 9.6 et 15.1 µg/L, sauf pour l'Espagne et le Canada où le P95 est un peu plus élevé (23.8 et 31 µg/L). Il convient de souligner que bien qu'une forte consommation de fruits de mer produise des concentrations élevées d'As_{Tot} (voir 3.1), elle n'entraîne pas nécessairement une exposition aussi élevée à l'As inorganique toxique. En effet, AB, qui est censé être moins nocif, est la principale espèce d'As dans de nombreux fruits de mer (Hughes, 2002).

Le GM (3.7 µg/L) de cette étude 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 %, 21% pour être exact, des participants à l'étude dépassent la référence sanitaire de TRA. 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 BMH-Wal, chez les adolescents, des différences significatives pour As_{Tot}, AB et TRA ont été observées en fonction de la consommation récente de poisson et du riz. Pour le TRA, le biomarqueur le plus relevant pour les effets adverses d'arsenic, cela se traduit dans des valeurs de

références de 17 μ g/L pour les consommateurs récents de poissons et de 9 et 11 μ g/L pour ceux n'ayant pas consommé de poissons et de riz respectivement.

Dans cette étude, comme dans la littérature, les risques pour la santé ne peuvent être exclus car 21% des participants à l'étude dépassent la référence sanitaire de TRA de 6.4 μ g/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.
- Cheyne, 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, 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.
- 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
- 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.
- 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, Ernstsén, V, Filzmoser, P, Finne, TE, Flight, D, Forrester, S, Fuchs, M, Fugedi, U, Gilucis, A, Gosar, M, Gregorauskiene, V, Gulán, 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, Kuti, L, Ladenberger, A, Lima, A,

Locutura, J, Lucivjansky, P, Mackovych, D, Malyuk, BI, Maquil, R, McLaughlin, MJ, Meuli, RG, Miosic, N, Mol, G, Négrel, 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>.

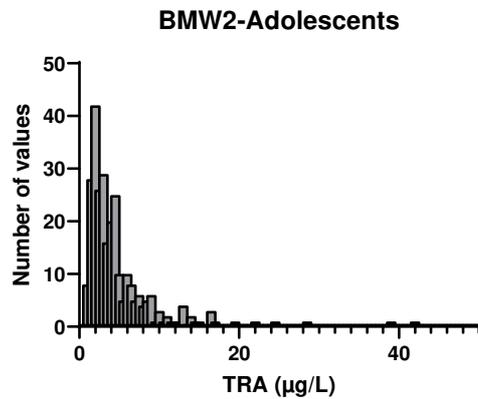
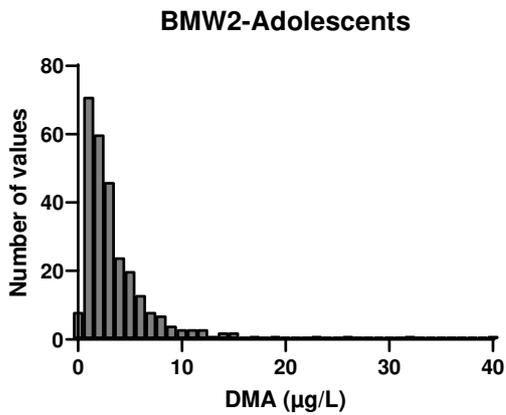
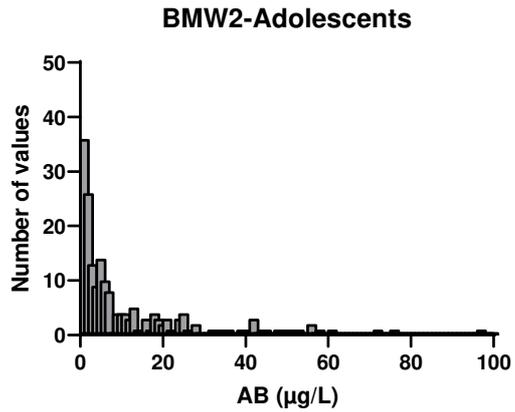
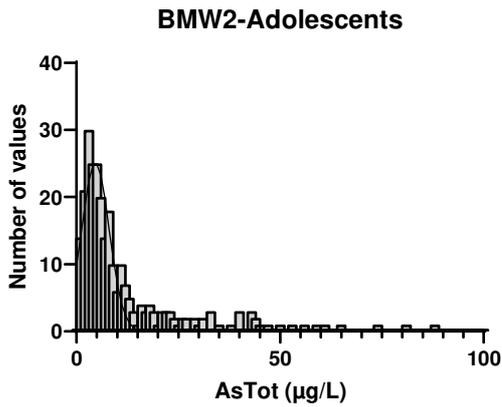
USFDA, 2022. Arsenic in Rice and Rice Products Risk Assessment.

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

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

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

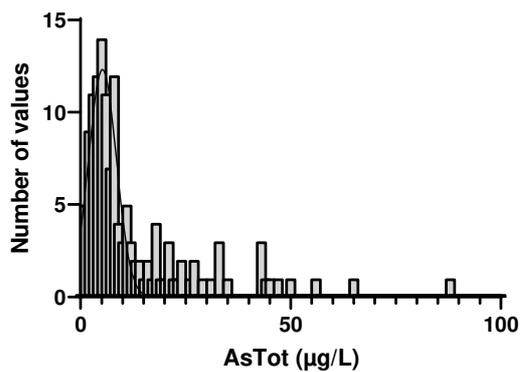
ADOLESCENTS



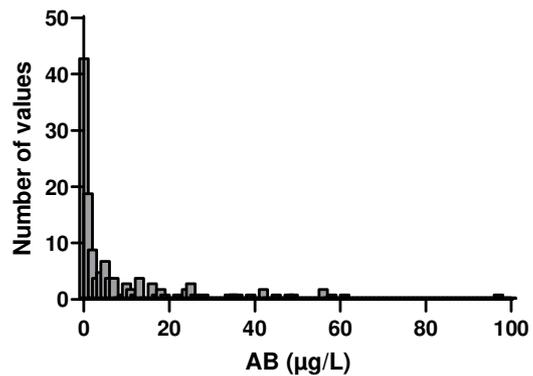
Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	B	C	D	E	F
		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	2.472e-232	0.000	1.358e-082	1.218e-074	1.211e-078	7.557e-078
5	1/LR	4.045e+231	+infinity	7.362e+081	8.210e+073	8.256e+077	1.323e+077
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.2706	0.2574	0.6211	0.6335	0.2929	0.6363
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.3722	0.3944	0.2187	0.3055	0.4851	0.2140
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	Number of values	281	281	281	281	281	281
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

GARÇONS

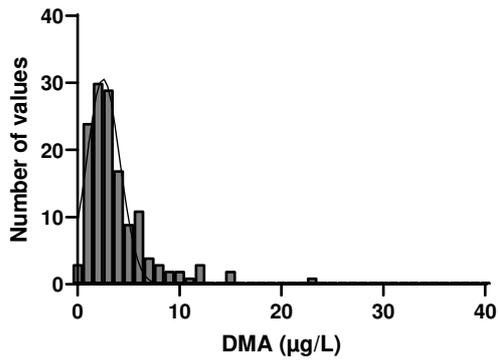
BMW2-Adolescents Boys



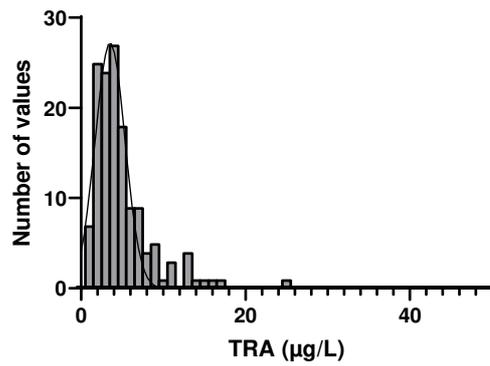
BMW2-Adolescents-Boys



BMW2-Adolescents



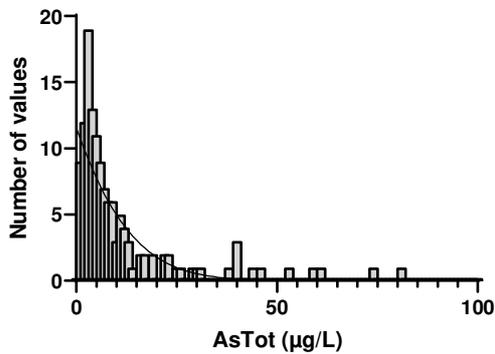
BMW2-Adolescents



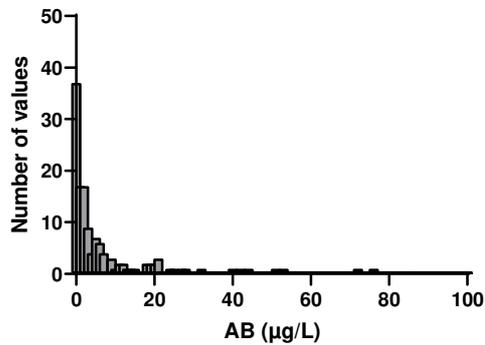
Normality and Lognormality Tests						
Tabular results						
	A	B	C	D	E	F
	AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1 Compare normal and lognormal						
2 Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3 Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4 Likelihood ratio (LR)	7.155e-080	3.479e-129	1.297e-022	5.769e-028	6.980e-025	1.327e-021
5 1/LR	1.398e+079	2.875e+128	7.709e+021	1.733e+027	1.433e+024	7.537e+020
6 Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
8 Test for normal distribution						
9 Shapiro-Wilk test						
10 W	0.4390	0.4152	0.7690	0.7262	0.3850	0.7985
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	****	****	****	****	****	****
15 Kolmogorov-Smirnov test						
16 KS distance	0.3098	0.3486	0.2057	0.2353	0.5026	0.1859
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	****	****	****	****	****	****
21 Number of values	141	141	141	141	141	141
22 Impossible values in lognormal distributions						
23 Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24 Number of negative values	0	0	0	0	0	0

FILLES

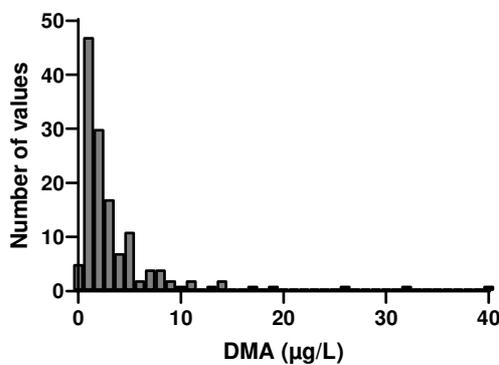
BMW2-Adolescents Girls



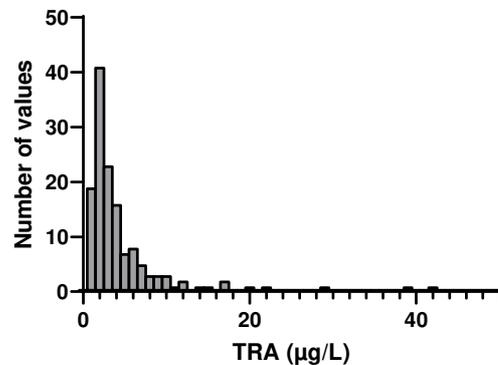
BMW2-Adolescents-Girls



BMW2-Adolescents-Girls



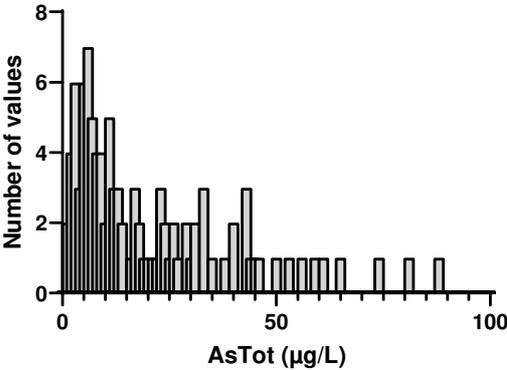
BMW2-Adolescents-Girls



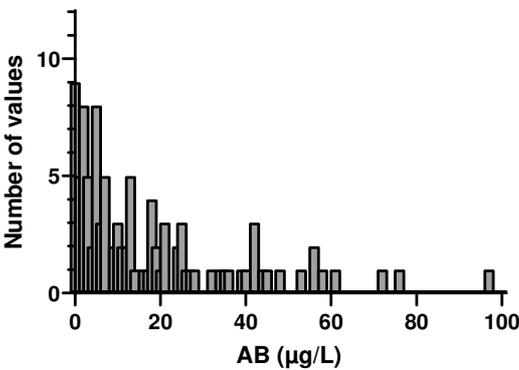
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	1.920e-133	4.918e-181	9.387e-056	3.683e-049	2.068e-046	7.097e-052
5	1/LR	5.207e+132	2.033e+180	1.065e+055	2.715e+048	4.835e+045	1.409e+051
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.2550	0.2377	0.5626	0.5140	0.2668	0.5655
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.3866	0.4038	0.2576	0.3932	0.4835	0.2611
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	Number of values	140	140	140	140	140	140
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

ADOLESCENTS QUI MANGENT DU POISSON

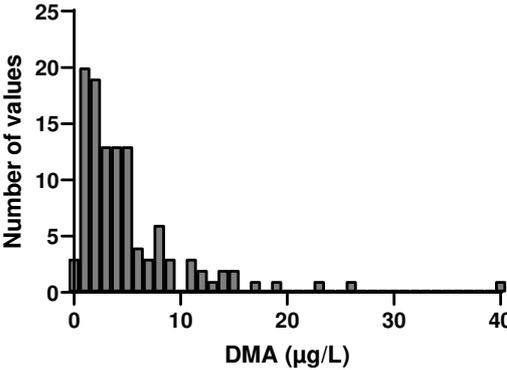
BMW2-Adolescents Fish



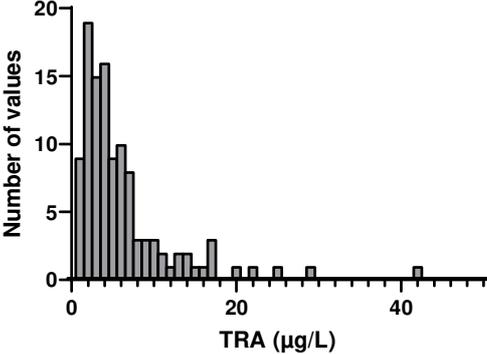
BMW2-Adolescents-Fish



BMW2-Adolescents-Fish



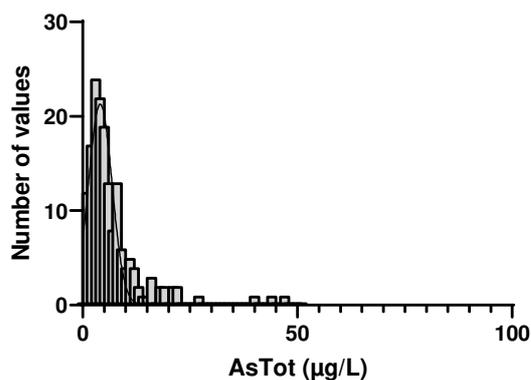
BMW2-Adolescents-Fish



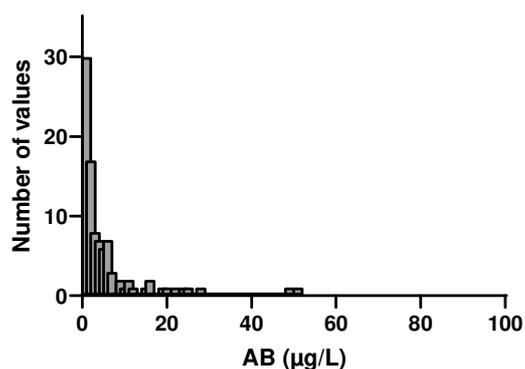
Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	B	C	D	E	F
		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	2.626e-075	1.459e-087	6.313e-028	4.013e-029	1.138e-028	1.112e-026
5	1/LR	3.808e+074	6.853e+086	1.584e+027	2.492e+028	8.786e+027	8.989e+025
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.3808	0.3789	0.7030	0.6495	0.2988	0.7182
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.3368	0.3487	0.2095	0.3034	0.4984	0.1960
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	Number of values	112	112	112	112	112	112
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

ADOLESCENTS QUI NE MANGENT PAS DU POISSON

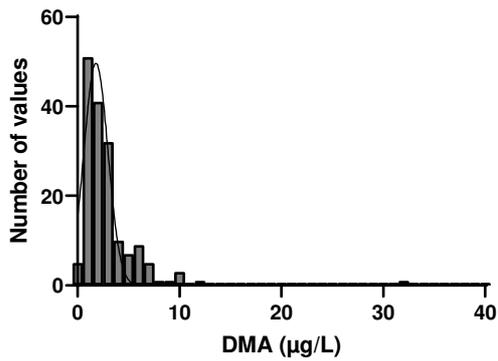
BMW2-Adolescents No Fish



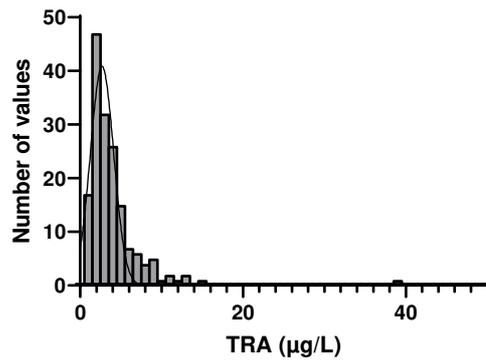
BMW2-Adolescents-No Fish



BMW2-Adolescents-No Fish



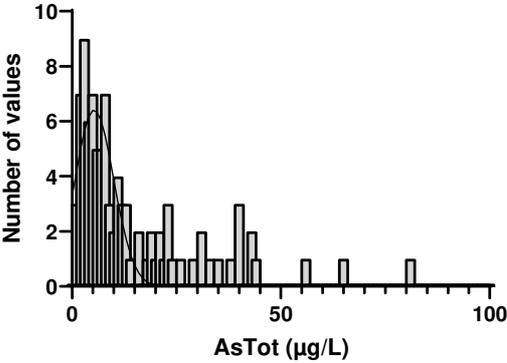
BMW2-Adolescents-No Fish



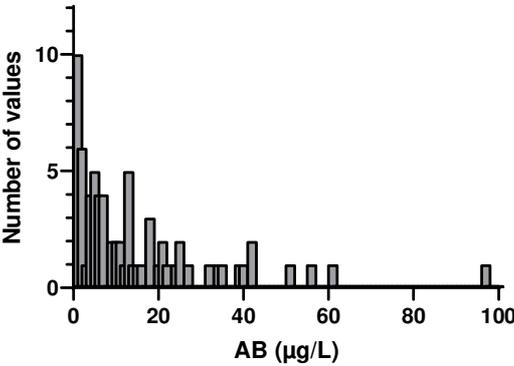
Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	4.622e-040	1.144e-111	1.375e-044	4.251e-046	2.845e-049	2.972e-046
5	1/LR	2.164e+039	8.743e+110	7.271e+043	2.352e+045	3.515e+048	3.365e+045
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.6792	0.4812	0.5853	0.6168	0.2892	0.5824
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.1976	0.3280	0.2023	0.3121	0.4756	0.2122
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	Number of values	166	166	167	167	167	167
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							
26							

ADOLESCENTS QUI MANGENT DU RIZ

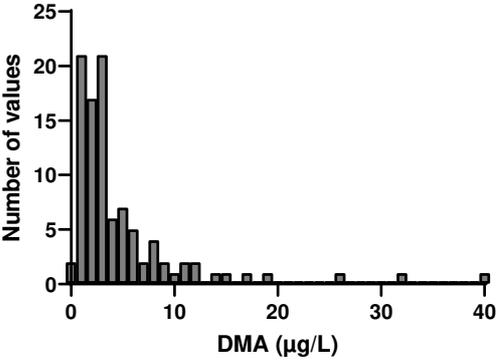
BMW2-Adolescents Rice



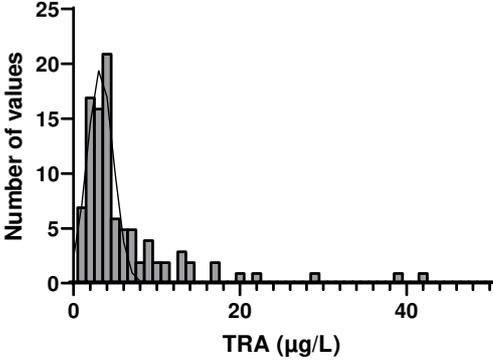
BMW2-Adolescents-Rice



BMW2-Adolescents-Rice

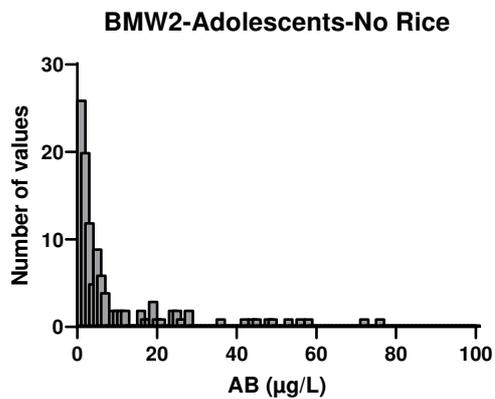
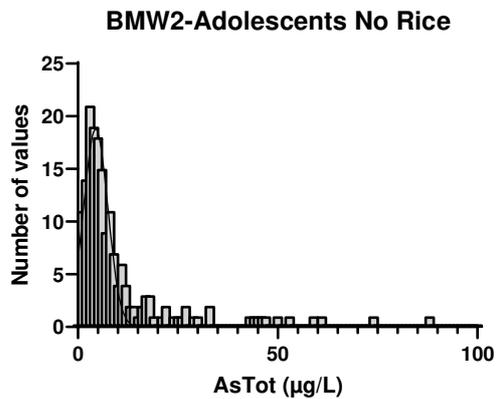


BMW2-Adolescents-Rice

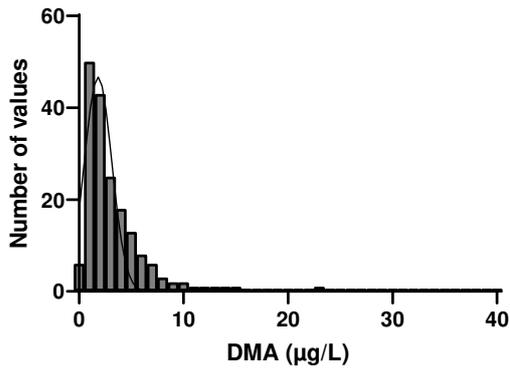


Normality and Lognormality Tests Tabular results		A	B	C	D	E	F
		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	7.349e-087	1.473e-113	1.860e-032	1.102e-026	8.086e-035	8.164e-031
5	1/LR	1.361e+086	6.789e+112	5.377e+031	9.076e+025	1.237e+034	1.225e+030
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.2809	0.2634	0.6259	0.6666	0.2750	0.6332
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.3754	0.3926	0.2268	0.2835	0.4781	0.2419
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	Number of values	99	99	99	99	99	99
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							

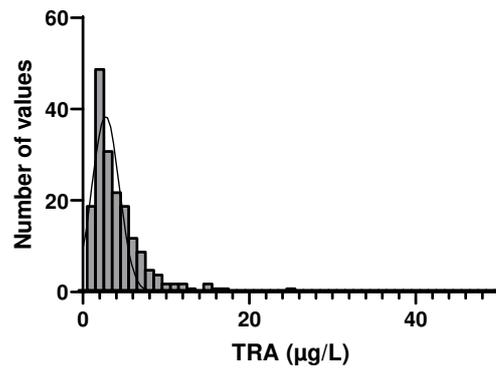
ADOLESCENTS QUI NE MANGENT PAS DU RIZ



BMW2-Adolescents- No Rice



BMW2-Adolescents-No Rice



Normality and Lognormality Tests		A	B	C	D	E	F
Tabular results		AsTot	AB	DMA	MA	AsIII+AsV	TRA
1	Compare normal and lognormal						
2	Probability normal (Gaussian)	0%	0%	0%	0%	0%	0%
3	Probability lognormal	100%	100%	100%	100%	100%	100%
4	Likelihood ratio (LR)	1.721e-111	2.581e-183	3.810e-035	1.606e-046	1.662e-030	3.027e-033
5	1/LR	5.810e+110	3.874e+182	2.624e+034	6.228e+045	6.016e+029	3.304e+032
6	Which distribution is more likely?	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal	Lognormal
7							
8	Test for normal distribution						
9	Shapiro-Wilk test						
10	W	0.4037	0.3653	0.7484	0.6235	0.3796	0.7688
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	Kolmogorov-Smirnov test						
16	KS distance	0.3228	0.3660	0.1755	0.3205	0.5088	0.1661
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	Number of values	181	181	182	182	182	182
22	Impossible values in lognormal distributions						
23	Number of zeroes	0	0	0	0	0	0
24	Number of negative values	0	0	0	0	0	0
25							
26							

Annexe B – OUTLIERS

	Concentration	Justification
Astot	201.66 µg/l	Exclusion du groupe n'ayant pas consommé de poisson dans les 4 jours ou du riz dans les 3 jours, une concentration très haute sans explication claire
AB	274.61 µg/l	Exclusion du groupe n'ayant pas consommé de poisson dans les 4 jours ou du riz dans les 3 jours, une concentration très haute sans explication claire

Annexe C – TABLEAU DE DMA, MMA ET AS₃+AS₅

DMA (µg/L)	N _{tot}	LOQ	N<LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	0,5	2.8%	2.5 (2.3-2.8)	0.6	1.4	2.6	4.7	11.3 (9.1-14.6)			11
Gender										0.0028	0.118	
Boys	141	0,5	2.1%	2.9 (2.5-3.3)	0.8	1.9	2.9	4.8	10.1 (7.8-14.6)			10
Girls	140	0,5	3.6%	2.2 (1.9-2.6)	0.5	1.1	2.1	4.1	13.2 (8.9-12.8)			13
Fish (<4d)										<0.0001	<0.0001	
Fish*	112	0,5	2.7%	3.3 (2.8-4.0)	0.6	1.8	3.5	6.4	14.8 (12.3-25.8)			
No fish	166	0,5	3.0%	2.1 (1.8-2.4)	0.5	1.3	2.2	3.4	6.8 (5.9-9.9)			6.8
Rice (<3d)										0.0151	0.0002	
Rice*	99	0,5	2.0%	3.1 (2.5-3.7)	0.6	1.8	2.9	5.5	15.2 (11.0-32.2)			
No rice	181	0,5	3.3%	2.3 (2.0-2.6)	0.5	1.3	2.3	3.9	8.8 (6.6-12.3)			8.8

*The critical n° of 120 individuals is not reached

MMA (µg/L)	N _{tot}	LOQ	N<LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	0,5	58.7%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.7	1.6 (1.3-2.2)			1.6
Gender										<0.0001	0.414	
Boys	141	0,5	45.4%	<loq	<loq	<loq	0.5	0.8	1.6 (1.3-2.4)			1.6
Girls	140	0,5	72.1%	<loq	<loq	<loq	<loq	0.6	1.8 (0.9-2.3)			1.8

As(III)+As(V) (µg/L)	N _{tot}	LOQ	N<LOQ	Geometric mean	P5	P25	P50	P75	P95 (95% CI)	P MW	P Z	RV ₉₅
Ado's	281	NA	NA	0.55 (0.53-0.56)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	1.0 (0.9-1.2)			1.0