



BMH-WAL

**Surveiller l'exposition des Wallons
aux substances chimiques**

BIOMONITORING HUMAIN WALLON BMH-WAL

Détermination des Valeurs de Référence d'exposition pour la population wallonne

PHASE 1 : Nouveau-nés, adolescents 12-19 ans et adultes 20-39 ans

PHASE 2 : Enfants 3-5 ans et 6-11 ans

RÉSUMÉ

12 mars 2023

PRÉAMBULE

Le Biomonitoring Humain Wallon, BMH-Wal, est un programme réalisé par un consortium scientifique composé actuellement de l'Institut Scientifique de Service Public¹ (ISSeP), du Centre Hospitalier Universitaire de Liège² (CHU-Liège), de l'Université Catholique de Louvain³ (UCLouvain), des Cliniques Universitaires Saint-Luc (CUSL) et de Sciensano⁴.

Il répond au souhait du Gouvernement Wallon de disposer de valeurs de référence sur l'exposition de la population wallonne à un certain nombre de polluants et substances chimiques présents dans l'environnement, l'eau, l'alimentation ou des produits de la vie quotidienne. Sa réalisation s'est faite sous l'égide d'un comité d'accompagnement composé de représentants des ministres de la santé et de l'environnement et de leurs administrations respectives.

Ce document constitue le résumé des livrables du projet BMH-Wal phase I et phase II, ayant pour mission la détermination des valeurs de référence d'exposition de 5 catégories d'âge de la population wallonne (les nouveau-nés, les enfants de 3 à 5 ans, les enfants de 6 à 11 ans, les adolescents de 12 à 19 ans et les adultes de 20 à 39 ans) à des substances chimiques présentes dans l'environnement.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier l'ensemble des participants au projet BMH-Wal ainsi que les institutions qui nous ont permis d'inclure ces participants et aussi toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à sa réalisation.

CONTACT: biomonitoring@issep.be

WEB : <http://environnement.sante.wallonie.be/biomonitoring-wallon>

<https://www.issep.be/biomonitoring/>

¹ Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques

² Unité de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise

³ UCLouvain Centre for Toxicology and Applied Pharmacology

⁴ Service Trace Elements and Nanomaterials

INTRODUCTION

Le biomonitoring humain d'exposition consiste en la mesure de substances ou de leurs métabolites dans des fluides ou tissus humains (sang, urine, cordon ombilical, cheveux, ...). Il permet d'obtenir une estimation de l'exposition interne et globale des personnes aux substances, toutes sources et voies d'exposition confondues. A ce titre, le biomonitoring est particulièrement utile pour le suivi des substances largement distribuées dans l'environnement intérieur et extérieur mais également dans l'alimentation et les produits de la vie quotidienne. Les données collectées lors de campagnes de biomonitoring permettent de suivre l'évolution au fil du temps de l'exposition de la population aux substances, de repérer les points noirs environnementaux, des populations vulnérables et de soutenir la mise en œuvre et le développement de politiques qui minimisent l'exposition aux polluants et à des produits chimiques dangereux.

Plusieurs projets de biomonitoring ont déjà eu lieu en Wallonie que ce soit pour étudier des situations de pollutions locales, les perturbateurs endocriniens en Province de Liège, l'exposition aux pesticides chez les enfants ou pour déterminer des valeurs de référence à l'échelle de la Belgique. Mais aucune étude jusqu'à présent ne s'était attelée à la détermination des valeurs de référence à l'échelle du territoire de la Wallonie.

BMH-Wal est donc le premier programme de biomonitoring de référence à l'échelle de la Wallonie. Il inscrit la Wallonie auprès de nombreux pays et régions qui ont adopté le biomonitoring pour surveiller l'imprégnation de leur population et pour orienter leur politique de réduction des substances chimiques dangereuses comme le recommande aujourd'hui l'UE et de l'OMS.

OBJECTIFS DU PROJET BMH-WAL

L'objectif principal du projet BMH-Wal est la détermination de valeurs de référence d'exposition des Wallon.ne.s à un panel de polluants et de substances chimiques auxquels nous sommes exposés dans la vie de tous les jours. Une valeur de référence renseigne sur le niveau d'imprégnation d'une population à une substance chimique à un moment donné. Elle reflète une concentration biologique seuil au-delà de laquelle le niveau d'exposition est estimé élevé. Elle permet la comparaison des données d'imprégnation des individus à celles de la population de référence et l'identification d'individus surexposés par rapport à cette population de référence. Elle ne donne aucune information sur l'existence ou la possibilité de survenue d'un quelconque effet sur la santé.

Les données obtenues via ce biomonitoring d'exposition vont permettre de déterminer si certaines classes d'âge sont plus exposées, si l'imprégnation est la même pour les deux sexes, quelle peut être l'influence du lieu de résidence (urbain/rural/agricole/industriel) ou si certains comportements influencent la présence de substances dans notre corps.

La première phase de BMH-Wal, nommée BMH-Wal 1, s'est focalisée sur 3 catégories d'âge : les nouveau-nés, les adolescents de 12 à 19 ans et les jeunes adultes de 20 à 39 ans.

La deuxième phase de BMH-Wal, nommée **BMH-Wal 2**, s'est focalisée sur 2 catégories d'âge : les enfants de 3 à 5 ans et de 6 à 11 ans.

Les substances recherchées lors de ces deux phases dans l'urine et/ou le sang (sang de cordon pour les nouveau-nés) sont :

- Les métaux que sont le plomb, le cadmium, le mercure, l'arsenic (et ses espèces), le chrome, le nickel, le thallium, le sélénium, le zinc et le cuivre (ces trois derniers sont aussi des oligo-éléments).
- Les pesticides insecticides de type pyréthriinoïdes (d'usage privé et professionnel) et organophosphorés (d'usage professionnel uniquement et dont la plupart sont interdits ou viennent de l'être comme par exemple le chlorpyrifos interdit depuis décembre 2019).
- Le pesticide herbicide glyphosate et son produit de dégradation l'acide aminométhylphosphonique (AMPA), interdit en Wallonie pour les usages privés depuis le 1^{er} juin 2017 mais toujours utilisé en agriculture.
- Des substances utilisées dans la fabrication de plastiques reconnues perturbateurs endocriniens comme le bisphénol A (BPA) et certaines de ses alternatives.
- Des biomarqueurs de produits de dégradation des processus de combustion comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs).
- Des pesticides organochlorés interdits depuis de nombreuses années par la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POPs) mais dont on retrouve encore des traces étant donné leur grande rémanence dans l'environnement (DDT⁵, chlordane, dieldrine, aldrine, hexachlorobenzène, etc.).
- Des polychlorobiphényles (PCBs), produits de synthèse jadis utilisés principalement dans les transformateurs et les condensateurs électriques, interdits depuis les années 1980 mais stables chimiquement et peu biodégradables, ils sont rémanents dans l'environnement et s'accumulent dans les chaînes alimentaires.
- Des substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS) que l'on retrouve dans de nombreux produits de consommation en raison de leurs propriétés antiadhésives, antitaches et imperméabilisantes mais qui sont rémanentes dans l'environnement (PFOS⁶ interdit par la Convention de Stockholm sur les POPs depuis 2009, PFOA⁷ depuis 2020).
- Des polybromodiphényléthers PBDEs, des substances utilisées pour ralentir la combustion des matériaux qui sont persistantes dans l'environnement et soumises à des restrictions depuis le début des années 2000.

⁵ dichlorodiphényltrichloroéthane

⁶ acide perfluorooctanesulfonique

⁷ acide perfluorooctanoïque

	Nouveau-nés	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents 12-19 ans	Adultes 20-39 ans
Matrices	Sang	Urine	Urine	Urine et sang	Urine et sang
Biomarqueurs urinaires					
Métaux	-	X	X	X	X
Bisphénols	-	X	X	X	X
HAPs	-	X	X	X	X
Organophosphorés	-	X	X	X	X
Glyphosate et AMPA	-	X	X	X	X
Pyréthroïdes	-	X	X	X	X
Biomarqueurs sanguins					
Métaux (Pb, Cd, Hg)	X	-	-	X	X
Organochlorés	X	-	-	X	X
PCBs	X	-	-	X	X
PFAS	X	-	-	X	X
PBDEs	-	-	-	X	X

TABLEAU 1 : SUBSTANCES ANALYSÉES LORS DES 2 PREMIÈRES PHASES DU PROJET BMH-WAL

TYPE D'ÉTUDE ET RECRUTEMENT DES PARTICIPANTS

Le programme de biomonitoring humain wallon, BMH-Wal, est une étude épidémiologique transversale (c'est-à-dire une photographie à un instant donné) en population générale. Idéalement, elle aurait vocation à être répétée avec un intervalle de temps d'environ 5 à 7 ans pour permettre de suivre à long terme l'évolution des contaminants dans la population. La zone d'étude correspond au territoire wallon.

L'effectif visé par catégorie d'âge était de 300 participants (150 ♀ et 150 ♂). Pour obtenir un échantillon le plus représentatif de la population, des critères d'inclusion et d'exclusion avaient été définis et le nombre de participants a été déterminé pour chacune des 5 provinces wallonnes selon leur densité de population.

Le recrutement a été réalisé via des maternités pour les nouveau-nés (1 maternité par province), des écoles maternelles pour les enfants de 3 à 5 ans, des écoles primaires pour les enfants de 6 à 11 ans, des écoles secondaires pour les adolescents et des institutions publiques pour les adultes.

La période de recrutement des participants s'est étendue de novembre 2019 à juillet 2020 et de novembre 2020 à juin 2021 pour la phase 1 et la phase 2 respectivement.

Des données sociodémographiques, sur l'alimentation, les loisirs, la santé générale, l'environnement résidentiel, la consommation de produits de soins, les comportements de vie comme la consommation tabagique ou l'usage de pesticides ont été recueillies auprès de chaque participant par auto-questionnaire. Le questionnaire a été adapté aux différentes tranches d'âge.

RÉSULTATS

Population participante

En raison de la crise sanitaire, l'effectif de 300 par catégorie d'âge n'a pas été totalement atteint pour la phase 1. Néanmoins, au total, 1430 Wallons et Wallonnes ont participé à l'étude : 828 pour la phase 1 (261 adultes de 20 à 39 ans (soit 87% de l'effectif visé), 283 adolescents de 12 à 19 ans (94%) et 284 nouveau-nés (95%)) et 602 pour la phase 2 (300 enfants de 3 à 5 ans et 302 enfants de 6 à 11 ans).

La parité homme/femme est respectée chez les nouveau-nés, les enfants et les adolescents, un peu moins chez les adultes avec 58% de femme pour 42% d'hommes recrutés. L'âge moyen est de, respectivement, 4.2, 8.5, 15.1, 31.5 ans chez les enfants de 3 à 5 ans, les enfants de 6 à 11 ans, les adolescents et les adultes. Le niveau socioéconomique des classes enfants, adolescents et adultes est similaire mais plus élevé que celui de la classe d'âge des nouveau-nés. Le pourcentage de fumeuses est de 14% chez les adultes et les mamans des nouveau-nés et de 2% chez les adolescents.

Valeurs de référence obtenues pour la Wallonie

Les statistiques descriptives et la valeur de référence (VR95) obtenues lors des 2 phases du projet BMH-Wal sont présentées dans les tableaux repris en annexe. Etant donné que la période de recrutement diffère entre les deux phases, elles ont été traitées séparément. Les tableaux reprennent les valeurs des moyennes géométriques (MG), des médianes (P50) et les valeurs de référence d'exposition (VR95⁸) exprimés en µg/L pour l'ensemble des biomarqueurs définis par catégorie d'âge si cela est pertinent⁹. La limite de quantification (LOQ) et le pourcentage de valeurs inférieures à la LOQ sont également présentés. Une indication 'n.d.' indique qu'aucune valeur de référence n'a pu être déterminée en raison du nombre insuffisant de résultats supérieurs à la LOQ. Pour les HAPs et le cadmium chez les adolescents et les adultes, les VR95 se réfèrent à la catégorie 'non-fumeur', si cela est pertinent. En raison des niveaux d'imprégnations particuliers observés dans cette catégorie, les nouveau-nés ont été traités à part des adolescents et des adultes et possèdent leurs propres valeurs de référence.

Comparaison avec les données de référence pour la protection de la santé

Pour quelques substances des valeurs de référence pour la protection de la santé sont disponibles. Les valeurs HBM I et HBM II proposée par Commission Nationale de Biomonitoring allemande ont été utilisées pour interpréter les résultats du mercure sanguin et urinaire, du cadmium urinaire, du thallium urinaire, du bisphénol A urinaire, du PFOA et du PFOS sanguins, et des PCBs sanguins ($\sum(\text{PCB138}+\text{153}+\text{180}) \times 2$). La valeur HBM I correspond à une concentration à laquelle et en dessous de

⁸ Valeur de référence établie à partir du percentile 95.

⁹ La comparaison de la distribution des biomarqueurs selon l'âge est réalisée au moyen du test non paramétrique de Mann-Whitney pour échantillons non appariés. Lorsque ce test était significatif ($p < 0.05$), le pourcentage <LOQ, la MG, le P50 ont été établis pour la catégorie d'âge d'intérêt. Afin d'estimer la pertinence d'établir des valeurs de référence VR95 différentes en fonction de l'âge, les P95 ont été comparés au moyen du test Z pour une proportion (test unilatéral). Lorsque le z-test était significatif ($p < 0.001$), une VR95 a été établie pour la catégorie d'âge d'intérêt.

laquelle, compte tenu des connaissances actuelles, il n'y a pas de risque d'effets néfastes sur la santé et par conséquent pas de nécessité d'action. La valeur HBM II correspond à la concentration à laquelle et au-dessus de laquelle des effets néfastes sont possibles.

Des dépassements de la valeur HBM I ont été observés pour le cadmium urinaire chez 0.5% des enfants, chez 2.8% des adolescents et chez 0.8% des adultes. Pour le mercure sanguin, un dépassement de la valeur HBM I concerne 1.8%, 1.4% et 0.4% des nouveau-nés, adolescents et adultes, respectivement. Pour le PFOA, 0.7% des nouveau-nés, 5.8% des adolescents et 7.0 % des adultes dépassent la valeur HBM I. Enfin, 8.3% des adolescents et 6.6% des adultes dépassent la valeur HBM I pour le PFOS. Tous ces dépassements restent toutefois toujours inférieurs aux valeurs HBM II sauf pour le PFOS (dépassement chez 0.4% des adolescents et des adultes).

Les Biomonitoring Equivalent (BE) sont des valeurs de référence sanitaires développées par Summit Toxicology (USA). Un BE se définit comme la concentration ou la plage de concentration d'un agent chimique ou de ses métabolites dans une matrice biologique, correspondant à une valeur guide sanitaire (comme l'apport quotidien tolérable ou la dose de référence). 21 % des adolescents dépassent la valeur BE, basée sur des effets vasculaires et cutanés, pour le « toxic relevant arsenic » (Asi + MMA + DMA).

Concernant le plomb, pour l'Organisation mondiale de la santé, il n'existe pas de seuil au-dessous duquel l'exposition au plomb n'aurait pas d'effets nocifs. La valeur de référence sanitaire proposée dans le cadre de ce travail pour les adolescents et les adultes correspond à la valeur de vigilance en vigueur en France pour la gestion de la plombémie (25 µg/L). Le dépassement de cette valeur de vigilance indique l'existence probable d'au moins une source d'exposition au plomb dans l'environnement et justifie une information des familles sur les dangers du plomb et les sources usuelles d'imprégnation ainsi qu'une surveillance de la plombémie. Pour les nouveau-nés, nous avons retenu la valeur de 12 µg/L utilisées par l'EFSA comme valeur de risque pour la caractérisation du risque de déficit intellectuel chez l'enfant.

La valeur de référence du plomb sanguin déterminée pour les nouveaux nés en Wallonie (VR95=15 µg/L) est supérieure à la valeur de risque établie par l'EFSA (cette valeur est dépassée chez 35 nouveaux nés). La valeur de référence du plomb sanguin déterminée pour les adultes (VR95=28 µg/L) est supérieure à la valeur de vigilance française (25 adultes sont concernés). La VR95 des adolescents (VR95=22 µg/L) est quant à elle inférieure à la valeur de vigilance (7 adolescents concernés).

Analyse par catégorie d'âge

Chez les nouveau-nés (phase 1), sur les 30 biomarqueurs recherchés dans le sang de cordon (3 métaux, 16 pesticides organochlorés, 4 PCBs et 7 PFAS), 23 ont été quantifiés chez moins de 5% des nouveau-nés. Une valeur de référence VR95 a été établie pour deux métaux (15 µg/L pour le plomb sanguin et 3.7 µg/L pour le mercure sanguin) et pour 5 PFAS.

Chez les adultes (phase 1), en plus des 30 substances recherchées dans le sang (identiques à celles chez les nouveau-nés), 7 PBDEs ont aussi été dosés dans le sang. 36 biomarqueurs ont été recherchés

dans l'urine (8 métaux, 5 bisphénols, 10 métabolites de HAPs, 6 métabolites de pesticides organophosphorés, 5 métabolites de pesticides pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite).

Chez les **adolescents** (phase 1), en plus des 73 substances recherchées dans le sang et l'urine (identiques à celles chez les adultes), 4 métaux et 3 PCBs supplémentaires ont été recherchés dans leurs urines et dans leur sang, respectivement.

Des taux de quantification trop faibles n'ont pas permis de calculer une valeur de référence pour 2 bisphénols (BPP et BPZ), 1 métabolite de pesticide organophosphoré (DEDTP), 2 PCBs (PCB-118 et PCB-138), 2 PFAS (PFHxA, PFHpA), 5 PBDEs et 15 pesticides organochlorés chez les adolescents et les adultes. Chez les adolescents, des valeurs de référence n'ont pas pu être établies pour 2 PCBs (PCB-52 et PCB-101) en plus des 2 PCBs mentionnés ci-avant.

Chez les 2 groupes d'**enfants** (phase 2), 38 biomarqueurs ont été recherchés dans l'urine (10 métaux, 5 bisphénols, 10 HAPs, 6 pesticides organophosphorés, 5 pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite). Des valeurs de référence ont été établies pour l'ensemble des substances analysées sauf pour 2 bisphénols (BPP et BPZ), 1 métabolite d'HAP (2-hydroxyfluorène), 1 métabolite de pesticide organophosphoré (DEDTP) et 1 métabolite de pesticide pyréthrinoïde (4-F-3PBA) en raison de taux de détection trop faibles.

Comparaison des valeurs de références wallonnes avec celles d'autres pays

Globalement, les résultats obtenus pour les marqueurs mesurés dans BMH-Wal phase 1 et 2 sont, pour la plupart, proches de ceux rapportés dans d'autres études nationales ou internationales, voire inférieurs pour les substances qui ont subi, ces dernières années, des restrictions au niveau belge et/ou européen (comme pour le glyphosate, les pesticides organochlorés, les PCBs, le BPA, les PFAS ou les PBDEs par exemple). Les niveaux de concentration peuvent être différents selon les pays en fonction de la date de mise en place des restrictions. Par exemple, les concentrations en Pb urinaire et sanguin mesurées dans la population d'étude sont plus élevées qu'aux Etats-Unis ou au Canada (qui ont mis en place les mesures de réduction du plomb dans l'essence depuis plus longtemps, dès 1975 aux Etats-Unis, 1990 au Canada, 2000 en Belgique). Les données relatives à certains biomarqueurs comme les alternatives au bisphénol A, le glyphosate, les oligo-éléments (Zn, Cu, Se) sont peu nombreuses.

Analyse par (familles de) substances

Les pesticides actuels : glyphosate, pyréthrinoïdes, organophosphorés (dont chlorpyrifos)

Phase 1 (adolescents et adultes)

- Au moins un métabolite d'insecticides pyréthrinoïdes et un métabolite d'insecticides organophosphorés ont été détectés dans respectivement 94% et 93% des échantillons d'urine (ados + adultes). L'herbicide glyphosate (interdit en usage privé en Belgique depuis le 1/6/2017) était présent dans près d'un quart des échantillons d'urine.
- Les concentrations mesurées chez les adolescents sont significativement supérieures aux concentrations mesurées chez les adultes pour la grande majorité des pesticides actuels. Pour

la plupart des pesticides pyréthrinoïdes et pour le TCPY, les concentrations mesurées chez les hommes sont significativement supérieures aux concentrations mesurées chez les femmes.

- Si les résultats pour le glyphosate et les pyréthrinoïdes sont comparables aux valeurs rapportées dans la littérature, les concentrations en organophosphorés sont généralement inférieures aux concentrations mesurées dans d'autres études nationales ou internationales. Ces comparaisons doivent toutefois être nuancées par le fait que 85% des prélèvements d'urine des ados et 69% des adultes de BMH-WAL ont été réalisés entre le 15 novembre 2019 et le 13 mars 2020 soit en période de faible usage de pesticides.
- Le biomarqueur spécifique de l'insecticide organophosphoré chlorpyrifos (le TCPy), retiré du marché belge le 31/01/2020 suite à ses effets sur la santé (génotoxiques et neurotoxiques), a été retrouvé dans plus de 90% des échantillons d'urine (ados et adultes). Néanmoins, le TCPy peut également provenir du triclopyr, un herbicide qui ne fait pas partie de la famille des organophosphorés et qui lui est autorisé.

Phase 2 (enfants)

- Au moins deux métabolites de pesticides pyréthrinoïdes et deux métabolites de pesticides organophosphorés ont été détectés dans plus de 90% des échantillons des enfants. Le glyphosate a été détecté dans plus de 1 échantillon d'urine d'enfants sur 3.
- Les concentrations en DEP et DETP (insecticides organophosphorés) sont supérieures chez les enfants plus jeunes. De plus, les concentrations en pesticides actuels mesurées chez les enfants semblent globalement plus élevées que celles observées chez les adolescents et les adultes lors de la première phase.
- Si les résultats pour le glyphosate sont comparables aux valeurs rapportées dans la littérature, les concentrations mesurées en métabolites de pesticides organophosphorés et pyréthrinoïdes diffèrent d'une étude à l'autre, traduisant probablement une utilisation différente des pesticides pyréthrinoïdes et organophosphorés parents entre les continents mais aussi d'un pays à l'autre au sein de l'Europe.
- Les concentrations mesurées en TCPy dans l'urine des enfants wallons sont très largement inférieures aux concentrations mesurées dans les différentes études disponibles, effet probable de la décision européenne de ne pas renouveler l'autorisation du chlorpyrifos et du chlorpyrifos-méthyl début 2020. En juin 2016, le chlorpyrifos avait été retrouvé à des concentrations 6 fois plus élevées dans l'urine des enfants de 9 à 12 ans en Wallonie. Pour les pesticides pyréthrinoïdes, il existe peu de différence entre les résultats actuels et ceux de 2016 (la réglementation en Wallonie a peu évolué).

Les pesticides anciens : 16 insecticides organochlorés

Phase 1 (nouveau-nés, adolescents et adultes)

- Malgré leur interdiction en Europe depuis plusieurs dizaines d'années pour certains d'entre eux, sur les 16 insecticides organochlorés recherchés, 3 ont pu être quantifiés dans 20% pour l'hexachlorobenzène (HCB), 7% pour le 4,4'-DDE (métabolite du 4,4'-DDT) et 3% pour le bêta hexachlorohexane (b-HCH) des 542 échantillons sanguins. Ces 3 pesticides sont interdits depuis 1979 (directive 79/117/CEE). Chez les nouveau-nés, les détections étaient inférieures à 1,5% et les concentrations très faibles.
- Ce sont les hommes et les adultes qui présentent les concentrations les plus élevées en HCB.

Les PCBs

Phase 1 (nouveau-nés, adolescents et adultes)

- 4 PCBs « indicateurs »¹⁰ ont été recherchés chez les adultes et les nouveau-nés, 7 chez les adolescents. Les PCBs 153 et 180 ont été retrouvés chez la majorité des adolescents et des adultes (et chez très peu de nouveau-nés). Le PCB-118 n'a jamais été détecté chez les nouveau-nés et les adultes, le PCB-138 a été détecté chez 6.2% des adultes et aucun nouveau-né.
- Une méthode analytique dédiée aux PCBs indicateurs, plus sensible que la méthode multi-analytes employée chez les nouveau-nés et les adultes a été mise en œuvre sur les échantillons des adolescents. Grâce au gain de sensibilité de la technique, les PCB-118 et -138 ont été quantifiés dans respectivement 89% et 98% des prélèvements. Les PCBs moins chlorés (PCB-28, -52 et -101) ont été retrouvés chez peu voire aucun adolescent.
- Comme attendu, les PCBs sont retrouvés plus souvent et en plus grande concentration chez les adultes.
- Les concentrations en PCBs dans la population d'étude sont comparables aux concentrations mesurées récemment dans d'autres pays européens mais supérieures aux concentrations des populations nord-américaines. La somme des PCB-138, -153 et -180 calculée pour les adolescents wallons et flamands (période de recrutement : 2017-2018) est similaire.

Les HAPs

Phase 1 (adolescents et adultes)

- Des métabolites de HAPs ont été retrouvés dans un grand nombre d'échantillons d'urine : en concentrations supérieures chez les fumeurs, et chez les hommes comparativement aux femmes. Au moins un métabolite du naphthalène a été détecté chez quasi tous les adolescents et adultes.
- Dans l'ensemble, les résultats observés pour les métabolites de HAPs en Wallonie paraissent proches ou légèrement inférieurs à ceux rapportés pour d'autres populations.

Phase 2 (enfants)

- Comme pour les adolescents et les adultes, c'est un métabolite du naphthalène qui a été retrouvé chez le plus grand nombre d'enfants (96%) et en plus grande concentration.
- Aucun impact du tabagisme passif n'a été mis en évidence mais ce dernier n'a pas pu être objectivé par des mesures de marqueurs d'exposition au tabac comme la cotinine par exemple.
- Comparé aux résultats rapportés dans d'autres études, les concentrations en métabolites de HAPs chez les enfants sont du même ordre de grandeur mais les concentrations d'un métabolite à un autre varient entre les études (variations également observée entre les enfants (phase 2) et les adolescents et les adultes (phase 1)).

¹⁰ Afin de limiter le nombre de PCBs à doser dans le cadre du biomonitoring humain, seuls 7 congénères sont généralement analysés. Ces congénères (PCB-28-52-101-118-138-153-180) ont été sélectionnés pour quantifier la contamination d'ensemble par les PCBs et sont appelés PCB « indicateurs ».

Les Bisphénols

Phase 1 (adolescents et adultes)

- Le BPA est le bisphénol qui a été mesuré en plus grande concentration, suivi par le BPS et le BPF. Des concentrations plus élevées ont été mesurées dans l'urine des adolescents par rapport aux adultes, et chez les hommes par rapport aux femmes.
- Les concentrations de BPA mesurées dans l'urine des participants wallons sont bien inférieures à celles rapportées dans toutes les études réalisées entre 2007 et 2017, confirmant une tendance à la baisse dans le temps résultant des différentes restrictions d'utilisation imposées en Europe et aux Etats-Unis. Les concentrations des autres bisphénols semblent également être inférieures dans la population wallonne par rapport aux concentrations rapportées dans la littérature.

Phase 2 (enfants)

- Tout comme chez les adolescents et les adultes, le BPA est le bisphénol qui a été mesuré en plus grande concentration chez les enfants, suivi par le BPS puis le BPF. Les concentrations sont significativement plus élevées chez les plus jeunes enfants pour le BPA et le BPS.
- Les concentrations en BPA dans notre population d'enfants sont environ 3 fois moins élevées que les concentrations mesurées dans l'urine d'enfants belges recrutés en 2011-2012. Cette diminution est le reflet de la baisse des niveaux d'exposition de la population suite aux restrictions et interdictions de l'utilisation du BPA au sein de l'Union Européenne depuis 2006. Dans l'ensemble, les niveaux de concentrations urinaires en bisphénols chez les enfants semblent être comparables ou inférieures dans la population wallonne par rapport aux concentrations rapportées dans la littérature (mais peu d'études mesurent les alternatives du BPA). Toutefois, une surveillance sur le long terme des niveaux d'imprégnation des alternatives au BPA est nécessaire car celles-ci sont de plus en plus employées dans les objets de la vie courante.

Le mercure

Phase 1 (NN, adolescents et adultes)

- Le mercure urinaire a pu être quantifié chez 10% de la population wallonne. Comme attendu, les adultes et les participants portant des amalgames dentaires montrent des concentrations significativement plus élevées. D'une manière générale, les concentrations en mercure urinaire mesurées chez les participants wallons sont proches de celles rapportées récemment pour les populations belge, allemande, ou nord-américaine.
- Le mercure sanguin a pu être quantifié chez 95% de la population wallonne. Comme attendu, les personnes ayant consommé du poisson dans les 4 jours précédant le prélèvement sanguin ont une concentration en mercure pratiquement deux fois plus élevée que les personnes n'en ayant pas consommé. Les concentrations en mercure sanguin sont globalement du même ordre de grandeur que celles rapportées dans d'autres études européennes et nord-américaines.
- Les concentrations en mercure mesurées dans le sang de cordon sont plus élevées que chez les adolescents et les adultes. La consommation de poisson de la maman dans les 4 jours précédant l'accouchement influence significativement la concentration en mercure mesurée dans le sang de cordon de son enfant.

Phase 2 (enfants)

- Moins d'un enfant sur 10 présente dans ses urines des taux détectables de mercure. Les concentrations en mercure sont plus élevées chez les enfants qui ont consommé du poisson dans les 4 jours précédant le prélèvement d'urine. La présence d'amalgame dentaire n'a pas

pu être associée à des concentrations en mercure urinaire plus élevées mais seulement 1% des enfants possèdent des amalgames dentaires.

- Les concentrations en mercure des enfants wallons sont beaucoup plus basses que les concentrations des enfants français (2014-2016) mais légèrement supérieures aux concentrations des enfants allemands (2014-2017) pour qui les obturations dentaires avec des amalgames au mercure ne sont plus recommandées depuis 1993 (l'interdiction européenne date de 2018).¹¹

Le plomb

Phase 1 (NN, adolescents et adultes)

- Le plomb a été quantifié dans le sang de tous les participants, en concentrations supérieures chez les hommes vs les femmes, chez les adultes vs les adolescents vs les nouveau-nés, chez les fumeurs vs les non-fumeurs et chez les consommateurs d'alcool vs les non consommateurs.
- Les niveaux de plombémie et de plomburie sont inférieurs à ceux d'études européennes plus anciennes mais supérieurs à ceux d'étude récentes nord-américaines.

Phase 2 (enfants)

- Le plomb urinaire a été quantifié chez 99% des enfants, en concentration plus élevée chez les enfants plus âgés.
- Il existe peu de données dans la littérature qui concernent le plomb urinaire chez les enfants. Les niveaux wallons sont supérieurs aux niveaux rencontrés dans les études récentes nord-américaines.

Le cadmium

Phase 1 (NN, adolescents et adultes)

- Le cadmium n'a pas été détecté dans le sang de cordon des nouveau-nés.
- Il a été quantifié chez plus de 90% des participants adolescents et/ou adultes (sang ou urine).
- La concentration chez les fumeurs est plus élevée que chez les non-fumeurs.
- La comparaison des résultats de BMH-Wal avec les résultats d'autres études menées récemment en Province de Liège semble indiquer une exposition plus élevée dans cette partie de la Wallonie.

Phase 2 (enfants)

- Le cadmium urinaire a été retrouvé chez près de 95% des enfants, en plus grande concentration chez les enfants plus âgés.
- Les concentrations des enfants wallons sont 2 à 3 fois supérieures aux concentrations rencontrées chez les enfants belges en 2011-2012.

L'arsenic

Phase 1 (adolescents et adultes)

- L'arsenic total a été quantifié chez 99% des adolescents et adultes, en concentration plus élevée chez les personnes ayant consommé des produits de la mer dans les 4 jours précédant le prélèvement.

¹¹ La plombémie est la mesure du taux de plomb présent dans le sang, chez l'humain. La plomburie est la mesure du taux de plomb dans les urines.

- Les concentrations en arsénobétaïne sont 10 fois plus élevées chez les adolescents qui ont consommé du poisson dans les 4 jours précédant le prélèvement d'urine. Les adolescents qui ont consommé du poisson ou du riz et les garçons sont également plus imprégnés en « toxic relevant arsenic » (Asi+MMA+DMA) mais de façon moins prononcée.

Les concentrations en arsenic total, « toxic relevant arsenic » et arsénobétaïne sont du même ordre de grandeur que celles d'autres études analogues.

Phase 2 (enfants)

- Les enfants ayant consommé des produits de la mer dans les 4 jours précédant la collecte d'urine présentent des concentrations en arsenic total 4 fois plus élevées.
- Les concentrations en arsenic total sont de même ordre de grandeur que dans d'autres études analogues.

Le chrome

Phase 1 (adolescents et adultes)

- Il a été quantifié chez moins de 17% des adolescents et 4.7% des adultes.

Phase 2 (enfants)

- Il a été quantifié chez près de 60% des enfants.

Le nickel

Phase 1 (adolescents)

- Il a été quantifié chez plus de 70% des adolescents.

Phase 2 (enfants)

- Il a été quantifié chez près de 90% des enfants.

Le thallium

Phase 1 (adolescents)

- Il a été quantifié chez plus de 95% des adolescents, en concentration plus élevée chez les garçons.

Phase 2 (enfants)

- Il a été quantifié chez 99% des enfants, en concentration plus élevée chez les garçons.

Le sélénium, le cuivre et le zinc

Phase 1 (adolescents et adultes) et phase 2 (enfants)

- Le sélénium, le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Une imprégnation excessive en ces éléments peut toutefois entraîner de effets néfastes.
- Peu de données de comparaison existent pour ces 3 éléments.

Les PFAS

Phase 1 (NN, adolescents et adultes)

- Excepté le PFHxA et le PFHpA, les PFAS ont été quantifiés dans presque tous les échantillons de sang des adolescents et des adultes. Le PFOA et le PFOS sont les PFAS retrouvés en plus

grandes concentrations. Les concentrations en PFAS des nouveau-nés sont 2 à 3 fois plus basses que chez les adolescents et les adultes.

- Pour certains PFAS, les concentrations sont plus élevées chez les adultes (vs ados) et les hommes (vs femmes).
- Les adultes wallons présentent des concentrations en PFAS comparables aux autres populations européennes ou nord-américaines recrutées récemment, mais 2 fois plus basses qu'une population liégeoise recrutée 5 ans plus tôt, confirmant le déclin progressif de l'exposition à ces substances ces 10 dernières années.

Les PBDEs

Phase 1 (adolescents et adultes)

- Seuls les PBDE-47 et -153 ont été détectés chez les adolescents et les adultes (dans moins d'un échantillon sur 3).
- Les concentrations en PDBEs en Wallonie sont comparables aux concentrations observées en Europe mais bien plus basses que celles observées en Amérique du Nord.

CONCLUSION

Quatre-vingt substances ont été analysées dans le sang et l'urine des Wallons et des Wallonnes. Des valeurs de référence d'exposition ont été déterminées pour les substances avec des taux de détection suffisants.

Les niveaux d'exposition retrouvés en Wallonie sont globalement du même ordre que ceux retrouvés dans d'autres pays européens.

Des risques pour la santé ne peuvent pas être écartés concernant le plomb et le mercure sanguin chez certains Wallon.ne.s. Il conviendrait de suivre la situation et de diminuer l'exposition à ces métaux étant donné leurs effets indésirables pour la santé même à de faibles niveaux d'imprégnation, en particulier chez les plus jeunes qui sont les plus vulnérables. Des dépassements des valeurs de référence sanitaire sont également observés pour le cadmium, le « toxic relevant arsenic » et deux PFAS.

Les pesticides utilisés actuellement sont largement présents dans notre corps. Les plus jeunes y sont plus exposés.

Les effets des politiques de sensibilisation, de réduction et/ou d'interdiction des substances sont perceptibles mais n'éliminent pas totalement /directement l'exposition.

ET MAINTENANT ?

La phase 3 de BMH-WAL est déjà en route. Cette fois, ce sont les adultes de 40 à 59 ans qui sont ciblés.

Une analyse statistique des nombreuses données collectées auprès des participants via l'auto-questionnaire va être réalisée en vue de rechercher l'influence de facteurs socioéconomiques, du type d'environnement (urbain, agricole, rural), de comportements, etc.

La Wallonie s'est inscrite dans le cadre du projet européen PARC en faveur d'un environnement sans substances chimiques et rejoint ainsi d'autres pays européens qui inscrivent le biomonitoring d'exposition comme outil de surveillance des substances dans l'environnement.

ANNEXE

	Substances (µg/L)	Matrice	Nouveau-nés				Adolescents (12-19 ans)				Adultes (20-39 ans)				
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95	
Métaux	Cadmium (Cd)	sang	100%	<0.07	<0.07	n.d.	14.0%	0.14	0.14	0.45	14.0%	0.14	0.14	0.45	*
		urine					20.8%	0.13	0.15	0.58	20.8%	0.13	0.15	0.58	*
	Plomb (Pb)	sang	0.0%	6.6	6.1	15	0.0%	9.4	8.8	22	0.0%	11.6	11.2	28	
		urine					8.2%	0.38	0.41	1.3	8.2%	0.38	0.41	1.3	
	Mercure (Hg)	sang	5.7%	0.92	0.99	3.7	4.3%	0.65	0.67	2.1	3.9%	0.88	1.02	2.7	
		urine					91.1%	<0.25	<0.25	0.37	85.8%	<0.25	<0.25	0.52	
	Arsenic total (As T)	urine					1.0%	7.87	6.76	78	1.0%	7.87	6.76	78	
	Arsénobétaïne (AB)	urine					28.5%	2.7	2.4	75					
	Arsenic spécié (TRA)	urine					-	3.7	3.5	13					
	Chrome (Cr)	urine					88.7%	<0.2	<0.2	0.30	88.7%	<0.2	<0.2	0.30	
	Zinc (Zn)	urine					0.0%	387	459	1200	1.2%	202	226	830	
	Sélénium (Se)	urine					0.35%	24.2	28.1	57	0.39%	16.2	18.7	57	
	Nickel (Ni)	urine					27.3%	1.53	1.89	4.5					
Thallium (Tl)	urine					3.5%	0.21	0.24	0.49						
Cuivre (Cu)	urine					0.0%	9.42	10.3	23	0.35%	6.36	7.07	18		
PCBs	PCB-28	sang					89.8%	<0.018	<0.018	0.027					
	PCB-52	sang					95.1%	<0.015	<0.015	n.d.					
	PCB-101	sang					98.4%	<0.015	<0.015	n.d.					
	PCB-118	sang	100%	<0.17	<0.17	n.d.	11.0%	0.010	0.011	0.024	100%	<0.17	<0.17	n.d.	**
	PCB-138	sang	100%	<0.15	<0.15	n.d.	1.6%	0.033	0.034	0.094	93.8%	<0.15	<0.15	n.d.	**
	PCB-153	sang	96.5%	<0.07	<0.07	n.d.	39.1%	0.07	0.09	0.21	23.1%	0.10	0.11	0.30	
	PCB-180	sang	95.1%	<0.05	<0.05	n.d.	46.4%	0.05	0.05	0.15	15.0%	0.09	0.09	0.29	
Pesticides Organochlorés	HCB	sang	98.6%	<0.08	<0.08	n.d.	87.0%	<0.08	<0.08	0.11	73.8%	<0.08	<0.08	0.11	
	4,4'-DDE	sang	98.9%	<0.40	<0.40	n.d.	93.3%	<0.40	<0.40	n.d.	93.3%	<0.40	<0.40	n.d.	
	a-HCH	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	b-HCH	sang	99.3%	<0.05	<0.05	n.d.	97.2%	<0.05	<0.05	n.d.	97.2%	<0.05	<0.05	n.d.	
	g-HCH	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	ALDRINE	sang	100%	<0.13	<0.13	n.d.	100%	<0.13	<0.13	n.d.	100%	<0.13	<0.13	n.d.	
	DIELDRINE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	ENDRINE	sang	100%	<0.50	<0.50	n.d.	100%	<0.50	<0.50	n.d.	100%	<0.50	<0.50	n.d.	
	t-CHLORDANE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	2,4'-DDT	sang	100%	<0.41	<0.41	n.d.	100%	<0.41	<0.41	n.d.	100%	<0.41	<0.41	n.d.	
	OXYCHLORDANE	sang	100%	<0.15	<0.15	n.d.	100%	<0.15	<0.15	n.d.	100%	<0.15	<0.15	n.d.	
	c-NONACHLOR	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	t-NONACHLOR	sang	100%	<0.06	<0.06	n.d.	100%	<0.06	<0.06	n.d.	100%	<0.06	<0.06	n.d.	
	HEPTACHLOR EPOXYDE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	β-ENDOSULFAN	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
2,4'-DDE	sang	100%	<0.08	<0.08	n.d.	100%	<0.08	<0.08	n.d.	100%	<0.08	<0.08	n.d.		

n.d. : non déterminé ; * résultats pour les non-fumeurs (non-fumeurs adultes pour le Cd urinaire) ; ** dosage des PCB-118 et 138 via deux méthodes analytiques différentes (une chez les nouveau-nés et les adultes et une, plus sensible, chez les adolescents)

	Substances (µg/L)	Matrice	Nouveau-nés				Adolescents (12-19 ans)				Adultes (20-39 ans)				
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95	
Bisphénols	BPP	urine					99.3%	<0.09	<0.09	n.d.	99.3%	<0.09	<0.09	n.d.	
	BPF	urine					60.0%	0.08	<0.07	0.84	60.0%	0.08	<0.07	0.84	
	BPA	urine					31.9%	0.53	0.51	3.7	31.9%	0.53	0.51	3.7	
	BPS	urine					40.8%	0.19	0.17	2.2	54.4%	0.14	<0.09	2.2	
	BPZ	urine					90.4%	<0.06	<0.06	n.d.	95.4%	<0.06	<0.06	n.d.	
HAPs	1-naphtol	urine					46.3%	0.48	0.45	2.5	46.3%	0.48	0.45	2.5	*
	2-naphtol	urine					3.6%	3.79	3.70	28	3.6%	3.79	3.70	28	*
	2-hydroxyfluorène	urine					90.8%	<0.10	<0.10	0.19	90.8%	<0.10	<0.10	0.19	*
	3-hydroxyfluorène	urine					91.8%	<0.10	<0.10	0.16	91.8%	<0.10	<0.10	0.16	*
	9-hydroxyfluorène	urine					50.8%	0.14	<0.11	1.4	50.8%	0.14	<0.11	1.4	
	1-hydroxyphénanthrène	urine					43.3%	0.13	0.13	0.62	43.3%	0.13	0.13	0.62	*
	2-hydroxyphénanthrène	urine					81.6%	<0.10	<0.10	0.22	81.6%	<0.10	<0.10	0.22	*
	3-hydroxyphénanthrène	urine					60.9%	<0.10	<0.10	0.42	60.9%	<0.10	<0.10	0.42	*
	4-hydroxyphénanthrène	urine					83.2%	<0.10	<0.10	0.26	83.2%	<0.10	<0.10	0.26	*
1-hydroxypyrene	urine					86.0%	<0.15	<0.15	0.26	86.0%	<0.15	<0.15	0.26	*	
	Glyphosate	urine					72.7%	<0.08	<0.08	0.23	82.4%	<0.08	<0.08	0.23	
	AMPA	urine					88.8%	<0.15	<0.15	0.22	88.8%	<0.15	<0.15	0.22	
Organophosphorés	DEP	urine					10.0%	2.14	2.16	10	31.9%	1.08	1.20	10	
	DETP	urine					81.1%	<0.50	<0.50	1.4	81.1%	<0.50	<0.50	1.4	
	DEDTP	urine					99.8%	<0.50	<0.50	n.d.	99.8%	<0.50	<0.50	n.d.	
	DMTP	urine					18.5%	1.44	1.56	7.5	36.9%	0.86	0.82	7.5	
	DMDTP	urine					90.7%	<0.50	<0.50	0.81	91.5%	<0.50	<0.50	0.81	
	TCPY	urine					5.3%	0.50	0.56	1.9	7.7%	0.39	0.44	1.9	
Pyréthrinoïdes	c-DCCA	urine					57.7%	0.20	<0.20	1.0	66.7%	<0.20	<0.20	1.0	
	t-DCCA	urine					22.8%	0.43	0.43	2.7	33.0%	0.28	0.26	2.7	
	DBCA	urine					52.0%	0.33	<0.30	1.6	70.1%	<0.30	<0.30	1.6	
	3-PBA	urine					2.5%	0.65	0.70	2.8	11.1%	0.36	0.37	2.8	
	4-F-3-PBA	urine					97.6%	<0.11	<0.11	n.d.	97.6%	<0.11	<0.11	n.d.	
PFAS	PFHxA	sang	100%	<0.10	<0.10	n.d.	100%	<0.10	<0.10	n.d.	100%	<0.10	<0.10	n.d.	
	PFHpA	sang	97.4%	<0.10	<0.10	n.d.	89.5%	<0.10	<0.10	n.d.	97.7%	<0.10	<0.10	n.d.	
	PFOA	sang	18.8%	0.63	0.68	1.3	4.5%	1.08	1.12	2.0	4.5%	1.08	1.12	2.0	
	PFNA	sang	26.6%	0.12	0.13	0.30	2.2%	0.28	0.28	0.71	4.3%	0.32	0.35	0.71	
	PFDA	sang	77.5%	<0.10	<0.10	0.15	21.2%	0.15	0.16	0.43	21.2%	0.15	0.16	0.43	
	PFHxS	sang	24.0%	0.20	0.20	0.62	0.0%	0.51	0.45	1.6	2.3%	0.58	0.60	1.6	
	PFOS	sang	49.4%	<0.50	0.50	1.35	2.5%	1.75	1.66	6.6	3.1%	1.91	1.96	6.6	

n.d. : non déterminé ; * résultats pour les non-fumeurs

	Substances (µg/L)	Matrice	Nouveau-nés				Adolescents (12-19 ans)				Adultes (20-39 ans)			
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95
PBDES	PBDE-28	sang					100%	<0.005	<0.005	n.d.	100%	<0.005	<0.005	n.d.
	PBDE-47	sang					76.5%	<0.005	<0.005	0.0098	64.9%	<0.005	<0.005	0.0098
	PBDE-99	sang					99.0%	<0.005	<0.005	n.d.	99.0%	<0.005	<0.005	n.d.
	PBDE-100	sang					99.8%	<0.005	<0.005	n.d.	99.8%	<0.005	<0.005	n.d.
	PBDE-153	sang					91.8%	<0.005	<0.005	0.0062	64.1%	<0.005	<0.005	0.0099
	PBDE-154	sang					100%	<0.006	<0.006	n.d.	100%	<0.006	<0.006	n.d.
	PBDE-183	sang					100%	<0.006	<0.006	n.d.	100%	<0.006	<0.006	n.d.

n.d. : non déterminé

**TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES NOUVEAU-NÉS, LES ADOLESCENTS ET LES ADULTES (BMH-WAL 1)
EXPRIMÉES EN µG/L**

	Substances	Matrice	Enfants (3-5 ans)				Enfants (6-11 ans)			
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95
Métaux	Cadmium (Cd)	urine	8.1%	0.11	0.12	0.29	3.4%	0.14	0.14	0.29
	Plomb (Pb)	urine	1.4%	0.60	0.59	1.8	0.0%	0.70	0.73	1.8
	Mercure (Hg)	urine	91.9%	<0.25	<0.25	0.39	91.9%	<0.25	<0.25	0.39
	Arsenic total (As T)	urine	0.2%	11.0	8.71	110	0.2%	11.0	8.71	110
	Chrome (Cr)	urine	43.0%	0.13	0.22	1.3	43.0%	0.13	0.22	1.3
	Zinc (Zn)	urine	0.0%	547	560	1240	0.0%	547	560	1240
	Sélénium (Se)	urine	0.0%	43.9	45.2	91	0.0%	43.9	45.2	91
	Nickel (Ni)	urine	11.3%	2.20	2.30	7.3	11.3%	2.20	2.30	7.3
	Thallium (Tl)	urine	0.7%	0.22	0.22	0.46	0.7%	0.22	0.22	0.46
	Cuivre (Cu)	urine	0.0%	14.5	14.8	29	0.0%	13.5	13.6	25
Bisphénols	BPP	urine	100%	<0.09	<0.09	n.d.	100%	<0.09	<0.09	n.d.
	BPF	urine	69.8%	<0.07	<0.07	0.38	67.2%	<0.07	<0.07	1.0
	BPA	urine	9.4%	0.83	0.84	3.2	14.2%	0.69	0.72	3.2
	BPS	urine	36.6%	0.23	0.27	2.3	49.7%	0.16	0.10	2.3
	BPZ	urine	96.2%	<0.06	<0.06	n.d.	96.2%	<0.06	<0.06	n.d.
HAPs	1-naphtol	urine	37.0%	0.53	0.52	2.8	37.0%	0.53	0.52	2.8
	2-naphtol	urine	3.8%	6.59	6.31	54	3.8%	6.59	6.31	54
	2-hydroxyfluorène	urine	95.5%	<0.10	<0.10	n.d.	95.5%	<0.10	<0.10	n.d.
	3-hydroxyfluorène	urine	86.0%	<0.10	<0.10	0.32	86.0%	<0.10	<0.10	0.32
	9-hydroxyfluorène	urine	12.8%	0.36	0.39	1.9	12.8%	0.36	0.39	1.9
	1-hydroxyphénanthrène	urine	34.2%	0.16	0.19	0.85	34.2%	0.16	0.19	0.85
	2-hydroxyphénanthrène	urine	93.7%	<0.10	<0.10	0.12	93.7%	<0.10	<0.10	0.12
	3-hydroxyphénanthrène	urine	53.3%	0.10	<0.10	0.49	53.3%	0.10	<0.10	0.49
	4-hydroxyphénanthrène	urine	76.3%	<0.10	<0.10	0.42	84.8%	<0.10	<0.10	0.42
1-hydroxypyrene	urine	59.9%	<0.15	<0.15	0.42	63.3%	<0.15	<0.15	0.57	
	Glyphosate	urine	65.7%	<0.08	<0.08	0.30	65.7%	<0.08	<0.08	0.30
	AMPA	urine	83.6%	<0.15	<0.15	0.32	73.8%	<0.15	<0.15	0.32
Organophosphorés	DEP	urine	0.3%	4.73	4.60	18	0.7%	3.97	3.62	18
	DETP	urine	83.7%	<0.50	<0.50	1.1	90.7%	<0.50	<0.50	1.1
	DEDTP	urine	100%	<0.50	<0.50	n.d.	100%	<0.50	<0.50	n.d.
	DMTP	urine	13.1%	1.69	1.64	13	13.1%	1.69	1.64	13
	DMDTP	urine	76.0%	<0.50	<0.50	1.4	76.0%	<0.50	<0.50	1.4
	TCPY	urine	0.7%	0.60	0.57	1.9	0.7%	0.60	0.57	1.9
Pyréthrinoïdes	c-DCCA	urine	37.9%	0.34	0.36	2.1	37.9%	0.34	0.36	2.1
	t-DCCA	urine	9.0%	0.96	1.01	5.4	9.0%	0.96	1.01	5.4
	DBCA	urine	38.9%	0.38	0.38	1.7	38.9%	0.38	0.38	1.7
	3-PBA	urine	1.0%	1.31	1.29	5.9	1.0%	1.31	1.29	5.9
	4-F-3-PBA	urine	98.5%	<0.11	<0.11	n.d.	98.5%	<0.11	<0.11	n.d.

n.d. : non déterminé

TABLEAU 3 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES ENFANTS (BMH-WAL 2) EXPRIMÉES EN µG/L