

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

PHASE 3 : Adultes de 40-59 ans

PHASE 4 : Substances supplémentaires

RÉSUMÉ

N° RAPPORT : RP1-RAP-26-02199

Septembre 2026

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

PRÉAMBULE

Le Biomonitoring Humain Wallon, BMH-Wal, est un programme réalisé par un consortium scientifique composé actuellement de l'Institut Scientifique de Service Public[1] (ISSeP), du Centre Hospitalier Universitaire de Liège[2] (CHU-Liège), de l'Université Catholique de Louvain[3] (UCLouvain), des Cliniques Universitaires Saint-Luc[4] (CUSL) et de Sciensano[5].

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 du ministre de l'Environnement et de l'administration (SPW-ARNE).

Ce document constitue le résumé des livrables du projet BMH-Wal phases I à IV ayant pour mission la détermination des valeurs de référence d'exposition de 6 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, les adultes de 20 à 39 ans et les adultes de 40 à 59 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/bmh-wal/

Citation suggérée : Jacques A., Ruthy I., Jacquemin P. BioMonitoring Humain Wallon BMH-Wal, détermination des valeurs de référence d'exposition pour la population wallonne, phase 1 à 4. Résumé. Rapport RP1-RAP-26-02199. Septembre 2026. 32 p.

[1] Cellule Environnement-Santé, Direction des Risques Chroniques
[2] Laboratoire de Toxicologie clinique, médico-légale, de l'environnement et en entreprise
[3] Louvain Drug Research Institute
[4] Laboratoire de Biochimie Analytique
[5] Service Trace Elements and Nanomaterials

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

INTRODUCTION

Le biomonitoring humain consiste en la mesure de substances chimiques 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 (connues et inconnues). 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 d'exposition 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.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

La troisième phase de BMH-Wal, nommée BMH-Wal 3, s'est focalisée sur la catégorie d'âge des adultes de 40 à 59 ans.

La quatrième phase de BMH-Wal, nommée BMH-Wal 4, a pour objectif de d'étudier de nouvelles substances dans les échantillons collectés lors des 3 premières phases.

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

- Des métaux tels que 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).
- Des minéraux essentiels : l'iode et le sodium
- Les pesticides insecticides de type pyréthrinoïdes (d'usage privé et professionnel) et organophosphorés (d'usage professionnel uniquement et dont la plupart sont interdits 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 1er 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 (HAP).
- Des pesticides organochlorés interdits depuis de nombreuses années par la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants (POP) mais dont on retrouve encore des traces étant donné leur grande rémanence dans l'environnement (DDT[6], chlordane, dieldrine, aldrine, hexachlorobenzène, etc.).
- Des polychlorobiphényles (PCB), 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 et qui sont rémanentes dans l'environnement (PFOS[7] interdit par la Convention de Stockholm sur les POP depuis 2009, PFOA[8] depuis 2020).
- Des retardateurs de flamme, notamment les polybromodiphényléthers (PBDE), soumis à des restrictions depuis le début des années 2000, et les retardateurs de flamme phosphorés (RFP), de plus en plus utilisés en remplacement de certains retardateurs bromés pour ralentir la combustion des matériaux.
- Des plastifiants tels que les phtalates et le DINCH[9] , utilisés pour améliorer la souplesse et la durabilité des matériaux plastiques.

[6] dichlorodiphényltrichloroéthane
[7] acide perfluorooctanesulfonique
[8] acide perfluorooctanoïque
[9] DINCH est l'abréviation du 1,2-cyclohexanedicarboxylate de diisononyle, commercialisé sous le nom d'Hexamoll® DINCH.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Nouveau-nés	Enfants 3-5 ans	Enfants 6-11 ans	Adolescents 12-19 ans	Adultes 20-39 ans	Adultes 40-59 ans
Matrices	Sang	Urine	Urine	Urine et sang	Urine et sang	Urine et sang
Biomarqueurs urinaires						
Métaux	-	x	x	x	x	x
Iode et sodium	-	-	x	-	-	-
Bisphénols	-	x	x	x	x	x
HAP	-	x	x	x	x	x
Pesticides organophosphorés	-	x	x	x	x	x
Glyphosate et AMPA	-	x	x	x	x	x
Pesticides pyréthrinoïdes	-	x	x	x	x	x
Phtalates et DINCH	-	x	x	x	x	x
RFP	-	x	x	-	-	-
Biomarqueurs sanguins						
Métaux (Pb, Cd, Hg)	x	-	-	x	x	x
Pesticides organochlorés	x	-	-	x	x	x
PCB	x	-	-	x	x	x
PFAS	x	-	-	x	x	x
PBDE	-	-	-	x	x	-

TABLEAU 1 : SUBSTANCES ANALYSÉES LORS DES 4 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 pour la phase 1, de novembre 2020 à juin 2021 pour la phase 2 et d'avril à août 2023 pour la phase 3.

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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

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 (pandémie Covid-19), l'effectif de 300 par catégorie d'âge n'a pas été totalement atteint pour la phase 1. Néanmoins, au total, 1732 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%)), 602 pour la phase 2 (300 enfants de 3 à 5 ans et 302 enfants de 6 à 11 ans) et 302 pour la phase 3 (adultes de 40 à 59 ans).

La parité homme/femme est respectée chez les nouveau-nés, les enfants, les adolescents, les adultes de 40-59 ans mais un peu moins chez les adultes de 20-39 ans avec 58% de femme pour 42% d'hommes recrutés. L'âge moyen est, respectivement, de 4,2 ; 8,5 ; 15,1 ; 31,5 et 49,5 ans chez les enfants de 3 à 5 ans, les enfants de 6 à 11 ans, les adolescents, les adultes de 20 à 39 ans et les adultes de 40 à 59 ans. Le niveau socioéconomique des catégories enfants, adolescents et adultes est similaire mais plus élevé que celui de la classe d'âge des nouveau-nés. Le pourcentage de fumeurs-euses est de 14% chez les jeunes adultes et les mamans des nouveau-nés, 12% chez les adultes plus âgés et 2% chez les adolescents.

Valeurs de référence obtenues pour la Wallonie

Les statistiques descriptives et la valeur de référence (VR95) obtenues lors des 4 phases du projet BMH-Wal sont présentées dans les tableaux repris en annexe. Étant donné que les participants ont été recrutés à des périodes différentes, les résultats sont présentés séparément par période de recrutement. Les tableaux reprennent les moyennes géométriques (MG), les médianes (P50) et les valeurs de référence d'exposition (VR95[10]) exprimées en µg/L pour l'ensemble des biomarqueurs définis et, lorsque cela est pertinent, par catégorie d'âge[11]. Lorsque les concentrations ne diffèrent pas significativement entre les catégories d'âge recrutées au cours d'une même phase, les MG et P50 sont calculés sur l'ensemble de ces catégories et sont donc identiques dans le tableau. De même, une VR95 commune est présentée lorsque l'établissement de valeurs distinctes selon l'âge n'est pas justifié statistiquement. Les nouveau-nés constituent une exception : ils ont été considérés comme un groupe distinct des adolescents et des adultes recrutés lors de la phase 1, en raison de la spécificité de cette

[10] Valeur de référence établie à partir du percentile 95.

[11] 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.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

population et de la matrice biologique analysée (sang de cordon). Ils disposent donc de leurs propres statistiques descriptives (MG, P50) et valeurs de référence.

La limite de quantification (LOQ) et le pourcentage de valeurs inférieures à la LOQ sont également présentés dans les tableaux. Il n'a pas toujours été possible de déterminer une VR95 pour l'ensemble des substances et des catégories d'âge, notamment lorsqu'une proportion importante des résultats était inférieure à la LOQ. Dans ce cas, la mention « n.d. » (non déterminé) est indiquée. Pour les HAP et le cadmium chez les adolescents et les adultes, les VR95 renseignées dans les tableaux se réfèrent aux non-fumeurs lorsque le tabagisme influence significativement les concentrations urinaires.

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 PCB sanguins (∑(PCB138+153+180) x2). La valeur HBM I correspond à une concentration à laquelle et en dessous de 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.

Dépassements des valeurs HBM :

- Des dépassements de la valeur HBM I (0,5 µg/L pour les enfants et les adolescents et 1 µg/L pour les adultes) ont été observés pour le cadmium urinaire chez 0,3% des enfants de 6-11 ans, 2,8% des adolescents, 0,8% des adultes de 20-39 ans et 4,6% des adultes de 40-59 ans.
- Pour le mercure sanguin, un dépassement de la valeur HBM I (5 µg/L) concerne respectivement 1,8% ; 1,4% ; 0,4% et 5,3% des nouveau-nés, des adolescents, des adultes de 20 à 39 ans et des adultes de 40 à 59 ans.
- Pour le PFOA, 0,7% des nouveau-nés, 5,8% des adolescents, 7,0% des jeunes adultes et 11,3% des adultes plus âgés dépassent la valeur HBM I en population générale (2 µg/L).
- Enfin, 8,3% des adolescents, 6,6% des adultes de 20-39 ans et 14,6% des adultes de 40-59 ans dépassent la valeur HBM I pour le PFOS (5 µg/L).
- Il n'y a aucun dépassement des valeurs HBM II excepté un dépassement de 0,4% des adolescents et des adultes de 20-39 ans et 0,3% des adultes de 40-59 ans pour le PFOS (20 µg/L)[12].

En plus des valeurs HBM, les experts du Conseil Scientifique PFAS[13] recommande l'utilisation des valeurs-seuils définies par les National Academies of Sciences (NAS) : 2 et 20 µg/L pour la somme de 7 PFAS[14]. Sous 2 µg/L, il n'y pas d'effet néfaste attendu suite à l'exposition aux PFAS. Il existe un risque

[12] Valeur HBM II en population générale

[13] Ce conseil a été mis en place, en novembre 2023, par le Gouvernement wallon suite à la crise PFAS en Wallonie.

[14] Le somme NAS est une somme de 7 PFAS : PFOA (linéaire et ramifié), PFOS (linéaire et ramifié), PFHxS, PFNA, PFDA, PFUnDA, MeFOSAA. Cependant, dans le programme BMH-Wal, les formes ramifiées du PFOA et PFOS, le PFUnDA et le MeFOSAA n'ont pas été dosés. Dès lors, les valeurs de la somme NAS pour les participants de l'étude sont sous-estimées. Afin de limiter la sous-estimation des concentrations, une approche conservatrice a été adoptée pour le calcul de la somme NAS, en

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

d'effets indésirables, entre 2 et 20 µg/L, en particulier chez les populations sensibles, et un risque accru d'effets indésirables au-delà de 20 µg/L. Chez les nouveau-nés, 33% dépassent le seuil de 2 µg/L. Chez les adolescents, 95% dépassent le seuil de 2 µg/L et 2% le seuil de 20 µg/L. Chez les adultes de 20-39 ans et de 40-59 ans, ce sont 94% des individus qui dépassent le seuil de 2 µg/L et 1% le seuil de 20 µg/L.

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).

Dépassements des valeurs BE :

- 35% des enfants 3-5 ans, 36% des enfants 6-11 ans, 21% des adolescents et des adultes (20-39 ans et 40-59 ans) dépassent la valeur BE (6,4 µg/L), basée sur des effets vasculaires et cutanés, pour le « toxic relevant arsenic » (Asi + MMA + DMA).
- Pour le sélénium, les BE basés sur les besoins moyens estimés en sélénium établis pour assurer l'adéquation nutritionnelle au niveau de la population et les niveaux d'apport supérieurs tolérables destinés à protéger d'un effet toxique (sélénose) ont été estimés à respectivement 10 µg/L et 90-110 µg/L chez l'adulte. En Wallonie, 30% des adultes de 20-39 ans et 40-59 ans présenteraient des valeurs inférieures à 10 µg/L urine ; alors que 1% ont des valeurs supérieures à 90 µg/L.

Les valeurs guides de biomonitoring (HBM-GV) sont dérivées par le consortium HBM4EU et représentent la concentration d'un biomarqueur à ou en dessous de laquelle, selon les connaissances actuelles, aucun effet néfaste sur la santé n'est attendu. La HBM-GV du MnBP[15], fixée à 120 µg/L chez les enfants de 6 à 13 ans et à 190 µg/L chez les adolescents et les adultes, est dépassée chez respectivement 1,9% et 0,5% des participants ; pour le MiBP[16] (160 et 230 µg/L, respectivement), ces proportions atteignent 6,9% et 0,9%.

Concernant le plomb, pour l'Organisation mondiale de la santé, il n'existe pas de seuil en 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[17] (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 nouveau-nés en Wallonie (VR95=15 µg/L) est supérieure à la valeur de risque établie par l'EFSA (cette valeur est dépassée par 11,7% des nouveau-nés). La valeur de référence du plomb sanguin

remplaçant les valeurs inférieures à la LOQ par la LOQ, contrairement à la somme « toxic relevant arsenic » pour laquelle la valeur LOQ/2 a été utilisée.

[15] Mono-n-butylphtalate

[16] Mono-isobutylphtalate

[17] Concentration de plomb mesurée dans le sang

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

déterminée pour les adultes (VR95=28 µg/L et 34 µg/L pour les adultes de 20-39 ans et 40-59 ans, respectivement) est supérieure à la valeur de vigilance française (9,7% des adultes de 20-39 ans et 14,9% des adultes de 40-59 ans sont concernés par ce dépassement). La VR95 des adolescents (VR95=22 µg/L) est quant à elle inférieure à la valeur de vigilance (2,5% des adolescents dépassent la valeur de vigilance française).

Pour l'iode, l'OMS définit des seuils populationnels d'interprétation de l'iodurie[18] : une concentration comprise entre 100 et 199 µg/L correspond à un apport adéquat, entre 200 et 299 µg/L à un apport supérieur aux besoins et une concentration ≥ 300 µg/L à un apport excessif. Chez les enfants wallons âgés de 6 à 11 ans, 17% présentent une iodurie comprise entre 200 et 299 µg/L et 6% une iodurie ≥ 300 µg/L. À l'inverse, environ 28% présentent une iodurie < 100 µg/L, correspondant à un apport insuffisant.

Analyse par catégorie d'âge

Chez les **nouveau-nés**, sur les 30 biomarqueurs recherchés dans le sang de cordon (3 métaux, 16 pesticides organochlorés, 4 PCB 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 de 20-39 ans**, en plus des 30 substances recherchées dans le sang (identiques à celles chez les nouveau-nés), 7 PBDE ont aussi été dosés dans le sang. 52 biomarqueurs ont été recherchés dans l'urine (10 métaux, 5 bisphénols, 10 métabolites de HAP, 6 métabolites de pesticides organophosphorés, 5 métabolites de pesticides pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite, 11 métabolites de phtalates et 3 métabolites de DINCH).

Chez les **adolescents**, en plus des 89 substances recherchées dans le sang et l'urine (identiques à celles chez les adultes), 2 métaux et 14 PCB 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 PCB (PCB-118 et PCB-138), 2 PFAS (PFHxA, PFHpA), 5 PBDE 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 PCB (PCB-52 et PCB-101) en plus des 2 PCB mentionnés ci-avant.

Chez les 2 groupes d'**enfants**, 58 biomarqueurs ont été recherchés dans l'urine (12 métaux, 5 bisphénols, 10 HAP, 6 pesticides organophosphorés, 5 pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite, 11 métabolites de phtalates, 3 métabolites de DINCH et 4 métabolites de RFP). Chez les enfants de 6 à 11 ans, l'iode et le sodium ont également été dosés, portant à 60 le nombre de biomarqueurs étudiés dans cette catégorie d'âge.

[18] Concentration d'iode mesurée dans l'urine

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

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, ainsi que pour l'iode et le sodium, deux minéraux essentiels pour lesquels l'établissement de VR95 n'a pas été considéré comme pertinent.

Chez les **adultes de 40-59 ans**, 30 biomarqueurs ont été recherchés dans le sang (3 métaux, 16 pesticides organochlorés, 4 PCB et 7 PFAS) et 54 biomarqueurs dans l'urine (12 métaux, 5 bisphénols, 10 HAP, 6 pesticides organophosphorés, 5 pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite, 11 métabolites de phtalates et 3 métabolites de DINCH). Des valeurs de référence ont pu être établies pour l'ensemble des substances analysées sauf pour un bisphénol (BPP), deux métabolites de pesticide organophosphoré (DETP et DEDTP), un métabolite de pesticide pyréthrinoïde (4F-3-PBA), l'AMPA, deux PFAS (PFHxA et PFFpA), un PCB (PCB118) et treize pesticides organochlorés.

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

Globalement, les résultats obtenus pour les marqueurs mesurés dans les quatre premières phases du programme BMH-Wal 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 PCB, le BPA, les PFAS ou les PBDE 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 oligo-éléments (Zn, Cu, Se) sont peu nombreuses.

Comparaison des résultats du BMH-Wal entre catégories d'âge

Les résultats ont été comparés entre les différentes catégories d'âge. Ces comparaisons doivent toutefois être interprétées avec prudence lorsque les catégories d'âge ont été recrutées au cours de phases différentes, celles-ci ayant été menées à des périodes distinctes. Les différences observées peuvent donc refléter non seulement des variations liées à l'âge, mais également des variations temporelles ou saisonnières de l'exposition, ainsi que d'éventuelles évolutions des usages ou de la réglementation.

Analyse par (familles de) substances

1. **Pesticides récents :** glyphosate, pyréthrinoïdes, organophosphorés (dont chlorpyrifos)

Adolescents et adultes 20-39 ans

- 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).

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

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 en janvier 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.

<u>Enfants</u>

- 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.
- 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 étude 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 TCPy 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).

<u>Adultes 40-59 ans</u>

- Le TCPy (métabolite de pesticides organosphosphorés) est le seul métabolite détecté dans plus de 90% des échantillons. Le glyphosate était présent dans près d'un échantillon sur 5.
- Contrairement à ce qui était observé chez les adolescents et les adultes plus jeunes (phase 1), il n'y a pas de différence d'imprégnation entre les hommes et les femmes.
- Les concentrations en glyphosate et en AMPA chez les adultes wallons sont plus basses que dans d'autres études réalisées ces dernières années en Flandre ou dans d'autres pays européens. Ce constat est probablement lié à une diminution de l'exposition au glyphosate et

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

à l'AMPA en Europe suite aux restrictions dont l'herbicide fait l'objet dans différents pays européens. Les concentrations mesurées dans les pays nord-américains (Canada et Etats-Unis) sont largement supérieures aux concentrations wallonnes probablement en lien avec des différences de pratiques agricoles et de réglementations entre les deux continents.

- Les concentrations en métabolites de pesticides organophosphorés sont soit comparables ou inférieures (pour le DMTP et DMDTP) aux concentrations rapportées dans d'autres études. Il est difficile d'établir si cette contamination plus faible est spécifique à la Wallonie ou si elle est le reflet de l'implémentation de nouvelles restrictions en Europe ces dernières années, comme l'interdiction du diméthoate ou du chlorpyrifos-méthyl en 2019 et 2020 respectivement, deux pesticides se métabolisant en DMTP et DMDTP. Les concentrations en TCPy sont largement inférieures dans la population wallonne, reflétant à nouveau l'impact de l'interdiction du chlorpyrifos et chorpyrifos-méthyl.
- Il semble y avoir peu de variations géographiques et temporelles pour les métabolites de pesticides pyréthrinoïdes.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Les concentrations en glyphosate, métabolites de pesticides pyréthrinoïdes et organophosphorés sont significativement plus élevées chez les enfants (phase 2) que chez les adolescents et les adultes en Wallonie (phase 1 et 3). Cette plus grande exposition aux pesticides pour les enfants pourrait s'expliquer par une alimentation différente chez les enfants d'une part, et chez les adolescents et adultes d'autre part. D'autres caractéristiques comme la plus grande consommation d'eau et de nourriture par rapport à leur poids, des comportements main-bouche plus fréquents ou un plus grand temps passé à jouer au sol sont autant de risques pour les enfants d'une augmentation de l'exposition au glyphosate et aux pesticides en général.

2. **Pesticides anciens :** 16 insecticides organochlorés

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 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 béta 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.

Adultes 40-59 ans

- Sur les 16 pesticides organochlorés, les 3 seuls retrouvés dans les échantillons de sang sont identiques dans cette catégorie d'âge : le 4,4'-DDE, l'HCB et le b-HCH dans 35%, 22% et 14% des échantillons respectivement.
- Les concentrations mesurées chez les adultes wallons semblent inférieures aux concentrations rapportées lors d'études antérieures dans d'autres pays d'Europe ou d'Amérique du Nord.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Comme attendu pour ces substances qui sont interdites depuis de nombreuses années mais qui s'accumulent dans les tissus graisseux, l'imprégnation aux pesticides organochlorés semble augmenter avec l'âge.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

3. Polychlorobiphényles (PCB)

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 4 PCB « indicateurs » [19] ont été recherchés chez les adultes et les nouveau-nés, 7 chez les adolescents. Les PCB-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 PCB 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 PCB moins chlorés (PCB-28, -52 et -101) ont été retrouvés chez peu, voire aucun, adolescent.
- Comme attendu, les PCB sont retrouvés plus souvent et en plus grande concentration chez les adultes.
- Les concentrations en PCB indicateurs 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.
- Chez les adolescents, 11 PCB « dioxin-like » (PCB-DL) ont également été dosés en complément du PCB-118, déjà mesuré parmi les PCB indicateurs. Les PCB-77, -81, -123, -126 et -169 n'ont jamais pu être quantifiés probablement en raison d'une trop faible sensibilité de la méthode pour ces dosages. Les PCB-156, -105 et 167 sont les PCB-DL les plus abondants, mais leurs concentrations sont nettement inférieures à celles des PCB indicateurs, avec des P95 environ 10 à 30 fois plus faibles. Pour certains PCB-DL, les concentrations sont significativement plus faibles chez les filles que chez les garçons.
- Les niveaux de PCB-DL mesurés chez les adolescents wallons sont globalement comparables à ceux rapportés dans les études récentes menées chez des adolescents au Canada et aux États-Unis.

Adultes 40-59 ans

- Les PCB-153 et -180 ont pu être quantifiés chez la quasi-totalité des adultes (99%). Le PCB-138 est retrouvé dans 60% des échantillons tandis que le PCB-118 n'est jamais retrouvé.
- Les femmes sont moins imprégnées en PCB-180 que les hommes. Une raison qui pourrait expliquer cette différence entre les hommes et les femmes est l'élimination des PCB lors de l'allaitement.
- L'exposition aux PCB en population générale diminue avec le temps depuis leur interdiction dans les années 80. Il n'est donc pas étonnant d'observer des concentrations en PCB chez les adultes de 40-59 ans en Wallonie plus basses que dans d'autres études antérieures conduites

[19] Afin de limiter le nombre de PCB 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 PCB et sont appelés PCB « indicateurs ».

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

en Europe. Les concentrations wallonnes sont toutefois plus élevées que dans les pays nord-américains, comme déjà observé chez les adolescents et les jeunes adultes (phase 1).

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Comme attendu pour des substances persistantes qui s'accumulent dans l'organisme et dont l'exposition passée est plus importante que l'exposition récente, la charge corporelle en PCB augmente avec l'âge au sein de la population wallonne.

4. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Adolescents et adultes 20-39 ans

- Des métabolites de HAP 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 naphtalène a été détecté chez quasi tous les adolescents et adultes.
- Dans l'ensemble, les résultats observés pour les métabolites de HAP en Wallonie paraissent proches ou légèrement inférieurs à ceux rapportés pour d'autres populations.

Enfants

- Comme pour les adolescents et les adultes, c'est un métabolite du naphtalène 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 objectiver 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 HAP chez les enfants sont du même ordre de grandeur mais les concentrations d'un métabolite à un autre varient entre les études.

Adultes 40-59 ans

- Les métabolites du naphtalène sont les marqueurs de HAP qui ont été retrouvés dans le plus grand nombre d'échantillons (90% pour le 2-naphtol) et en plus grandes concentrations. Les autres métabolites ont été quantifiés à des pourcentages variant de 9% à 52%.
- Les fumeurs ont dans leurs urines des concentrations significativement plus élevées pour tous les métabolites de HAP mesurés.
- Une concentration plus élevée chez les hommes que chez les femmes a été observée pour un métabolite de HAP (2-hydroxyfluorène).
- Pour les métabolites du naphtalène, les concentrations mesurées en Wallonie sont plus basses que dans la plupart des autres pays mais comparables aux autres études pour les autres métabolites de HAP.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Les concentrations mesurées dans l'urine des enfants (phase 2) semblent plus élevées que celles observées dans l'urine des adultes wallons (phase 1 et 3) pour plusieurs métabolites de HAP, alors que la voie d'exposition principale aux HAP dans la population générale est le tabac. Les raisons d'une plus forte exposition aux HAP des enfants sont à investiguer parmi d'autres sources d'exposition que sont l'alimentation, la pollution urbaine ou l'environnement intérieur. Les périodes de recrutement qui diffèrent selon les catégories d'âge sont un autre facteur explicatif potentiel.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

5. Bisphénols

Adolescents et adultes 20-39 ans

- 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.

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.

Adultes 40-59 ans

- Sur les 5 bisphénols analysés, le bisphénol A est le bisphénol mesuré en plus grande concentration dans l'urine de la population ciblée.
- Contrairement à ce qui avait été observé chez les adolescents et les adultes lors de la phase 1, aucune différence en fonction du genre n'est mise en évidence.
- Comme attendu, suite aux restrictions d'utilisation de ce composé, l'imprégnation de la population wallonne au bisphénol A est moins élevée que les imprégnations rapportées dans la littérature. Les concentrations en bisphénol F des adultes wallons semblent également parmi les plus basses. Les concentrations en bisphénol S sont quant à elles comparables aux autres études.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Les concentrations urinaires en bisphénol A mesurées dans le programme BMH-Wal sont significativement plus élevées chez les enfants (phase 2) que chez les adultes (phase 1 et 3) et l'exposition semble d'autant plus grande que le sujet est jeune. Toutefois, ce résultat doit être considéré avec prudence car des tendances contradictoires sont observées dans la littérature. Il faut également noter que les échantillons urinaires ont été collectés à des périodes différentes et que la réglementation et l'utilisation des bisphénols a évolué ces 10 dernières années, impactant l'exposition aux bisphénols. Une tendance similaire, bien que moins contrastée, semble se dégager pour le bisphénol S.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

6. Métaux

a. Mercure

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 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.

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 urinaire 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).

Phase 3 (adultes 40-59 ans)

- Moins d'un adulte sur 5 possède des taux quantifiables de mercure dans ses urines. Les personnes qui possèdent des amalgames sont plus imprégnées en mercure urinaire.
- Le mercure sanguin a été retrouvé chez la quasi-totalité des adultes (99%) en concentrations plus élevées chez les personnes qui ont consommé du poisson dans les jours précédant le prélèvement de sang et chez les personnes qui consomment régulièrement de l'alcool (au moins une fois par semaine).
- Les hommes présentent des concentrations en mercure urinaire et sanguin plus élevées que les femmes.
- Si la concentration médiane en Hg sanguin semble plus élevée dans la population étudiée que dans d'autres pays d'Europe ou d'Amérique du Nord, c'est l'inverse pour le mercure urinaire. Les concentrations mesurées sont largement plus basses que dans une population liégeoise recrutée en 2015 notamment.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

b. Plomb

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 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[20] sont inférieurs à ceux d'études européennes plus anciennes mais supérieurs à ceux d'étude récentes nord-américaines, ce qui peut s'expliquer par des mesures comme l'interdiction du plomb dans l'essence prises antérieurement dans les pays nord-américains en comparaison aux pays européens.

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.

Adultes 40-59 ans

- Le plomb a été quantifié dans 100% des échantillons de sang et 94% des échantillons d'urine, en concentrations plus élevées chez les hommes et les fumeurs.
- Le lien entre consommation d'alcool et imprégnation plus élevée en plomb sanguin est également retrouvé dans cette catégorie d'âge.
- Les niveaux de plomburie et de plombémie mesurés dans la population wallonne sont globalement moins élevés qu'en Europe mais plus élevés qu'en Amérique du Nord.

c. Cadmium

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 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.

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.

Adultes 40-59 ans

[20] Concentration de plomb mesurée dans l'urine

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

- Il a été quantifié chez 99% et 89% des adultes dans le sang et l'urine respectivement, en concentration plus élevée chez les fumeurs.
- Les femmes montrent des niveaux de cadmium sanguin plus élevés que les hommes. Ceci peut s'expliquer par des réserves en fer plus basses chez les femmes qui favorisent l'absorption du cadmium.
- Les concentrations en cadmium mesurées chez les adultes wallons sont comparables aux concentrations rapportées en Europe, aux USA ou au Canada.

d. Arsenic

Adolescents et adultes 20-39 ans

- 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.
- 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 et 7 fois plus élevées chez les adultes ayant consommé du poisson sur la même période. Les adolescents et les adultes ayant consommé du poisson ou du riz sont également plus imprégnés en « toxic relevant arsenic » (AsI+MMA+DMA) mais de façon moins prononcée. Chez les adolescents, les concentrations en TRA sont également plus élevées chez les garçons.
- Les concentrations en arsenic total, « toxic relevant arsenic » et arsénobétaïne sont du même ordre de grandeur que celles d'autres études analogues. Les différences observées pour l'arsenic total et l'arsénobétaïne entre les études sont notamment influencées par la consommation de produits de la mer dans les populations étudiées.

Enfants

- L'arsenic total a été quantifié chez 99% des 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.
- La consommation récente de poisson est associée à des concentrations en arsénobétaïne environ 31 fois plus élevées. Les concentrations en « toxic relevant arsenic » sont également plus élevées chez les consommateurs de poisson ou de riz, mais de façon moins prononcée.
- Les concentrations en arsenic total, « toxic relevant arsenic » et arsénobétaïne sont du même ordre de grandeur que dans d'autres études analogues.

Adultes 40-59 ans

- L'arsenic total a été quantifié chez 99% des adultes.
- Les adultes ayant consommé des produits de la mer dans les 4 jours précédant la collecte d'urine ont une concentration médiane en arsenic total presque 3 fois plus élevée que ceux qui n'en ont pas consommé.
- La consommation récente de poisson est associée à des concentrations en arsénobétaïne environ 6 fois plus élevées. Les concentrations en « toxic relevant arsenic » sont également plus élevées chez les consommateurs de poisson ou de riz, mais de façon moins prononcée.
- Les concentrations en arsenic total, « toxic relevant arsenic » et arsénobétaïne sont du même ordre de grandeur que dans d'autres études analogues.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

e. Chrome

Adolescents et adultes 20-39 ans

- Il a été quantifié chez 11% des adolescents et des adultes.

Enfants

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

Adultes 40-59 ans

- Il a été quantifié dans 15% des échantillons des adultes.

f. Nickel

Adolescents

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

Enfants

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

Adultes 40-59 ans

- Il a été quantifié chez 61% des adultes.

g. Thallium

Adolescents

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

Enfants

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

Adultes 40-59 ans

- Il a été quantifié chez 92% des adultes, en concentration plus élevée chez les hommes et chez les fumeurs.

h. Sélénium, cuivre et zinc

Adolescents, adultes 20-39 ans, enfants, adultes 40-59 ans

- 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 entrainer de effets néfastes.
- Peu de données de comparaison existent pour ces 3 éléments.

i. Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge pour l'ensemble des métaux :

Pour les métaux urinaires, les niveaux de concentration sont plus élevés chez les enfants (phase 2) que chez les adolescents et les adultes (phase 1 et 3), excepté pour le cadmium qui est un toxique cumulatif et le mercure, vraisemblablement en lien avec une plus grande proportion d'amalgames dentaires chez

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

les adultes. Pour les métaux sanguins (plomb, cadmium et mercure), plus l'âge augmente et plus les niveaux sont élevés.

7. Substances per- et polyfluoroalkylées (PFAS)

Nouveau-nés, adolescents et adultes 20-39 ans

- 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.

Adultes 40-59 ans

- Excepté le PFHxA et le PFHpA, les PFAS ont été quantifiés dans la plupart des échantillons de sang. Les 3 PFAS mesurés en plus grandes concentrations sont le PFOS suivi par le PFOA et le PFHxS.
- Les échantillons de sang des hommes sont plus contaminés en PFOA et PFOS que ceux des femmes. Les voies d'élimination additionnelles de ces substances par l'allaitement maternel et les menstruations, ainsi que des habitudes alimentaires, ou le métabolisme différent entre les hommes et les femmes pourraient expliquer cette différence entre les sexes.
- Pour le PFOA et le PFOS qui sont soumis à des restrictions de production et d'utilisation depuis plusieurs années, les niveaux sont plus bas dans la population étudiée qu'ailleurs. Pour les autres PFAS, pour lesquels les restrictions sont très récentes, les niveaux wallons sont proches des autres études. Probablement qu'il faudra attendre quelques années pour constater les effets de ces mesures.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : Les PFAS étant des polluants qui ont tendance à s'accumuler dans l'organisme, il n'est donc pas étonnant d'observer que les concentrations en PFNA, PFHxS et PFOS augmentent significativement avec l'âge dans la population wallonne. Pour les autres PFAS, soit le niveau de quantification est très faible, soit il n'y a pas de différence significative entre les catégories d'âge.

8. Polybromodiphényléthers (PBDE)

Adolescents et adultes 20-39 ans

- 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 PBDE en Wallonie sont comparables aux concentrations observées en Europe mais bien plus basses que celles observées en Amérique du Nord.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

9. Minéraux essentiels

Enfants 6-11 ans

- Le statut iodé des enfants wallons apparaît globalement adéquat selon les critères de l'OMS et s'est amélioré par rapport à une enquête belge réalisée en 2010-2011. L'iodurie est plus élevée chez les garçons.
- Les apports estimés en sel sont supérieurs aux recommandations adaptées à l'âge (3 à 3,5 g/jour).

10. Retardateurs de flamme phosphorés (RFP)

Enfants

- Parmi les quatre métabolites de RFP recherchés, le DPP est retrouvé dans 100% des échantillons et présente les concentrations les plus élevées.
- L'influence de l'âge et du sexe est limitée. Les concentrations sont légèrement plus élevées chez les enfants de 3 à 5 ans, mais la différence n'est significative que pour le DBP. Seul le BDCPP présente des concentrations significativement plus élevées chez les garçons.
- Globalement, les niveaux d'exposition des enfants wallons aux RFP sont proches de ceux observés dans d'autres études européennes.

11. Phtalates et DINCH

Adolescents et adultes de 20 à 39 ans

- Les métabolites de phtalates sont retrouvés dans la majorité des échantillons avec des concentrations plus élevées pour les métabolites des phtalates de faible poids moléculaire. Les métabolites du DINCH sont quantifiés dans moins de la moitié des échantillons.
- Pour la majorité des métabolites de phtalates et du DINCH, les concentrations sont plus élevées chez les adolescents que chez les adultes. Plusieurs métabolites présentent également des concentrations plus élevées chez les hommes.
- Les concentrations mesurées chez les adolescents et les adultes sont inférieures pour plusieurs métabolites à celles rapportées dans d'autres études européennes.

Enfants

- La plupart des métabolites de phtalates sont quantifiés chez plus de 95% des enfants. Les trois métabolites du DINCH sont retrouvés dans plus de 70% des échantillons.
- L'influence du sexe est limitée. Plusieurs métabolites, notamment du DINCH, présentent des concentrations plus élevées chez les enfants plus jeunes.
- Les niveaux mesurés chez les enfants wallons sont globalement proches de ceux rapportés dans les autres études européennes.

Adultes de 40 à 59 ans

- Les métabolites des phtalates de faible poids moléculaire sont mesurés aux concentrations les plus élevées.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

- Plusieurs métabolites de phtalates et du DINCH présentent des concentrations plus élevées chez les hommes que chez les femmes.
- Les concentrations sont souvent inférieures à celles rapportées dans les autres études européennes, même si les données de comparaison disponibles sont limitées.

Comparaison des résultats des différentes catégories d'âge : les enfants (phase 2) présentent des concentrations urinaires significativement plus élevées que les adolescents et les adultes (phases 1 et 3) pour l'ensemble des métabolites de phtalates et du DINCH étudiés. Les adolescents présentent généralement des concentrations supérieures à celles des adultes. Cette plus forte exposition des enfants pourrait notamment être liée à leurs comportements (notamment le contact main-bouche), à un contact plus important avec les poussières et à une consommation d'eau et d'aliments plus élevée rapportée au poids corporel.

Recherche des facteurs influençant l'exposition aux substances analysées

Une analyse statistique a été réalisée en croisant les concentrations mesurées dans le sang et l'urine avec les informations recueillies par questionnaire et des données caractérisant l'environnement résidentiel, afin d'identifier les principaux déterminants d'exposition aux substances analysées dans le cadre du programme BMH-Wal. De nombreuses associations ont été mises en évidence, dont plusieurs sont communes à différentes catégories d'âge et cohérentes avec la littérature. L'alimentation apparaît comme un déterminant important de l'exposition aux pesticides, aux métaux et aux PFAS ; l'alimentation biologique est notamment associée à des niveaux plus faibles en plusieurs pesticides. L'élevage domestique de poules est associé à une exposition accrue à certains PFAS, tandis que le tabagisme constitue un déterminant majeur de l'exposition aux HAP et au cadmium. Les caractéristiques du logement, comme son ancienneté, la présence de tapis ou la fréquence de nettoyage, ainsi que l'environnement résidentiel, sont également associés à l'imprégnation en plomb, PFAS, pesticides ou certains métaux. Ces résultats mettent ainsi en évidence des leviers d'action individuels et collectifs. Ils doivent toutefois être interprétés avec prudence : les associations observées ne démontrent pas à elles seules un lien de causalité et les modèles statistiques n'expliquent généralement qu'environ 20% de la variabilité des niveaux d'imprégnation.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

CONCLUSION

Au total, cent onze biomarqueurs ont été analysés dans les prélèvements biologiques de 1732 Wallons et Wallonnes, répartis en six catégories d'âge allant des nouveau-nés aux adultes de 40 à 59 ans. Des valeurs de référence d'exposition ont été déterminées pour les substances avec des taux de détection suffisants. Ces valeurs permettent avant tout de caractériser le niveau d'imprégnation de fond de la population wallonne. Elles permettent également de situer l'imprégnation d'un individu par rapport à cette population et d'identifier des niveaux d'exposition élevés ; elles ne constituent toutefois pas des seuils sanitaires.

Les niveaux d'exposition retrouvés en Wallonie sont globalement du même ordre que ceux retrouvés dans d'autres pays européens, voire inférieurs pour les substances qui ont subi, ces dernières années, des restrictions au niveau belge et/ou européen. Pour certaines de ces substances, les niveaux observés sont compatibles avec les effets attendus des politiques de réduction ou d'interdiction, sans que l'exposition ait pour autant disparu.

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 », les PFAS et certains métabolites de phtalates.

Les enfants semblent plus particulièrement exposés à la plupart des métaux (dosés dans l'urine), aux bisphénols, aux pesticides (pyréthrinoïdes et organophosphorés y compris le glyphosate) ainsi qu'aux phtalates et au DINCH, comparativement aux adultes. Cette différence pourrait être liée à des comportements main-bouche plus fréquents, un plus grand temps passé à jouer au sol à l'intérieur comme à l'extérieur, une alimentation différente ou encore une plus grande consommation d'eau et de nourriture par rapport à leur poids. Les enfants semblent également plus exposés aux HAP mais il est difficile de déterminer si cette différence est liée à la catégorie d'âge ou à la période de recrutement. Pour les substances qui ont tendance à s'accumuler dans l'organisme comme les polluants organiques persistants (PCB, pesticides organochlorés et PFAS) ou certains métaux (plomb sanguin, cadmium), les adultes plus âgés sont plus imprégnés.

Enfin, l'analyse des données recueillies par questionnaire et des caractéristiques de l'environnement résidentiel a permis d'identifier plusieurs déterminants d'exposition, notamment liés à l'alimentation, au tabagisme, au logement et au lieu de vie. Ces résultats contribuent à mieux caractériser les sources d'exposition et à identifier des leviers d'action individuels et collectifs pour réduire l'exposition de la population wallonne aux substances chimiques.

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

ET MAINTENANT ?

Le programme BMH-Wal se poursuit avec le développement d'outils visant à faciliter la communication, l'accès et la valorisation des résultats auprès des différents publics.

Les prochaines étapes prévoient également d'étendre le biomonitoring aux Wallon·ne·s âgés de 60 ans et plus, afin de compléter la couverture des différentes catégories d'âge de la population.

Le suivi du biomonitoring permettra aussi d'étudier l'évolution des niveaux d'imprégnation au cours du temps, notamment en comparant les résultats obtenus chez les jeunes adultes dans le cadre de BMH-Wal à ceux recueillis plusieurs années plus tard dans le cadre du biomonitoring mené au sein du partenariat européen PARC[21]. Ce partenariat, auquel l'ISSeP participe, vise à améliorer l'évaluation des risques liés aux substances chimiques et à renforcer la protection de la santé humaine et de l'environnement.

[21] https://www.issep.be/bmh-parc/

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

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	19.9%	3.4	3.4	73	
	Arsenic spécié (TRA)	urine					-	3.7	3.5	13	-	3.7	3.3	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	
PCB	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	
PCB-DL	PCB-77	sang					100%	<0.001	<0.001	n.d.					
	PCB-81	sang					100%	<0.001	<0.001	n.d.					
	PCB-105	sang					92.1%	<0.0055	<0.0055	0.0061					
	PCB-114	sang					84.9%	<0.0012	<0.0012	0.0015					
	PCB-123	sang					100%	<0.001	<0.001	n.d.					
	PCB-126	sang					100%	<0.001	<0.001	n.d.					
	PCB-156	sang					49.4%	<0.0034	0.0035	0.0100					
	PCB-157	sang					85.4%	<0.0021	<0.0021	0.0026					
	PCB-167	sang					61.9%	<0.0023	<0.0023	0.0044					
	PCB-169	sang					100%	<0.001	<0.001	n.d.					
	PCB-189	sang					97.5%	<0.002	<0.002	n.d.					
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.	

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)

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	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	
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.	
HAP	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-hydroxypyrène	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.	

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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	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
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
PBDE	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.
Phtalates	MEP	urine					1.9%	16.5	14.4	150	3.1%	11.1	10.9	150
	MnBP	urine					7.0%	8.76	9.79	45	11.2%	6.04	7.53	45
	MiBP	urine					4.7%	12.1	12.8	78	9.2%	8.11	9.38	78
	5-oxo-MEHP	urine					16.3%	1.59	1.68	7.8	26.5%	1.20	1.36	7.8
	5-OH-MEHP	urine					8.5%	2.31	2.53	12	16.9%	1.75	2.00	12
	5-cx-MEPP	urine					10.1%	3.65	3.82	15	13.5%	3.02	3.10	15
	MEHP	urine					60.5%	<0.62	<0.62	3.2	52.3%	0.68	<0.62	3.2
	MBzP	urine					31.9%	1.30	1.19	16	31.9%	1.30	1.19	16
	cx-MiNP	urine					19.8%	2.00	1.93	9.0	32.7%	1.74	1.72	9.0
	OH-MiNP	urine					18.6%	2.24	2.25	15	30.8%	1.94	1.89	15
	6-OH-MiDP	urine					84.4%	<1.00	<1.00	2.0	84.4%	<1.00	<1.00	2.0
DINCH	OH-MICH	urine					57.4%	1.01	<1.00	6.7	68.8%	<1.00	<1.00	6.7
	cx-MINCH	urine					55.8%	<1.00	<1.00	4.1	55.8%	<1.00	<1.00	4.1
	Oxo-MINCH	urine					70.2%	<1.00	<1.00	4.7	78.5%	<1.00	<1.00	4.7

n.d. : non déterminé

TABLEAU 2 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES NOUVEAU-NÉS, LES ADOLESCENTS ET LES ADULTES DE 20-39 ANS (BMH-WAL 1) EXPRIMÉES EN µG/L

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Substances (µg/L)	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
	Arsénobétaïne (AB)	urine	27.7%	3.0	2.8	86	27.7%	3.0	2.8	86
	Arsenic spécié (TRA)	urine	-	5.5	4.8	18	-	5.5	4.8	18
	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.
HAP	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-hydroxypyrène	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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Substances (µg/L)	Matrice	**Enfants** (3-5 ans)				**Enfants** (6-11 ans)			
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95
	Iode (I)	urine					0.0%	134	132	
	Sodium (Na) **(en mmol/L)**	urine					0.0%	105	115	
Phtalates	MEP	urine	0.0%	20.4	18.8	140	0.0%	25.6	22.5	140
	MnBP	urine	0.0%	25.2	26.0	92	0.0%	25.2	26.0	92
	MiBP	urine	0.0%	36.1	35.3	190	0.0%	36.1	35.3	190
	5-oxo-MEHP	urine	0.5%	5.49	5.37	22	0.5%	5.49	5.37	22
	5-OH-MEHP	urine	0.2%	8.52	8.49	33	0.2%	8.52	8.49	33
	5-cx-MEPP	urine	0.5%	11.2	10.7	43	0.5%	11.2	10.7	43
	MEHP	urine	39.6%	0.85	0.82	4.2	39.6%	0.85	0.82	4.2
	MBzP	urine	5.0%	3.49	3.33	27	5.0%	3.49	3.33	27
	cx-MiNP	urine	3.5%	5.49	5.47	23	1.7%	4.90	4.58	23
	OH-MiNP	urine	1.2%	6.70	6.39	27	1.2%	6.70	6.39	27
	6-OH-MiDP	urine	44.1%	1.16	1.10	4.8	47.8%	1.00	1.04	4.8
DINCH	OH-MICH	urine	15.4%	3.05	3.15	18	13.2%	2.67	2.32	18
	cx-MINCH	urine	18.9%	1.85	1.82	8.0	26.8%	1.55	1.47	8.0
	Oxo-MINCH	urine	27.0%	2.00	1.99	14	27.0%	2.00	1.99	14
RFP	DPP	urine	0.0%	2.12	2.16	7.9	0.0%	2.12	2.16	7.9
	DBP	urine	21.5%	0.17	0.17	0.62	33.3%	0.14	0.15	0.62
	BDCPP	urine	11.5%	0.36	0.36	2.6	11.5%	0.36	0.36	2.6
	BCPHPP	urine	1.0%	0.98	0.85	6.6	1.0%	0.98	0.85	6.6

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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Substances (µg/L)	Matrice	**Adultes** (40-59 ans)				
			%<LOQ	MG	P50	VR95	
Métaux	Cadmium (Cd)	sang	0.4%	0.29	0.28	0.78	*
		urine	11.3%	0.16	0.17	0.94	*
	Plomb (Pb)	sang	0.0%	15.0	14.9	34	
		urine	5.6%	0.43	0.44	1.7	
	Mercure (Hg)	sang	0.3%	1.81	2.08	4.7	
		urine	81.8%	<0.25	<0.25	0.66	
	Arsenic total (As T)	urine	1.3%	8.02	7.63	79	
	Arsénobétaïne (AB)	urine	14.0%	3.7	4.1	53	
	Arsenic spécié (TRA)	urine	-	3.7	3.4	13	
	Chrome (Cr)	urine	85.1%	<0.20	<0.20	0.37	
	Zinc (Zn)	urine	3.3%	196	208	990	
	Sélénium (Se)	urine	1.0%	15.8	15.9	58	
	Nickel (Ni)	urine	49.0%	<1.0	1.02	4.2	
	Thallium (Tl)	urine	7.6%	0.14	0.16	0.44	
	Cuivre (Cu)	urine	2.0%	5.59	5.56	19	
PCB	PCB-118	sang	100%	<0.17	<0.17	n.d.	
	PCB-138	sang	40.2%	0.15	0.17	0.39	
	PCB-153	sang	1.0%	0.25	0.24	0.63	
	PCB-180	sang	1.0%	0.20	0.21	0.53	
Bisphénols	BPP	urine	100%	<0.09	<0.09	n.d.	
	BPF	urine	56.2%	0.09	<0.07	1.2	
	BPA	urine	44.1%	0.37	0.34	2.3	
	BPS	urine	33.8%	0.21	0.22	2.2	
	BPZ	urine	89.3%	<0.06	<0.06	0.09	
Pesticides Organochlorés	HCB	sang	78.4%	<0.08	<0.08	0.12	
	4,4'-DDE	sang	65.1%	<0.40	<0.40	1.4	
	a-HCH	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	b-HCH	sang	86.0%	<0.05	<0.05	0.08	
	g-HCH	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	ALDRINE	sang	100%	<0.13	<0.13	n.d.	
	DIELDRINE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	ENDRINE	sang	100%	<0.50	<0.50	n.d.	
	t-CHLORDANE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	2,4'-DDT	sang	100%	<0.41	<0.41	n.d.	
	OXYCHLORDANE	sang	100%	<0.15	<0.15	n.d.	
	c-NONACHLOR	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	t-NONACHLOR	sang	100%	<0.06	<0.06	n.d.	
	HEPTACHLOR EPOXYDE	sang	100%	<0.20	<0.20	n.d.	
	β-ENDOSULFAN	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.	
	2,4'-DDE	sang	100%	<0.08	<0.08	n.d.	

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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Substances	Matrice	**Adultes** (40-59 ans)				
			%<LOQ	MG	P50	VR95	
HAP	1-naphtol	urine	53.0%	0.44	<0.40	2.3	*
	2-naphtol	urine	10.9%	2.09	1.92	16	*
	2-hydroxyfluorène	urine	78.6%	<0.10	<0.10	0.29	*
	3-hydroxyfluorène	urine	91.4%	<0.10	<0.10	0.15	*
	9-hydroxyfluorène	urine	52.3%	0.12	<0.10	1.0	*
	1-hydroxyphénanthrène	urine	60.9%	<0.10	<0.10	0.33	*
	2-hydroxyphénanthrène	urine	94.7%	<0.10	<0.10	n.d.	*
	3-hydroxyphénanthrène	urine	81.2%	<0.10	<0.10	0.20	*
	4-hydroxyphénanthrène	urine	91.0%	<0.10	<0.10	0.13	*
	1-hydroxypyrène	urine	91.4%	<0.15	<0.15	0.21	*
	Glyphosate	urine	81.5%	<0.08	<0.08	0.13	
	AMPA	urine	91.1%	<0.15	<0.15	n.d.	
Organophosphorés	DEP	urine	17.3%	1.41	1.44	8.1	
	DETP	urine	93.4%	<0.50	<0.50	n.d.	
	DEDTP	urine	100%	<0.50	<0.50	n.d.	
	DMTP	urine	59.1%	<0.50	<0.50	2.9	
	DMDTP	urine	91.4%	<0.50	<0.50	0.55	
	TCPY	urine	9.7%	0.23	0.23	1.0	
Pyréthrinoïdes	c-DCCA	urine	76.3%	<0.20	<0.20	0.72	
	t-DCCA	urine	41.3%	0.22	0.19	1.7	
	DBCA	urine	58.0%	<0.30	<0.30	1.7	
	3-PBA	urine	11.3%	0.38	0.40	2.5	
	4-F-3-PBA	urine	98.0%	<0.11	<0.11	n.d.	
PFAS	PFHxA	sang	100%	<0.10	<0.10	n.d.	
	PFHpA	sang	99.7%	<0.10	<0.10	n.d.	
	PFOA	sang	11.6%	1.00	1.06	2.5	
	PFNA	sang	2.6%	0.37	0.39	0.98	
	PFDA	sang	21.9%	0.16	0.17	0.49	
	PFHxS	sang	3.6%	0.71	0.79	2.0	
	PFOS	sang	3.3%	2.37	2.51	8.6	
Phtalates	MEP	urine	2.1%	13.5	11.8	300	
	MnBP	urine	7.9%	6.87	7.74	46	
	MiBP	urine	3.1%	9.42	8.38	86	
	5-oxo-MEHP	urine	25.3%	1.11	1.13	6.6	
	5-OH-MEHP	urine	11.6%	1.65	1.74	9.0	
	5-cx-MEPP	urine	21.2%	2.31	2.38	11	
	MEHP	urine	68.5%	<0.62	<0.62	2.7	
	MBzP	urine	39.4%	1.03	0.87	9.5	
	cx-MiNP	urine	36.3%	1.46	1.57	5.5	
	OH-MiNP	urine	29.1%	1.70	1.83	8.4	
	6-OH-MiDP	urine	89.4%	<1.00	<1.00	1.7	

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

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199

	Substances	Matrice	**Adultes** (40-59 ans)			
			%<LOQ	MG	P50	VR95
DINCH	OH-MICH	urine	68.2%	<1.00	<1.00	7.2
	cx-MINCH	urine	67.1%	<1.00	<1.00	4.0
	Oxo-MINCH	urine	78.1%	<1.00	<1.00	4.5

TABLEAU 4 : STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES ADULTES 40-59 ANS (BMH-WAL 3) EXPRIMÉES EN µG/L

Ce rapport ne peut être reproduit, sinon en entier, sauf accord de l'Institut - Résumé BMH-Wal 1 à 4 - n° RAP-26-02199