



BMH-WAL
Surveiller l'exposition des Wallons
aux substances chimiques

BIOMONITORING HUMAIN WALLON

BMH-WAL

Détermination des Valeurs de Référence pour la population wallonne

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

RÉSUMÉ

30 septembre 2021

MISE A JOUR du document → voir Version 2 (nouveau document)

Evolution de la méthodologie d'élaboration des valeurs de référence d'exposition (VR95) de la population générale wallonne.

La science n'est pas un domaine figé. Elle est en constante progression. Ainsi entre la phase 1 du programme de biomonitoring wallon, BMH-Wal 1 et la phase 2, BMH-Wal 2, la méthodologie d'élaboration des valeurs de référence d'exposition a évolué.

Pour rappel, le percentile utilisé pour établir la valeur de référence VR95 est le percentile 95 et son intervalle de confiance à 95%.

La valeur de référence, VR95, de chaque biomarqueur peut être déterminée selon le sexe, les sous-classes d'âges ou d'autres critères (tabagisme et consommation de poisson par exemple). Afin d'estimer la pertinence d'établir des VR95 différentes en fonction de ces critères de partition, les P95 sont comparés au moyen du test Z pour une proportion (test unilatéral). Des VR95 spécifiques pour ces groupes ont été établies quand une différence au seuil <0.001 était constatée.

Le nombre de VR95 change. Certaines VR95 (BMH-Wal 1, sept. 2021) ont été abandonnées, d'autres ajoutées.

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), les 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 du livrable final du projet BMH-Wal phase I (BMH-Wal 1), ayant pour mission la détermination des valeurs de référence d'exposition de 3 catégories d'âge de la population wallonne (les nouveau-nés, 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 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 biomonitorings 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 DE LA PREMIÈRE PHASE DU BIOMONITORING WALLON

L'objectif principal du projet BMH-Wal est la détermination de valeurs de référence d'exposition des wallons à un panel de polluants et de substances chimiques auxquelles 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 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. Les données obtenues via le biomonitoring humain 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.

Les substances recherchées dans cette première phase sont :

- Dans l'urine des adolescents et des adultes :

- Les métaux que sont le plomb, le cadmium, le mercure, l'arsenic total, le chrome, le sélénium, le zinc et le cuivre (ces trois derniers sont aussi des oligo-éléments)
 - Les pesticides insecticides de type pyréthrinoïdes (d'usage privé et professionnel) et organophosphorés (d'usage professionnel uniquement, dont le métabolite du chlorpyrifos interdit depuis décembre 2019)
 - Le pesticide herbicide glyphosate et son métabolite l'Ampa, interdit en Wallonie pour les usages privés depuis le 1^{er} juin 2017 mais toujours utilisé en agriculture
 - Des plastifiants reconnus perturbateurs endocriniens comme le bisphénol A et ses alternatives
 - Des biomarqueurs de produits de dégradation des processus de combustion comme les HAPs
- Dans le sang des adolescents et des adultes et dans le sang de cordon des nouveau-nés
- Le plomb, le cadmium et le mercure
 - Des pesticides organochlorés interdits depuis de nombreuses années par la Convention de Stockholm sur les POPs mais dont on retrouve encore des traces étant donné leur grande rémanence dans l'environnement (DDT, chlordane, dieldrine, aldrine, hexachlorobenzène, etc.)
 - Des 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

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 les maternités pour les nouveau-nés (1 maternité par province), les écoles secondaires pour les adolescents et des institutions publiques pour les adultes.

La période de recrutement des participants initialement prévue de novembre 2019 à mars 2020 a été allongée en raison de la pandémie de coronavirus. Le recrutement s'est achevé le 31 juillet 2020.

Des données sociodémographiques, sur l'alimentation, les loisirs, la santé générale, l'environnement résidentiel, la consommation 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 papier. 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, néanmoins ce ne sont pas moins de 828 Wallons et Wallonnes qui ont participé à l'étude : 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%). La figure suivante indique leur répartition par province (Figure 1).

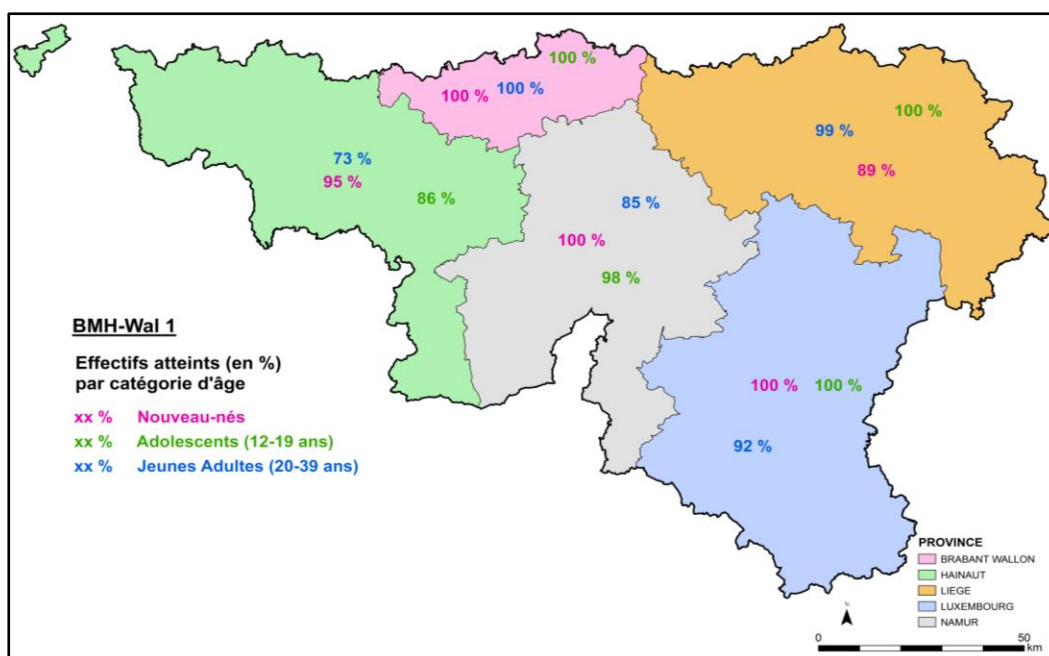


FIGURE 1 : EFFECTIFS ATTEINTS PAR PROVINCE EN FONCTION DE LA CATÉGORIE D'ÂGE – BMH-WAL 1 (2019-2020)

La parité homme/femme est respectée chez les nouveau-nés et les adolescents, un peu moins chez les adultes avec 58% de femme pour 41% d'hommes recrutés. L'âge moyen chez les adolescents est de 15.1 ans et de 31.5 ans chez les adultes. Le niveau socioéconomique des classes adolescents et adultes est 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 et de 2% chez les adolescents. Peu de mamans consomment au moins un verre d'alcool par semaine (15%) en comparaison des adultes (58%).

Valeurs de référence obtenues pour la Wallonie

Les statistiques descriptives et la valeur de référence (VR95) obtenues pour les 3 catégories d'âge sont reprises dans les tableaux situés en annexe. Ils reprennent les valeurs des moyennes

géométriques (MG), des médianes (P50) et les valeurs de référence (VR95) (P95) exprimés en $\mu\text{g/L}$ pour l'ensemble des biomarqueurs. 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. Lorsque cela est pertinent, les valeurs de référence VR95 sont définies par catégorie d'âge. Pour les HAPs et le cadmium, les VR95 se réfèrent à la catégorie 'non-fumeur', si cela est pertinent.

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 bisphénol urinaire et des PCBs urinaires (somme des PCBs 138-153-180). 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 risques 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 possible.

Des dépassements de la valeur HBM I ont été observés pour le cadmium urinaire 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. Tous ces dépassements restent toutefois toujours inférieurs aux valeurs HBM II.

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 ($25\mu\text{g/L}$). 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 $12\mu\text{g/L}$ 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= $15\mu\text{g/L}$) 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= $28\mu\text{g/L}$) est supérieure à la valeur de vigilance française (25 adultes sont concernés). La VR95 des adolescents (VR95= $22\mu\text{g/L}$) est quant à elle inférieure à la valeur de vigilance (7 adolescents concernés).

Analyse par catégorie d'âge

Chez les nouveau-nés, sur les 23 biomarqueurs recherchés dans le sang de cordon (3 métaux, 16 pesticides organochlorés et 4 PCBs), 21 n'ont pu être quantifiés que chez moins de 5% des nouveau-nés. Le plomb et le mercure étaient quant à eux quantifiables, respectivement, chez 100 % et 94 %

des nouveau-nés. La valeur de référence P95 a été établie pour ces deux métaux : 15 µg/L pour le plomb sanguin et 3.7 µg/L pour le mercure sanguin.

Chez les adolescents et les adultes, en plus des 23 substances recherchées dans le sang (identiques à celles chez les nouveau-nés), 34 biomarqueurs ont été recherchés dans l'urine : 8 métaux, 5 bisphénols, 10 HAPs, 6 métabolites de pesticides organophosphorés, 5 métabolites de pesticides pyréthrinoïdes, le glyphosate et son métabolite. Des taux de quantification trop faibles n'ont pas permis d'élaborer une valeur de référence pour un bisphénol (BPP) et un métabolite de pesticide organophosphoré (DEDTP), 2 PCBs (PCB-118 et PCB-138) et 14 pesticides organochlorés. Des valeurs de référence ont pu être établies pour les autres substances.

La dernière colonne du tableau 2 (en annexe) renseigne les facteurs de partition significatifs (catégorie d'âge, tabagisme, fréquence de consommation d'alcool, consommation récente ou non de poisson et présence ou non d'amalgame dentaire). Les valeurs de référence établies pour les différents facteurs significatifs se trouvent dans les rapports et la synthèse.

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

Globalement, les résultats obtenus pour les marqueurs mesurés dans BMH-Wal 1 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 ou le BPA par exemple). Les niveaux de concentration en Pb dans l'urine et le sang mesurés dans la population d'étude sont moins élevés que récentes au Canada et aux Etats-Unis (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, les oligo-éléments (Zn, Cu, Se) ou le Cr sont peu nombreuses.

Analyse par (familles de) substances

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

- 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 (généotoxiques et neurotoxiques), a été retrouvé dans plus de 90% des échantillons d'urine (ados et adultes). Aucun participant n'a cependant atteint la valeur de référence sanitaire du TCPY. En juin 2015, le chlorpyrifos avait été retrouvé chez 100 % des enfants (de 9 à 12 ans) en Wallonie à des concentrations bien plus élevées (de 5 à 6 fois).

Les pesticides anciens : 16 insecticides organochlorés

- 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

- Sur les 4 PCBs « indicateurs » recherchés (les PCBs sont interdits en Europe et en Wallonie depuis les années 1980), un n'a jamais été retrouvé (PCB-118) et un autre (PCB-138) a été retrouvé chez 3.4% des participants. Les PCBs 153 et 180 ont été retrouvés chez la majorité des adolescents et des adultes (et chez très peu de nouveau-nés).
- Comme attendu, les PCBs sont retrouvés plus souvent et en plus grande concentration chez les adultes.
- Les concentrations mesurées pour la somme des PCBs-138, -153, -180, chez les Wallons en 2019-2020, sont largement inférieures aux concentrations rapportées par les études anciennes (2008-2011) quel que soit le pays considéré. Cependant, elles sont très proches des valeurs retrouvées chez les ados en Flandre recrutés entre 2017 et 2018.

Les HAPs

- 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.

Les Bisphénols

- 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.

Le mercure

- 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.

Le plomb

- 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 sont inférieurs à ceux d'études européennes plus anciennes

Le cadmium

- 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.

L'arsenic total

- 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.
- Les concentrations sont semblables à celles retrouvées dans d'autres études analogues.

Le chrome

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

Le sélénium, le cuivre et le zinc

- Le sélénium, le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments nécessaires au bon fonctionnement de l'organisme. Une concentration excessive en zinc peut perturber l'absorption du cuivre. Un excès en sélénium peut être toxique (sélénose).
- Peu de données de comparaison existent pour ces 3 éléments.

CONCLUSION

Des valeurs de référence d'exposition pour les Wallons ont pu être déterminées pour une trentaine de substances.

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

Bien que les niveaux d'imprégnation en plomb et en mercure chez les nouveau-nés wallons en 2019-2020 soient faibles, 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.

Les pesticides utilisés actuellement sont largement présents dans notre corps. Les adolescents 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 2 de BMH-WAL est déjà en route. Des nouvelles classes d'âge, sont en cours d'investigations. Les prélèvements d'urine ont été réalisés auprès d'enfants de 3 à 5 ans et de 6 à 11 ans et les valeurs de référence pour les mêmes biomarqueurs urinaires seront calculés.

Des substances complémentaires seront analysées dans les aliquotes d'urine et /ou de sang (sang de cordon) mis en biobanque des nouveau-nés, adolescents (12-19 ans) et adultes (20 à 39 ans) de la phase 1 de BMH-Wal.

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 comme outil de surveillance des substances dans l'environnement.

ANNEXE

Substances		Matrice	Nouveau-nés (sang de cordon)			
			%<LOQ	MG	P50	VR95
Métaux	Cadmium (Cd)	sang	100%	<0.07	<0.07	n.d.
	Plomb (Pb)	sang	0.0%	6.6	6.1	15
	Mercure (Hg)	sang	5.7%	0.92	0.99	3.7
PCBs	PCB-118	sang	100%	<0.17	<0.17	n.d.
	PCB-138	sang	100%	<0.15	<0.15	n.d.
	PCB-153	sang	96.5%	<0.07	<0.07	n.d.
	PCB-180	sang	95.1%	<0.05	<0.05	n.d.
Pesticides Organochlorés	HCB	sang	98.6%	<0.08	<0.08	n.d.
	4,4'-DDE	sang	98.9%	<0.40	<0.40	n.d.
	a-HCH	sang	100%	<0.05	<0.05	n.d.
	b-HCH	sang	99.3%	<0.05	<0.05	n.d.
	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.

TABLEAU 1: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES NOUVEAU-NÉS, BMH-WAL 1

	Substances	Matrice	Adolescents (12-19 ans)				Adultes (20-39 ans)				Facteurs significatifs chez les 12-39 ans	
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95		
Métaux	Cadmium (Cd)	sang	14.0%	0.14	0.14	0.45	14.0%	0.14	0.14	0.45	C G T	**
		urine	20.8%	0.13	0.15	0.58	20.8%	0.13	0.15	0.58	T	**
	Plomb (Pb)	sang	0.0%	9.4	8.8	22	0.0%	11.6	11.2	28	C G A	
		urine	8.2%	0.38	0.41	1.3	8.2%	0.38	0.41	1.3	G T	*
	Mercure (Hg)	sang	4.3%	0.65	0.67	2.1	3.9%	0.88	1.02	2.7	C G P	
		urine	91.1%	<0.25	<0.25	0.37	85.8%	<0.25	<0.25	0.52	C D	
	Arsenic total (As T)	urine	1.0%	7.87	6.76	78	1.0%	7.87	6.76	78	P	*
	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	C G	
PCBs	Sélénium (Se)	urine	0.35%	24.2	28.1	58	0.39%	16.2	18.7	54	C G	
	Cuivre (Cu)	urine	0.0%	9.42	10.3	23	0.35%	6.36	7.07	18	C G	
	PCB-118	sang	100%	<0.17	<0.17	n.d.	100%	<0.17	<0.17	n.d.		
	PCB-138	sang	99.3%	<0.15	<0.15	n.d.	93.8%	<0.15	<0.15	n.d.	C	
Pesticides Organochlorés	PCB-153	sang	39.1%	0.07	0.09	0.21	23.1%	0.10	0.11	0.30	C	
	PCB-180	sang	46.4%	0.05	0.05	0.15	15.0%	0.09	0.09	0.29	C	
	HCB	sang	87.0%	<0.08	<0.08	0.10	73.8%	<0.08	<0.08	0.13	C G	
	4,4'-DDE	sang	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.		
	b-HCH	sang	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.		
	ALDRINE	sang	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.		
	ENDRINE	sang	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.		
	2,4'-DDT	sang	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.		
	c-NONACHLOR	sang	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.		
	HEPTACHLOR EPOXYDE	sang	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.		
	2,4'-DDE	sang	100%	<0.08	<0.08	n.d.	100%	<0.08	<0.08	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	G	*
	BPS	urine	40.8%	0.19	0.17	2.6	54.4%	0.14	<0.09	1.8	C	
	BPZ	urine	90.4%	<0.06	<0.06	0.10	95.4%	<0.06	<0.06	n.d.	C	

A : Fréquence de consommation d'alcool ; C : Catégorie d'âge ; D : Présence d'amalgame dentaire ; G : Genre ; P : Consommation récente de poisson ; T : Tabagisme

* résultats pour les 12-39 ans (pas de différence statistiquement significative entre les adolescents et les adultes)

**résultats pour les non-fumeurs (pour le Cadmium urinaire : 'non-fumeur' adulte)

TABEAU 2A: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES ADOLESCENTS ET LES ADULTES, BMH-WAL 1

	Substances	Matrice	Adolescents (12-19 ans)				Adultes (20-39 ans)				Facteurs significatifs chez les 12-39 ans	
			%<LOQ	MG	P50	VR95	%<LOQ	MG	P50	VR95		
HAPs	1-naphtol	urine	46.3%	0.48	0.45	2.5	46.3%	0.48	0.45	2.5	G T	**
	2-naphtol	urine	3.6%	3.79	3.70	28	3.6%	3.79	3.70	28	C G T	**
	2-hydroxyfluorène	urine	90.8%	<0.10	<0.10	0.19	90.8%	<0.10	<0.10	0.19	C G T	**
	3-hydroxyfluorène	urine	91.8%	<0.10	<0.10	0.16	91.8%	<0.10	<0.10	0.16	C T	**
	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	0.60	43.3%	0.13	0.13	0.60	T	**
	2-hydroxyphénanthrène	urine	81.6%	<0.10	<0.10	0.22	81.6%	<0.10	<0.10	0.22	C G T	**
	3-hydroxyphénanthrène	urine	60.9%	<0.10	<0.10	0.42	60.9%	<0.10	<0.10	0.42	G T	**
	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	T	**
	Glyphosate	urine	72.7%	<0.08	<0.08	0.23	82.4%	<0.08	<0.08	0.23	C G	
	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	13.4	31.9%	1.08	1.20	7.1	C	
	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	8.4	36.9%	0.86	0.82	6.6	C	
	DMDTP	urine	90.4%	<0.50	<0.50	0.99	91.2%	<0.50	<0.50	0.56	C	
	TCPY	urine	5.3%	0.50	0.56	1.9	7.7%	0.39	0.44	1.8	C G	
Pyréthrinoides	c-DCCA	urine	57.7%	0.20	<0.20	1.08	66.7%	<0.20	<0.20	0.86	C	
	t-DCCA	urine	22.8%	0.43	0.43	2.8	33.0%	0.28	0.26	2.1	C G	
	DBCA	urine	52.0%	0.33	<0.30	2.02	70.1%	<0.30	<0.30	0.93	C G	
	3-PBA	urine	2.5%	0.65	0.70	3.2	11.1%	0.36	0.37	2.1	C G	
	4-F-3-PBA	urine	97.6%	<0.11	<0.11	n.d.	97.6%	<0.11	<0.11	n.d.		*

A : Fréquence de consommation d'alcool ; C : Catégorie d'âge ; D : Présence d'amalgame dentaire ; G : Genre ; P : Consommation récente de poisson ; T : Tabagisme

* résultats pour les 12-39 ans (pas de différence statistiquement significative entre les adolescents et les adultes)

**résultats pour les non-fumeurs

TABEAU 2B: STATISTIQUES DESCRIPTIVES DES SUBSTANCES MESURÉES CHEZ LES ADOLESCENTS ET LES ADULTES, BMH-WAL 1