



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'intérieur DFI

**Office fédéral de la santé publique OFSP**  
Unité de direction Protection des consommateurs

---

## **DEMOCOPHES : étude pilote européenne sur l'exposition aux substances chimiques**

Informations relatives à la conception de l'étude et aux  
résultats de l'enquête menée en Suisse

---

Office fédéral de la santé publique, Division Produits chimiques, novembre 2012

## Sommaire

1	Résumé.....	3
2	Introduction .....	4
2.1	Biosurveillance humaine : les études réalisées en Suisse.....	4
2.2	COPHES et DEMOCOPHES .....	5
2.3	DEMOCOPHES en Suisse.....	5
3	Méthodologie de l'étude .....	6
3.1	Limites .....	6
3.2	Taille de l'échantillon.....	6
3.3	Lieu de réalisation .....	6
3.4	Détermination et recrutement des participants .....	6
3.5	Travail sur le terrain et visites.....	7
3.6	Paramètres et méthode d'analyse .....	7
3.7	Analyse statistique, interprétation et communication des données.....	10
3.8	Ethique et protection des données .....	10
4	Résultats.....	11
4.1	Recrutement .....	11
4.2	Participants – caractéristiques de la population étudiée .....	12
4.3	Analyse des données des questionnaires concernant les sources potentielles d'exposition.....	14
4.4	Mercure dans les cheveux .....	14
4.5	Cadmium dans l'urine .....	16
4.6	Cotinine dans l'urine.....	17
4.7	Métabolites de phtalates dans l'urine .....	17
5	Conclusion .....	23
6	Informations complémentaires relatives à l'étude pilote DEMOCOPHES .....	24
7	Remerciements .....	24
8	Bibliographie .....	25

## 1 Résumé

L'étude pilote de biosurveillance humaine coordonnée à l'échelle européenne et baptisée DEMOCOPHES a été menée parallèlement dans 17 pays entre 2010 et 2012 auprès de 120 couples mère-enfant dans chaque pays. Elle visait à étudier la faisabilité de la collecte de données comparables au niveau européen sur l'exposition de la population aux substances chimiques. Dans chaque pays, on a mesuré la concentration de cadmium, de cotinine et de différents métabolites des phtalates dans l'urine, ainsi que la concentration de mercure dans une mèche de cheveux des mères (âgées de 45 ans maximum) et de leurs enfants (âgés de 6 à 11 ans). On a en outre interviewé les mères afin d'identifier les sources potentielles des substances chimiques mesurées, en les interrogeant notamment sur leur environnement, leur logement, leur alimentation et les comportements pouvant avoir une incidence sur leur exposition à celles-ci (tabagisme, etc.). La Suisse a participé à cette étude pilote sous l'égide de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). La collecte des données a été effectuée dans le canton de Berne, auprès de 120 paires mère-enfant de la ville de Berne et de 7 communes rurales de Haute-Argovie. Selon l'état actuel des connaissances scientifiques, cet échantillon, par ailleurs non représentatif de la Suisse, n'a pas fait état d'une exposition nocive pour la santé au cadmium, au mercure et aux métabolites des phtalates (notamment utilisés pour rendre le plastique souple et élastique). La présence de cotinine (métabolite de la nicotine présent dans le tabac) a été montrée dans l'urine de toutes les mères ayant déclaré être fumeuses. Son taux était supérieur à la valeur limite à partir de laquelle un individu est dit fumeur. Chez tous les autres participants à l'étude, le taux de cotinine était soit inférieur soit légèrement supérieur à la valeur de référence, ce qui signifie que ces personnes (notamment les enfants des mères fumeuses) n'étaient pas exposés au tabagisme passif. L'étude pilote DEMOCOPHES a permis de collecter de précieuses expériences qui serviront de références dans la planification et la réalisation de futures enquêtes au niveau national.

### Thèmes

Biosurveillance humaine, substances chimiques, exposition, santé, méthode d'analyse, éthique et protection des données, interprétation, toxicologie, épidémiologie, population mère-enfant

## 2 Introduction

Dans notre environnement, au travail ou à la maison, nous sommes constamment exposés à une multitude de produits et substances chimiques présents dans des détergents, des peintures, des produits cosmétiques, des aliments, des meubles et autres objets en plastique. Ces produits et substances sont parfois très utiles et nous facilitent la vie. En utilisant les objets précités, nous pouvons être contaminés par lesdites substances et produits, lesquels peuvent avoir des effets toxiques lorsque nous y sommes trop exposés. A noter que toute exposition à une substance chimique n'a pas forcément de conséquences sur la santé. Selon ses propriétés et sa concentration, elle peut avoir un effet négatif sur le système nerveux, immunitaire ou hormonal par exemple, mais également avoir un effet délétère sur la fertilité et le développement du fœtus.

La biosurveillance humaine (BSH) est un instrument majeur du monitoring de la santé. Elle comprend l'évaluation de la concentration de certaines substances chimiques et de leurs métabolites dans les liquides et les tissus corporels comme par exemple l'urine, le sang, le lait maternel ou les cheveux. La BSH permet de déterminer l'impact direct sur l'être humain résultant de l'exposition globale à telle ou telle substance. Elle prend en compte l'ensemble des sources d'exposition (alimentation, air, eau, sol, etc.) et des voies d'absorption (nez, bouche, peau) ainsi que l'ensemble des paramètres individuels ayant une incidence sur l'assimilation (le métabolisme par exemple).

Les résultats permettent de déterminer le niveau d'exposition de base de la population (situation réelle) ou l'exposition de certains groupes de population (les enfants par exemple) à une substance chimique et à un moment donnés. Il est également possible d'établir des comparaisons internationales. Mis en relation avec des connaissances toxicologiques et épidémiologiques, ces résultats permettent de tirer des conclusions sur l'ampleur de l'exposition de la population ou de certains groupes de population. Ils permettent de déterminer si l'incidence de ces expositions sur la santé est significative et, le cas échéant, s'il faut prendre des mesures de réduction des risques.

En répétant régulièrement ce genre d'enquête (par exemple dans le cadre d'une BSH nationale relative à l'exposition aux substances chimiques), il est possible de surveiller l'évolution dans le temps de l'exposition aux substances chimiques. Ceci permettrait d'identifier suffisamment tôt d'éventuels risques sanitaires et de mettre en place les mesures adéquates. Un contrôle de l'efficacité des mesures serait possible, permettant les adaptations nécessaires.

La réalisation d'une étude nationale sur l'exposition aux substances chimiques est principalement freinée par les ressources financières limitées et par des méthodes d'analyse insuffisantes ou plus précisément insuffisamment établies. Lors de la réalisation d'études de BSH, l'un des défis majeurs consiste à choisir une méthodologie adaptée, qui permette des comparaisons nationales et internationales. La possibilité de comparer les données est en effet primordiale afin de pouvoir déterminer de manière ciblée quelles sont les sources (locales) d'exposition spécifiques en cas de résultats différents.

### 2.1 Biosurveillance humaine : les études réalisées en Suisse

Selon le rapport du Conseil fédéral sur la biosurveillance humaine en Suisse<sup>[1]</sup>, plusieurs projets de BSH sont en cours en Suisse. Les données sont toutefois collectées pour chaque projet en particulier et de manière ponctuelle. Ces études isolées ne permettent

donc pas de tirer des conclusions représentatives quant à l'exposition aux substances chimiques en Suisse. En résumé, le rapport du Conseil fédéral indique que la Suisse dispose d'un potentiel de développement dans le domaine de l'analyse de son exposition nationale aux substances chimiques et propose de promouvoir et de coordonner les activités de BSH. Dans un premier temps, il s'agit d'abord de déterminer plus précisément les possibilités, les limites et le coût d'une BSH en Suisse.

Au niveau international, l'Allemagne, la Belgique, les Etats-Unis et d'autres pays utilisent déjà la BSH en tant que système de surveillance et d'alerte pour détecter à temps l'exposition aux substances chimiques ou l'insuffisance de substances vitales et évaluer l'efficacité de mesures réglementaires.

## 2.2 COPHES et DEMOCOPHES

Dans l'optique de collecter des données permettant d'établir des comparaisons, l'UE vise une procédure harmonisée dans le domaine de la biosurveillance humaine. Le « Plan d'action en matière d'environnement et de santé 2004-2010 » de l'UE recommande notamment d'élaborer un concept de surveillance biologique uniforme pour toute l'Europe. Dans ce bus, la Commission européenne a financé récemment les deux projets suivants<sup>[2]</sup> :

- **COPHES** (*Consortium to Perform Human Biomonitoring on a European Scale*). Ce consortium réunissant 35 partenaires issus de 27 pays européens a travaillé à une structure durable de biosurveillance humaine coordonnée en Europe (2009-2012) et a soutenu la réalisation de l'étude de faisabilité DEMOCOPHES.
- **DEMOCPHES** (*Demonstration of COPHES*). Il s'agit de la première étude pilote d'analyse au niveau européen de l'exposition de la population aux substances chimiques. DEMOCOPHES a mis en œuvre et testé les processus et procédures mis au point par COPHES dans 17 pays européens (2010-2012). La Suisse pourra s'appuyer sur les expériences collectées dans le cadre de DEMOCOPHES pour la planification de futures études (nationales).

L'étude pilote DEMOCOPHES a été réalisée dans les pays suivants : Belgique, Danemark, Allemagne, Grande-Bretagne (y c. l'Irlande du nord), l'Irlande, le Luxembourg, la Pologne, le Portugal, la Roumanie, la Suisse, la Suède, la Slovaquie, la Slovénie, l'Espagne, la République tchèque, la Hongrie et Chypre.

## 2.3 DEMOCOPHES en Suisse

La Suisse a participé à l'étude pilote DEMOCOPHES sous l'égide de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). L'objectif de cette participation était de mettre sur pied une procédure standardisée de BSH, d'évaluer le coût d'un programme national de BSH pour la Suisse, mais aussi de promouvoir la mise sur pied d'un réseau national et international et d'y échanger des expériences. Dans ce contexte, les résultats de l'étude DEMOCOPHES quant à l'exposition aux substances chimiques étaient plutôt secondaires, puisqu'il s'agissait d'une étude pilote et que les données ne sont pas représentatives pour la Suisse.

### 3 Méthodologie de l'étude

#### 3.1 Limites

DEMOCOPHES est une étude pilote, ce qui signifie qu'elle visait en premier lieu à tester les processus et procédures élaborés dans les 17 pays. Elle a été délibérément réalisée moyennant certaines restrictions et simplifications, notamment en raison de ressources financières limitées. Il convient donc de prendre en compte les éléments suivants lors de l'interprétation des résultats :

- La population étudiée (nombre de participants, lieux, etc.) n'est pas représentative de la population suisse.
- Il n'est pas possible de déduire des résultats obtenus des valeurs de référence représentatives pour le pays. Les valeurs déterminées ne s'appliquent qu'aux lieux de l'étude et à la population étudiée.
- L'étude n'a porté que sur quatre types de substances chimiques.

#### 3.2 Taille de l'échantillon

Pour déterminer le niveau d'exposition de base à une substance, il est recommandé de se fonder sur un échantillon d'au moins 120 individus d'une population donnée<sup>[3]</sup>, ce qui permet une évaluation statistique minimale. Dans le cas de DEMOCOPHES, on a recruté 240 participants dans chaque pays, soit 120 paires mère-enfant. L'étude comptait donc quelque 4 000 participants au total. C'est une taille suffisante pour que les résultats soient statistiquement représentatifs quant aux différences observées entre les différents pays et sous-groupes.

#### 3.3 Lieu de réalisation

Dans chaque pays, on a pris les extrêmes en termes d'urbanisation et choisi une ville et une région rurale, situées de préférence à proximité du centre d'étude, en tenant compte des spécificités nationales et du nombre d'habitants. En Suisse, le choix s'est porté sur la ville de Berne et plusieurs communes rurales de Haute-Argovie (Aarwangen, Herzogenbuchsee, Huttwil, Lotzwil, Madiswil et Kleindietwil, Thunstetten).

#### 3.4 Détermination et recrutement des participants

Au total, 120 paires mère-enfant volontaires ont participé à l'étude.

Celle-ci s'est concentrée en premier lieu sur une population sensible, celle des enfants âgés de 6 à 11 ans (c'est-à-dire en âge scolaire et avant la puberté). Du fait de leur développement, de leur physiologie (vitesse de résorption et fréquence respiratoire) et de leur comportement (plus actifs, plus souvent en plein air), ceux-ci peuvent en effet présenter une sensibilité particulière aux substances chimiques. Par ailleurs, cette classe d'âge correspond à celle des études américaines *National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES)* (*Centers for Disease Control and Prevention*<sup>[4]</sup>), ce qui permet de comparer les données.

La population adulte était pour sa part représentée par des mères âgées de 45 ans au plus. Les femmes en âge de procréer renseignent en effet sur l'exposition potentielle du fœtus et des enfants en bas âge aux substances chimiques. Il s'agit en outre d'un groupe

de population chez lequel les mesures de prévention peuvent être très efficaces. Quant à la comparaison mère-enfant, elle donne des informations sur les sources et les voies d'exposition.

Les autres critères à remplir pour participer à l'étude étaient de vivre depuis au moins 5 ans sur le territoire auquel l'étude était circonscrite et au moins 16 jours par mois dans le même foyer.

Les communes concernées ont fourni les coordonnées des participants potentiels en respectant la loi bernoise sur la protection des données (LCPD, art. 15). Les familles ont ensuite été choisies au hasard. Elles ont reçu un courrier, une brochure d'information sur l'étude ainsi qu'une carte-réponse de participation volontaire à l'étude ou ont participé à un entretien téléphonique.

### 3.5 Travail sur le terrain et visites

Les mères et leurs enfants ont reçu chez elles une visite unique d'une enquêtrice. Cette dernière a prélevé un échantillon d'urine matinale de la mère et de l'enfant (analyse du cadmium, de la cotinine et des métabolites des phtalates) ainsi qu'une petite mèche de cheveux de l'une et l'autre (analyse du mercure). Lors d'un entretien, les mères ont ensuite répondu à des questions concernant leur alimentation, leur logement, leur environnement, leur éventuel tabagisme et les autres comportements pouvant avoir une incidence sur leur exposition à des substances chimiques. Afin d'éviter toute influence saisonnière, les prélèvements et la collecte des données ont eu lieu simultanément dans les villes et dans les campagnes dans toute l'Europe, d'octobre 2011 à janvier 2012. Tel a également été le cas en Suisse où le travail sur le terrain s'est achevé en décembre 2011. Au préalable, les enquêtrices avaient suivi une formation théorique et pratique et plusieurs visites-test avaient été effectuées. Il a ainsi été possible d'assurer que les prélèvements et la collecte des données se feraient selon les procédures européennes et que les données seraient ainsi effectivement comparables.

### 3.6 Paramètres et méthode d'analyse

Afin que les coûts de DEMOCOPHES restent supportables, le nombre de paramètres analysés a été limité à 4. On a également renoncé à l'analyse de prélèvements sanguins en raison des moyens nécessaires à ce type de prélèvements. Les experts de BSH se sont mis d'accord pour analyser le **cadmium**, la **cotinine** et certains **métabolites des phtalates** dans l'urine ainsi que le **mercure** dans les cheveux prélevés (*cf. tableau 1*).

Parmi les critères déterminant les substances analysées, on peut citer l'existence d'une méthode d'analyse chimique suffisamment éprouvée ainsi que l'existence de valeurs de références. Ces valeurs sont établies à partir d'évaluations basées sur les risques sanitaires ou sur des statistiques. A noter que les phtalates sont une substance dont la méthode d'analyse chimique est très complexe et encore insuffisamment éprouvée dans de nombreux pays. Afin de garantir la qualité des résultats et que ces derniers puissent être comparables, les laboratoires impliqués devaient donc avoir participé avec succès à des essais interlaboratoires préalables et s'être soumis à des contrôles externes de la qualité.

Conformément aux directives de l'OMS, seuls ont été intégrés dans l'étude les échantillons d'urine matinale dont les valeurs de créatinine se situaient entre 300 et 3000 µg par litre d'urine.<sup>[5]</sup>

**Tableau 1** - Support, paramètre, métabolite

Support	Paramètre	Métabolite
Cheveux	<i>Mercur</i> e (Hg)	-
Urine	<i>Cadmium</i> (Cd)	-
	Nicotine	<i>Cotinine</i>
	Bis(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)	<i>Mono(2-ethylhexyl)phthalat (MEHP)</i>
		<i>5OH-Mono(2-ethylhexyl)phthalat (5OH-MEHP)</i>
		<i>5oxo-Mono(2-ethylhexyl)phthalat (5oxo-MEHP)</i>
	Benzylbutylphthalat (BBzP)	<i>Mono-benzylphthalat (MBzP)</i>
	Di-n-butylphthalat (DnBP)	<i>Mono-n-butylphthalat (MnBP)</i>
	Di-iso-butylphthalat (DiBP)	<i>Mono-iso-butylphthalat (MiBP)</i>
Diethylphthalat (DEP)	<i>Mono-ethylphthalat (MEP)</i>	

Les substances chimiques / métabolites ayant été analysés dans le cadre de l'étude sont mentionnées en *italiques*.

**Le mercure** est un métal. Il était utilisé dans le passé dans les thermomètres et l'est encore aujourd'hui, en petites quantités, dans les ampoules à basse consommation d'énergie ou les amalgames dentaires. Les poissons et les crustacés peuvent également être contaminés par la présence de mercure dans l'eau. Une exposition chronique au mercure peut endommager le système nerveux central et s'avère particulièrement nocive pendant la croissance.<sup>[28]</sup>

**Le cadmium** est un métal notamment utilisé dans les piles et les peintures (« jaune de cadmium »). On en trouve dans le tabac et dans certaines denrées alimentaires (champignons sauvages, abats, crustacés), à des taux parfois élevés. Les organes les plus touchés en cas d'exposition chronique au cadmium sont les reins. A des concentrations trop élevées, le cadmium peut également provoquer une perte de masse osseuse et des problèmes cardiovasculaires. Suite à des études réalisées sur des animaux et des êtres humains, le cadmium et ses composés ont été classés comme cancérogènes.<sup>[29]</sup>

**La cotinine** est un métabolite de la nicotine. Sa concentration dans l'urine renseigne sur le tabagisme du sujet et/ou son exposition au tabagisme passif.<sup>[30]</sup>

**Les phtalates** sont des composés utilisés principalement et en grandes quantités dans la fabrication de matières plastiques, afin de les rendre souples et élastiques. On les appelle également les « plastifiants ». Compte tenu de leurs multiples applications, nous y sommes très exposés dans la vie quotidienne. Ils entrent dans la composition des films plastiques, revêtements de sols, tuyaux, câbles, peintures et vernis, mais aussi dans des produits cosmétiques comme le vernis à ongles et la laque pour les cheveux. Ils servent également de lubrifiants non gras, de solvants et de fluides porteurs dans les pesticides, les produits cosmétiques et les parfums. Ils sont par ailleurs employés comme excipients dans certains médicaments. De manière générale, les phtalates présentent des risques de toxicité aiguë plutôt faibles. Les expérimentations animales ont toutefois montré qu'une exposition prolongée ou répétée à certains phtalates pouvait entraîner une détérioration de la capacité de reproduction ainsi que des troubles du développement dans la descendance. Un effet endocrinien de plusieurs phtalates sur les animaux a également été mis en évidence.<sup>[31]</sup> Différentes études allemandes et américaines ont montré que la BSH était une excellente méthode pour déterminer l'exposition humaine aux phtalates. A



l'heure actuelle, la population en général ainsi que les enfants sont exposés pratiquement partout aux phtalates.<sup>[6,7]</sup>

### **3.7 Analyse statistique, interprétation et communication des données**

Le groupe de travail COPHES dédié aux statistiques et à leur interprétation a élaboré des instructions et des guides que les différents pays ont respectés pour effectuer l'analyse statistique. Après avoir contrôlé la qualité des données des questionnaires et des données analytiques, ils ont procédé à l'analyse statistique descriptive des questionnaires. Quant aux comparaisons, elles ont été effectuées sur la base de tests non paramétriques (test du  $\chi^2$ , test exact de Fisher).

Les données ont été comparées avec des valeurs de référence fondées sur la santé et des données scientifiques (valeurs I et II de biosurveillance humaine I & II de la Commission allemande de biosurveillance humaine <sup>[8]</sup>), avec des valeurs *Biomonitoring Equivalents* (BE) <sup>[9]</sup> ainsi qu'avec des valeurs de référence fondées sur les statistiques ou sur des études menées dans d'autres pays.

Les participants à l'étude ont reçu leurs résultats et l'analyse correspondante. Après l'analyse nationale des données a suivi l'analyse générale de l'étude pilote au niveau européen.

### **3.8 Ethique et protection des données**

L'étude a été approuvée par la Commission bernoise d'éthique. Les données des participants ont été rendues anonymes de façon à ce qu'il ne soit pas possible de les identifier.

## 4 Résultats

### 4.1 Recrutement

Afin de pouvoir disposer des 120 paires mère-enfant de l'étude, on a envoyé des courriers à environ 1 200 familles en les invitant à participer à l'enquête de manière volontaire. Ces familles étaient originaires de la ville de Berne et de 7 communes rurales de Haute-Argovie (Aarwangen, Herzogenbuchsee, Huttwil, Lotzwil, Madiswil et Kleindietwil, Thunstetten). Le nombre de réponses et les participations à l'étude sont présentés dans le *tableau 2*.

**Tableau 2** – Nombre de courriers envoyés, de réponses obtenues et de participations à l'étude

Nombre	Total	Campagne	Ville
Courriers envoyés	1198	598	600
Réponses obtenues	406	192	214
soit en %	33,9	32,1	35,7
<b>dont</b>			
Pas de participation (pas intéressé, pas le temps, carte-réponse vide)	91	42	49
Pas de participation mais entretien téléphonique	103	45	58
Participation souhaitée mais critères non remplis	77	40	37
Familles participantes	135	65	70
Familles participantes avec données exhaustives	120	60	60
Familles participantes avec données exhaustives (en % du total des courriers envoyés)	10	10	10

Environ un tiers des familles contactées ont retourné la carte-réponse. Les autres n'ont pas réagi. A la fin de l'étude, le taux de participation avec données exhaustives était de 10 %, ce qui correspondait aux attentes. De ce point de vue, nous n'avons pas constaté de différences entre les deux régions.

Les 91 familles n'ayant pas souhaité participer ont indiqué de pas être intéressées, ne pas avoir le temps ou recevoir déjà trop de demandes pour d'autres études et enquêtes. 103 familles ne souhaitaient pas participer mais étaient toutefois disposées à participer à un bref entretien téléphonique (5 mn environ) destiné à en savoir plus sur leur consommation de tabac, de poissons et sur leur activité professionnelle (résultats présentés dans le *tableau 5*). 77 familles qui souhaitaient participer n'ont pas pu le faire car elles ne répondaient pas aux critères définis (âge de la mère  $\leq$  45 ans, installées depuis au moins 5 ans dans la commune en question).

Seules les données exhaustives ont été analysées, c'est-à-dire qu'il fallait disposer des échantillons d'urine et de cheveux de la mère et de l'enfant et le questionnaire devait être rempli à 80 % au moins. Afin d'être sûr de disposer au final de 120 sets de données complets, 15 familles supplémentaires ont été incluses (soit 135 au total) dans l'étude.

Le recrutement a demandé beaucoup de temps mais s'est déroulé comme prévu. Sur les 120 rendez-vous convenus, 9 concernant des familles urbaines et 3 concernant des familles rurales ont dû être repoussés pour cause de maladie ou en raison d'un autre imprévu.

## 4.2 Participants – caractéristiques de la population étudiée

Le *tableau 3* présente l'âge et la répartition par classe d'âge des mères ainsi que le niveau de formation maximal des familles incluses dans l'étude. S'agissant du niveau de formation, la répartition a été effectuée sur la base de la classification internationale type de l'éducation (CITE) de l'Unesco.<sup>[10, 11]</sup>

**Tableau 3** – Âge, répartition par classe d'âge des mères et niveau de formation de la famille

Paramètres - Mères	Statistiques	Total (n = 120)		Campagne (n = 60)		Ville (n = 60)	
<b>Âge (ans)</b>							
Médian	n	41		40		42	
Minimal / Maximal	n	27	45	31	45	27	45
<b>Répartition par classe d'âge</b>							
≤ 35 ans	n, %	18	15,2	15	12,5	3	2,5
35-40 ans	n, %	41	34,2	22	18,3	19	15,8
≥ 40 ans	n, %	61	50,8	23	19,2	38	31,7
<b>Niveau de formation maximal de la famille</b>							
Primaire - secondaire	n, %	1	0,8	0	0	1	0,8
Secondaire II et post-secondaire	n, %	43	35,8	34	28,3	9	7,5
Tertiaire	n, %	76	63,4	26	21,7	50	41,7

La répartition par niveau de formation a été effectuée selon la classification CITE. **Primaire – Secondaire** (CITE 0 - 2) : pas de formation scolaire – secondaire I ; **Secondaire II et post-secondaire** (CITE 3 - 4) : secondaire II (maturité gymnasiale ou professionnelle, école de culture générale / formation professionnelle) – degré post-secondaire non tertiaire (maturité pour adultes, reconversions) ; **Tertiaire** (CITE 5 - 6) : tertiaire I (université, haute école (spécialisée) – tertiaire II (doctorat, habilitation, chaire)

La répartition par classe d'âge montre que ce sont surtout des mères de la classe d'âge la plus élevée (plus de 40 ans) qui ont participé à l'étude. La proportion de mères de moins de 35 ans était faible, notamment en ville (2,5 %), une constatation faite dès le processus de recrutement.

Cette répartition inégale pourrait être due aux limites d'âge définies pour les mères et les enfants. L'âge moyen des femmes qui deviennent mères a augmenté au cours des dernières années. La part des mères de moins de 30 ans a donc diminué alors que celle des mères de plus de 35 ans a augmenté,<sup>[12]</sup> un phénomène qui pourrait s'expliquer par des formations plus longues et, de ce fait, une entrée plus tardive dans la vie active. Par conséquent, la proportion de mères jeunes ayant des enfants de 6 à 11 ans est plus limitée.

Par ailleurs, le niveau de formation des familles participantes se situait au-dessus de la moyenne suisse. Ainsi, plus de la moitié (63,3 %) des familles avait au moins terminé une formation tertiaire (université, haute école ou plus) alors qu'en moyenne, seuls 27,6 % des hommes et 21,7 % des femmes en moyenne sont dans ce cas en Suisse.<sup>[13]</sup>

La proportion de filles et de garçons et leur répartition par classe d'âge sont similaires en ville et dans les régions rurales (cf. données dans le *tableau 4*). Au total, la proportion de filles est supérieure de 10 %. Quant aux enfants de 11 ans, quel que soit le sexe, ils sont sous-représentés dans la classe d'âge 9-11 ans.

Enfin, on n'observe aucune différence de taille et de poids chez les mères (médiane : 64 kg, 167 cm) et les enfants (médiane : 27 kg, 132 cm) selon qu'ils habitent en ville ou à la campagne.

**Tableau 4** – Répartition des enfants par sexe et par classe d'âge

Paramètres - Enfants	Statistiques	Total (n=120)		Campagne (n=60)		Ville (n=60)	
<b>Sexe</b>							
Garçons	n, %	54	45	28	23,3	26	21,7
Filles	n, %	66	55	32	26,7	34	28,3
<b>Répartition par classe d'âge</b>							
5-8 ans	n, %	63	52,5	31	25,8	32	26,7
9-11 ans	n, %	57	47,5	29	24,2	28	23,3

103 familles ayant refusé de participer à l'étude ont toutefois accepté de participer à un entretien téléphonique d'environ 5 minutes sur des sources potentielles d'exposition (consommation de tabac et de poisson) et leur catégorie socio-professionnelle (activité professionnelle des deux parents, parent célibataire ou non). Les réponses obtenues ont été comparées avec celles des familles participant à l'étude afin de déterminer un éventuel biais dans le recrutement (cf. *tableau 5*).

**Tableau 5** – Comparaison entre les familles ayant participé à l'étude et les familles ayant participé à l'entretien téléphonique

Paramètres	Statistiques	Participation étude (n = 120)		Entretien téléphonique (n = 103)		Valeur p
Mères fumeuses	n, %	10	8,3	21	20,4	0,009
Foyer comptant au moins un fumeur	n, %	26	21,7	41	39,8	0,003
Poisson/fruits de mer au moins 1 x par semaine	n, %	60	50	54	52,4	0,718
Mères célibataires		7	5,8	13	12,6	0,077
Mères exerçant une activité professionnelle	n, %	99	83,2	83	80,6	0,614
Pères exerçant une activité professionnelle	n, %	110	99,1	87	96,7	0,327*

Un test du  $\chi^2$  a été effectué afin de contrôler la répartition. Un test de Fisher aurait été réalisé si  $n \leq 5$ . Seuil de signification (valeur  $p \leq 0,05$ )

Seules 8,3 % des mères ayant participé à l'étude fumaient. Cette proportion est notablement inférieure à celle des mères ayant participé à l'entretien téléphonique (20,4 %). A titre de comparaison, la proportion de fumeuses (> 15 ans) en Suisse s'élève à 20,9 %.<sup>[14]</sup> La part de foyers comptant au moins une personne fumeuse (21,7 %) est également moins élevée au sein de la population de l'étude qu'au sein des familles interrogées par téléphone. La part de mères célibataires (5,8 %) se situe également en-dessous de la moyenne suisse.

Les coordonnées des participants potentiels ont été choisies au hasard et mises à disposition par les communes concernées, ce qui permet de garantir la meilleure représentativité possible de la population participante en termes de catégorie socio-professionnelle, de niveau de formation et des différentes sources d'exposition (consommation de tabac et de poisson par exemple). Pourtant, l'analyse fait état d'un

biais au niveau du tabagisme, du niveau de formation et de la catégorie socio-professionnelle (mères célibataires, revenus). La population mère-enfant étudiée n'est donc pas représentative de la population suisse, une conclusion dont il convient de tenir compte lors de l'interprétation des résultats.

### 4.3 Analyse des données des questionnaires concernant les sources potentielles d'exposition

Les questionnaires visaient à obtenir des informations complémentaires s'agissant de l'alimentation, du logement, de la consommation de tabac et de certains comportements afin d'être en mesure de déterminer des sources potentielles d'exposition aux substances chimiques étudiées.

Pour ce qui concerne les mères, on n'observe aucune différence régionale au niveau de la fréquence de consommation d'alcool, de riz, de viande, d'abats, de chasse et de champignons sauvages, de poissons, de pâte à tartiner aux noisettes, de plats préparés, de lait et de fromage, de céréales, de chocolat, de glace et de chewing-gum. Les personnes vivant à la campagne mangent davantage de fruits et de légumes qu'elles cultivent elles-mêmes. En ville, on mange plus souvent à la cantine et dans une cafétéria. L'eau de réseau (eau du robinet) est la principale source d'eau potable dans les deux régions étudiées ; à noter que 10 des 60 familles rurales possèdent leur propre source. Enfin, seules 10,9 % de toutes les familles ont indiqué boire principalement de l'eau en bouteille (eau minérale).

Concernant une exposition potentielle aux phtalates, les questions portaient sur l'utilisation de gants en plastique pour le travail dans la maison et au jardin, la présence de sols et de revêtements muraux en PVC, l'utilisation de produits cosmétiques ou de produits de soin comme les shampoings, les gels douche, les parfums, les crèmes et le maquillage. Aucune différence ville-campagne n'a été observée.

Les enfants des régions rurales consomment davantage de fruits et légumes cultivés à la maison (n = 36) que les enfants vivant en ville (n = 18). 10 enfants habitant à Berne mangent plusieurs fois par semaine à la cantine ou dans une cafétéria alors qu'aucun enfant de la région rurale ne mange plusieurs fois par semaine dans une cantine.

Un tiers des enfants jouent quotidiennement avec des jouets en plastique, 60 % moins fréquemment et seuls 5,9 % jamais.

10 % des familles ont déjà cassé une ampoule économique et 10% de toutes les familles ont indiqué avoir déjà cassé un thermomètre à mercure.

### 4.4 Mercure dans les cheveux

La plus forte concentration de mercure dans les cheveux était de 1,33 µg/g de cheveux chez les mères et de 0,95 µg/g de cheveux chez les enfants (*tableau 6*).

**Tableau 6** – Concentration de mercure (µg/g) dans les cheveux des mères et des enfants

	n	% >LOQ	Moyenne géométrique	Minimum	Centile C95	Maximum
<b>Mères</b>	120	93,30 %	0,16	0,01	0,69	1,33
<b>Enfants</b>	120	78,30 %	0,08	0,01	0,54	0,95

N : nbre d'échantillons de cheveux valides ; % > LOQ : *limit of quantification*, pourcentage de valeurs au-delà du seuil de quantification ; C95 : 95<sup>e</sup> centile

Afin de déterminer l'exposition d'une personne au mercure, on analyse sa teneur dans l'urine ou le sang total<sup>[15]</sup>. La corrélation entre la concentration dans les cheveux et celle dans le sang étant bonne, on peut tout à fait utiliser la première. Après avoir évalué l'ensemble des données à disposition, la Commission allemande de biosurveillance a conclu que la concentration de mercure ne présente pas de risque sanitaire chez un adulte en-deçà de 5 µg par g de cheveux. Afin de tenir compte de la sensibilité particulière des fœtus au méthylmercure, une deuxième valeur, plus sévère (*tableau 7*), a été déterminée. Or même les teneurs maximales mesurées se situent largement en dessous des seuils précités. On peut donc conclure que le mercure ne présente aucun risque sanitaire pour les paires mère-enfant étudiées.

**Tableau 7** – Concentrations de mercure (µg/g) dans les cheveux (valeurs indicatives)

		Valeurs de référence	Dépassements	
			Mères % (n)	Enfants % (n)
µg/g	Valeur de base de la modélisation de la valeur BSH I dans le sang. Au vu de la corrélation entre la teneur en mercure (Hg) dans le sang et dans les cheveux, cette valeur peut également s'appliquer à la teneur dans les cheveux (HBMC 1999) <sup>[15]</sup>	5,0	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	Valeur de base des données du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) (PNUE/OMS 2008) <sup>[16]</sup>	2,3	0,0 % (0)	0,0 % (0)

Les mères présentant les teneurs maximales en mercure mangent plus souvent du poisson d'eau de mer et des fruits de mer. Le nombre d'amalgames dentaires et de thermomètres au mercure / d'ampoules économiques cassés n'ont pas d'influence sur la concentration de mercure mesurée dans les cheveux. Il existe une corrélation significative ( $p < 0,001$ ) entre les teneurs en mercure chez la mère et chez l'enfant, ce qui s'explique probablement par l'exposition de base à ce métal par le biais de l'environnement.

Afin de pouvoir comparer les données de l'étude DEMOCOPHES réalisée en Suisse avec celles d'autres enquêtes, on a déterminé le 95<sup>e</sup> centile (C95) de la population mères-enfants. Cette valeur C95 signifie que 95 % de tous les participants présentent une concentration inférieure ou égale à cette valeur. Le *tableau 8* expose la comparaison entre les données de l'étude et celles d'autres enquêtes.

**Tableau 8** – Concentrations de mercure (µg/g) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	Centile C95 en µg/g de cheveux
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	120	<b>0,54</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	50	0,065
	République tchèque <sup>[18]</sup>	8 - 10	2008	316	0,60
	France <sup>[19]</sup>	3 - 17	2006 - 2007	1364	1,20

	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	1 - 5	1999 - 2000	838	0,64
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	28-45	2011	120	<b>0,69</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20-45	2009	50	0,221
	France <sup>[19]</sup> (♀/♂)	18-74	2006 - 2007	365	1,80
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16-49	1999 - 2000	1726	1,73

#### 4.5 Cadmium dans l'urine

La concentration maximale en cadmium était de 0,91 µg/l d'urine chez les mères et de 0,24 µg/l d'urine chez les enfants (*tableau 9*).

**Tableau 9** – Concentration de cadmium (µg/l) dans l'urine des mères et des enfants

	n	% > LOQ	Moyenne géométrique	Minimum	Centile C95	Maximum
<b>Mères</b>	117	94,00 %	0,19	0,04	0,59	0,91
<b>Enfants</b>	119	68,10 %	0,08	0,04	0,19	0,24

N : nbre d'échantillons de cheveux valides ; % > LOQ : *limit of quantification*, pourcentage de valeurs au-delà du seuil de quantification ; C95 : 95<sup>e</sup> centile

**Tableau 10** – Valeurs de référence fondées sur la santé du cadmium (µg/l) dans l'urine

	Valeur BSH <sup>[21]</sup>	Valeurs de référence fondées sur la santé (µg/l urine)	Dépassements en % (n)
<b>Adultes</b>			
	BSH I	1	0,0 % (0)
	BSH II	4	0,0 % (0)
<b>Enfants</b>			
	BSH I	0,5	0,0 % (0)
	BSH II	2	0,0 % (0)

Ni les mères, ni les enfants n'ont dépassé leur valeur de référence respective (valeur BSH I, cf. *tableau 10*). La concentration de cadmium ne présente donc aucun risque sanitaire pour la population mère-enfant étudiée.

**Tableau 11** – Concentrations de cadmium (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	Centile C95 en µg/l urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>0,19</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey) <sup>[22]</sup>	3 - 14	2003-2006	1734	0,2
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	1999 - 2000	310	0,28
			2001 - 2002	368	0,28
			2003 - 2004	287	0,31
			2005 - 2006	355	0,24
			2007 - 2008	394	0,23
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>0,59</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey) <sup>[22]</sup>	18 - 69	1997 - 1999	4740	0,8



	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	1999 - 2000	1136	1,10
			2001 - 2002	1355	1,17
			2003 - 2004	1266	1,20
			2005 - 2006	1305	0,98
			2007 - 2008	1300	1,09

#### 4.6 Cotinine dans l'urine

On a trouvé de la cotinine (métabolite de la nicotine) dans l'urine des 10 mères ayant indiqué être fumeuses (4 quotidiennement et 6 occasionnellement). La teneur en cotinine dépassait le seuil de 50 µg de cotinine par g de créatinine dans l'urine à partir duquel un individu est dit fumeur.<sup>[23]</sup> Pour toutes les autres mères et tous les autres enfants de la population étudiée, la concentration de cotinine était inférieure ou très légèrement supérieur à la valeur de référence, ce qui signifie que ces personnes (et particulièrement les enfants des mères fumeuses) n'étaient pas exposées au tabagisme passif. Cela confirme également les déclarations des mères fumeuses qui ont précisé ne pas fumer à l'intérieur de leur logement.

**Tableau 12** – Concentrations de cotinine (µg/g de créatinine) dans l'urine des mères et des enfants

Population	n	Valeur mesurée C <sub>95</sub> (µg/g de créatinine)	Valeur de référence fumeurs <sup>[22]</sup> (µg/g de créatinine)
Mères (fumeuses)	8*	1987	50
Mères (non fumeuses)	110	-	-
Enfants	120	-	-

\*A priori n = 10 fumeuses mais 2 ont été exclues en application des directives de l'OMS (0,3 µg/l > concentration de créatinine > 3 µg/l [5])

#### 4.7 Métabolites de phtalates dans l'urine

Pour l'étude DEMOCOPHES, on a pris en compte 5 types de phtalates, en dépistant 7 métabolites de phtalates dans l'urine (cf. *tableau 1*). Les valeurs de l'étude sont répertoriées dans le *tableau 13*.

**Tableau 13** – Concentrations de métabolites de phtalates (µg/l) dans l'urine des mères et des enfants \*

MEHP	n	% > LOQ	Moyenne géométrique	Minimum	C95	Maximum
Mères	117	18,8	2,5	2,0	10	28
Enfants	119	14,3	2,3	2,0	6	18
<b>5-OH-MEHP</b>						
Mères	117	47,0	8,4	4,6	36	64
Enfants	119	70,6	12,3	4,6	49	91
<b>5oxo-MEHP</b>						
Mères	117	58,1	6,8	3,1	24	48
Enfants	119	87,4	11,4	3,1	36	58
<b>MEP</b>						
Mères	117	74,4	28,1	5,5	200	1100

\* Les données sont indiquées en µg/l d'urine et en µg/g de créatinine dans l'urine. Les conclusions étant les mêmes, seules sont présentées les données en µg/l d'urine.

Enfants	119	69,7	18,8	5,5	89	160
<b>MBzP</b>						
Mères	117	27,4	3,5	2,5	13	20
Enfants	119	57,1	4,8	2,5	28	280
<b>MnBP</b>						
Mères	117	93,2	13,2	2,2	60	97
Enfants	119	98,3	19,4	2,2	55	130
<b>MiBP</b>						
Mères	117	93,2	13,1	2,5	36	81
Enfants	119	97,5	19,7	2,5	58	110

n : nombre d'échantillons d'urine valides ; % > LOQ : pourcentage de valeurs supérieures aux valeurs de référence ; C95 : 95<sup>e</sup> centile

Les valeurs relatives aux métabolites de phtalates MEHP, MBzP et 5-OH-MEHP (cette dernière ne concernant que les enfants) étaient supérieures aux valeurs de référence dans moins de 50 % des cas (% > LOQ).

Afin d'évaluer l'exposition aux phtalates, on a comparé les données de l'étude aux valeurs de référence fondées sur la santé BSH I de la Commission allemande de BSH <sup>[8]</sup> et aux valeurs *Biomonitoring Equivalents* (BE) <sup>[9]</sup> (tableau 14). Or mêmes les valeurs maximales ayant été mesurées se situent en-deçà de ces valeurs de référence. Par conséquent, on peut affirmer qu'en l'état actuel des connaissances, il n'existe aucun risque sanitaire pour la population mère-enfant étudiée.

**Tableau 14** – Valeurs de référence relatives aux phtalates dépistés (somme de leurs métabolites dans l'urine (µg/l))

		Valeurs de référence	Dépassements	
			Mères % (n)	Enfants % (n)
<b>DEHP (dépistage de la somme de 5-OH-MEHP, 5-oxo-MEHP) <sup>[24]</sup></b>				
µg/l	Valeur BSH I pour les enfants (6 -13 ans)	500		0,0 % (0)
	Valeur BSH I pour les adultes en âge de procréer	300	0,0 % (0)	
<b>DEHP (dépistage de la somme de MEHP, 5-OH-MEHP, 5-oxo-MEHP) <sup>[25]</sup></b>				
µg/l	BE (selon ATSDR Intermediate LMR)	1 900	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon ATSDR chronic LMR)	800	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon EFSA DJT)	660	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon Health Canada chronic DJT)	610	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon USEPA chronic RfD)	260	0,0 % (0)	0,0 % (0)
<b>DEP (dépistage de MEP) <sup>[26]</sup></b>				
µg/l	BE (selon USEPA subchronic RfD)	18 000	0,0 % (0)	0,0 % (0)
<b>BBzP (dépistage de MBzP) <sup>[26]</sup></b>				
µg/l	BE (selon EFSA subchronic DJT)	12 000	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon Health Canada subchronic DJT)	31 000	0,0 % (0)	0,0 % (0)
	BE (selon USEPA subchronic RfD)	3 800	0,0 % (0)	0,0 % (0)

LMR : limite maximale résiduelle ; DJT : dose journalière tolérable ; RfD : *reference dose* (dose de référence)

Les *tableaux 15 à 21* présentent une comparaison entre les données actuelles de l'étude (relatives à l'exposition aux phtalates/métabolites dépistés) avec les résultats d'autres enquêtes effectuées à l'étranger.

D'une manière globale, l'exposition aux phtalates de la population mères-enfants étudiée est comparable, voire inférieure à celles des populations des études nationales réalisées aux Etats-Unis (NHANES) ou en Allemagne (Umwelt-Survey). A l'exception des valeurs DEP, les valeurs suisses sont toutefois supérieures à celles de l'étude autrichienne de biosurveillance humaine. A noter qu'en règle générale, les enfants présentent des valeurs plus élevées que les mères. C'est notamment le cas pour les phtalates présents particulièrement dans l'alimentation. L'exposition par le biais de la nourriture est donc relativement (poids corporel) plus élevée chez les enfants. Cette exposition plus importante peut également s'expliquer par un contact accru avec la poussière, par exemple en jouant par terre. L'exposition des mères n'est supérieure à celle des enfants que dans le cas des DEP, ce type de phtalates étant surtout présent dans les produits cosmétiques et les produits de soin corporel.

**Tableau 15** – Concentration de MEHP ( $\mu\text{g/l}$ ) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en $\mu\text{g/l}$ d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>6,1</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003-2006	599	25
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	49	4,6
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	2003-2004	342	27,6
			2005-2006	356	19,7
			2007-2008	389	15,1
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	$\leq 45$	2011	119	<b>10</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	49	5
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	2003-2004	1355	2,8
			2005-2006	1278	30,8
			2007-2008	1310	26,4

**Tableau 16** – Concentrations de 5-OH-MEHP ( $\mu\text{g/l}$ ) par rapport à d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en $\mu\text{g/l}$ d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>91</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003 - 2006	592	160
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	50	9
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	2003 - 2004	342	318
			2005 - 2006	356	206
			2007 - 2008	389	242
<b>Femmes</b>					

	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>64</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	50	18
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	2003 - 2004	1355	214
			2005 - 2006	1278	232
			2007 - 2008	1310	223

**Tableau 17** – Concentrations de 5-oxo-MEHP (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en µg/l d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>58</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003 - 2006	592	120
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	44	7
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	2003-2004	342	197
			2005 - 2006	356	126
			2007 - 2008	389	137
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>48</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	48	12
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	2003 - 2004	1355	143
			2005 - 2006	1278	159
			2007 - 2008	1310	122

**Tableau 18** – Concentrations de MEP (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en µg/l d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>89</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	44	140
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	1999 - 2000	328	499
			2001 - 2002	393	533
			2003 - 2004	342	546
			2005 - 2006	356	522
			2007 - 2008	389	296
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>200</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	48	280
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	1999 - 2000	1326	1470
			2001 - 2002	1411	1230
			2003 - 2004	1355	1710
			2005 - 2006	1278	1310
			2007 - 2008	1310	1050

**Tableau 19** – Concentrations de MBzP (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en µg/l d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>280</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003 - 2006	592	75
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	44	9
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	1999 - 2000	328	154
			2001 - 2002	393	169
			2003 - 2004	342	184
			2005 - 2006	356	116
			2007 - 2008	389	131
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>20</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	48	4
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	1999 - 2000	1326	73,9
			2001 - 2002	1411	88,0
			2003 - 2004	1355	72,5
			2005 - 2006	1278	62,1
			2007 - 2008	1310	64,4

**Tableau 20** – Concentrations MnBP (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en µg/l d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>130</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003 - 2006	592	300
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	44	22
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	1999 - 2000	328	166
			2001 - 2002	393	159
			2003 - 2004	342	191
			2005 - 2006	356	136
			2007 - 2008	389	119
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>97</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	48	21
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	1999 - 2000	1326	167
			2001 - 2002	1411	121
			2003 - 2004	1355	137
			2005 - 2006	1278	124
			2007 - 2008	1310	132

**Tableau 21** – Concentrations de MiBP (µg/l) par comparaison avec d'autres enquêtes

Population	Pays	Âge	Période	Nombre	C95 en µg/l d'urine
<b>Enfants</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	6 - 11	2011	117	<b>110</b>
	Allemagne (Umwelt-Survey, GerES IV) <sup>[27]</sup>	3 - 14	2003 - 2006	592	300
	Autriche <sup>[17]</sup>	6 - 11	2009	44	33
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	6 - 11	2001 - 2002	393	23,4
			2003 - 2004	342	40,6
			2005 - 2006	356	49,1
			2007 - 2008	389	55,4
<b>Femmes</b>					
	<b>DEMOCOPHES Suisse</b>	≤ 45	2011	119	<b>81</b>
	Autriche <sup>[17]</sup>	20 - 45	2009	48	22
	USA (NHANES) <sup>[20]</sup>	16 - 49	2001 - 2002	1411	18,7
			2003 - 2004	1355	20,5
			2005 - 2006	1278	29,8
			2007 - 2008	1310	39,8

## 5 Conclusion

L'étude pilote DEMOCOPHES en Suisse s'est achevée avec succès en octobre 2012. Dans le cadre de cette étude, l'Office fédéral de la santé publique a pu collecter de précieuses expériences relatives à la planification et à la réalisation (coût et difficultés) de futures enquêtes nationales fondées sur la BSH.

En l'état actuel des connaissances, la population étudiée en Suisse (120 paires mère-enfant) ne présente pas de valeurs d'exposition significatives au cadmium, au mercure et aux métabolites de phtalates choisis. La présence de cotinine a été détectée dans l'urine des mères ayant indiqué être fumeuses dans le questionnaire. Les valeurs correspondantes dépassent la valeur limite à partir de laquelle un individu est dit fumeur. Chez tous les autres mères et enfants de la population étudiée, les valeurs de cotinine mesurées étaient inférieures ou tout juste supérieures à la valeur de référence, ce qui signifie que ces personnes (et notamment les enfants des mères fumeuses) n'étaient pas exposées au tabagisme passif.

## 6 Informations complémentaires relatives à l'étude pilote DEMOCOPHES

Site Internet suisse : [www.hbm-Suisse.ch](http://www.hbm-Suisse.ch)

Site Internet européen : [www.eu-hbm.info](http://www.eu-hbm.info)

Office fédéral de la santé publique  
Unité de direction Protection des consommateurs  
Division Produits chimiques  
Tél. : + 41 (31) 322 96 40  
Fax : + 41 (31) 324 90 34  
Courriel : [bag-chem@bag.admin.ch](mailto:bag-chem@bag.admin.ch)

## 7 Remerciements

Nous tenons à adresser nos chaleureux remerciements à toutes les paires mère-enfant ayant participé à l'étude. Nous souhaitons également remercier le laboratoire de l'Institut universitaire romand de santé au travail (IST) à Lausanne et le laboratoire de l'Office de l'environnement autrichien pour leur coopération et leur précieux travail. Un grand merci à toutes les personnes ayant travaillé à cette étude, tant au niveau administratif qu'au niveau de la communication et sur le terrain. Enfin, tous nos remerciements vont également à l'équipe de l'Office de l'environnement allemand ainsi qu'à l'équipe de coordination de COPHES et DEMOCOPHES et à tous les groupes de travail et partenaires impliqués.

COPHES et DEMOCOPHES ont été financés et cofinancés respectivement dans le cadre du septième programme-cadre européen (FP7, accord de subvention n° 244237) et par le programme LIFE+ de la Commission européenne (LIFE+ *Environment Policy and governance*, accord de subvention LIFE09/ENV/BE/000410). Les coûts de l'étude DEMOCOPHES en Suisse ont été pris en charge par l'OFSP.



## 8 Bibliographie

- [1] Bundesamt für Gesundheit. *Human Biomonitoring in der Suisse*. Bern : s.n., 2009. [www.hbm-Suisse.ch](http://www.hbm-Suisse.ch).
- [2] DEMOCOPHES, COPHES. Offizielle Projektwebseite. [Online] <http://www.eu-hbm.info/>.
- [3] Poulsen OM, Holst E, Christensen JM. Calculation and application of coverage intervals for biological reference values. *Pure and Appl. Chem.* 1997, Bd. 69, 7, S. 1601-16011.
- [4] Centers for Disease Control and Prevention. <http://www.cdc.gov/nchs/nhanes.htm>. [Online] [Zitat vom: 26. 10 2012.]
- [5] Barr DB, Wilder LC, Caudill SP, Gonzalez AJ, Needham LL, Pirkle JL. Urinary creatinine concentrations in the U.S. population: implications for urinary biologic monitoring measurements. *Environ. Health. Perspect.* 2005, Bd. 113, S. 192-200.
- [6] Becker K, Seiwert M, Angerer J, Heger W, Koch HM, Nagorka R, Rosskamp E, Schlüter C, Seifert B, Ulrich D. DEHP metabolites in urine of children and DEHP in house dust. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2004, Bd. 207, 5, S. 409-417.
- [7] Wittasek M, Heger W, Koch HM, Becker K, Angerer J, Kolossa-Gehring M. Daily intake of di(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP) by German children - a comparison of two estimation models based on urinary DEHP metabolite levels. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2007, Bd. 210, 1, S. 35-42.
- [8] Umweltbundesamt Deutschpays. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>.
- [9] Hays, Sean. Biomonitoring Equivalents. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] <http://www.biomonitoringequivalents.net/index.html>.
- [10] UNESCO. [Online] [Zitat vom: 28. 10 2012.] [http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced\\_1997.htm](http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm).
- [11] Bundesamt für Statistik. Bildungspaysschaft Suisse. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012.] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/01/bls.html>.
- [12] Bundesamt für Statistik. DurchschnittsÂge der Mères bei der Geburt. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/01/06/blank/key/02/06.html>.
- [13] Bundesamt für Statistik. Bildungsstand. [Online] [Zitat vom: 28.10.2012.] <http://www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/15/01/key/blank/01.html>.
- [14] Bundesamt für Gesundheit. *Suchtmonitoring Suisse - Tabak*. 2012.
- [15] [http://www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/HG-MONO\\_engl.pdf](http://www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/HG-MONO_engl.pdf)
- [16] <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>
- [17] Hohenblum P, Hutter H-P: Schadstoffe im Menschen, Umweltbundesamt GmbH, Wien, Report 0324, 2011: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0324.pdf>
- [18] Černa M, Krsková A, Šmíd J: Biological Monitoring in: Environmental Health Monitoring System in the Czech Republic, Summary Report 2008; <http://www.szu.cz/topics/environmental-health/ environmental-health-monitoring>
- [19] Frery N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G, Guldner L: Exposure of the French population to environmental components of the French National Survey on Nutrition and Health – Initial results. Saint-Maurice (Fra): French Institute for Public Health Surveillance, September 2010: [www. Invs.sante.fr](http://www.Invs.sante.fr)
- [20] CDC, Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, Updated Tabela February 2012
- [21] <http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit/monitor/definitionen.htm>
- [22] [www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/tab-ref-values-as-sb-metals.pdf](http://www.umweltdaten.de/gesundheit-e/monitor/tab-ref-values-as-sb-metals.pdf)

- [23] Riboli E, Trédaniel J, Saraci R, Preston-Martin S, Trichopoulos D. Misclassification of smoking status among women in relation to exposure to environmental tobacco smoke. *Eur. Respir. J.* 1995, Bd. 8, S. 285-290.
- [24] [http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/tableau-ref-werte-phthalatmetabolite\\_2011.pdf](http://www.umweltdaten.de/gesundheit/monitor/tableau-ref-werte-phthalatmetabolite_2011.pdf)
- [25] <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S027323000900186X?cc=y>
- [26] [http://www.cpsc.gov/about/cpsia/comments/BioEqDEP\\_DBP\\_BzBP.pdf](http://www.cpsc.gov/about/cpsia/comments/BioEqDEP_DBP_BzBP.pdf)
- [27] Becker K, Pick-Fuß H, Conrad A, Ziegelski C, Kolossa-Gehring M, Göen T, Seidel A. Enfants-Umwelt-Survey (KUS) 2003/2006 - Human-Biomonitoring-Untersuchungen auf Phthalat- und Phenanthrenmetabolite sowie Bisphenol A. *Umwelt und Gesundheit* 04/2009 ISSN 1862-4340
- [28] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/03912/index.html?lang=de>
- [29] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00238/07698/12056/index.html?lang=de>
- [30] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00238/07698/12056/index.html?lang=de>
- [31] <http://www.bag.admin.ch/themen/chemikalien/00228/01378/index.html?lang=de>