

# Le programme allemand de surveillance en santé environnementale de l'Agence Fédérale de l'Environnement (UBA)\*

Le BEH a demandé au Dr Marike Kolossa-Gehring, toxicologue, responsable de la Section « Toxicologie et Système de surveillance santé-environnement », et au Dr Kerstin Becker, épidémiologiste de cette même section au sein de l'Agence fédérale de l'environnement (Umweltbundesamt - UBA), de décrire en 10 points le programme allemand de surveillance en santé environnementale (GerES) lancé au milieu des années 1980.

Dr Marike Kolossa-Gehring (marike.kolossa@uba.de)

\* Traduit de l'anglais

## GerES : le programme allemand de surveillance en santé environnementale – principes et objectifs

Au milieu des années 1980, l'Allemagne, plus précisément l'Agence fédérale de l'environnement (*Umweltbundesamt*, UBA), a mis en place un programme complexe de surveillance de l'environnement qui inclut également la biosurveillance humaine. Dans ce cadre, la biosurveillance est utilisée en tant qu'outil le plus approprié pour caractériser et évaluer l'exposition interne des individus aux polluants environnementaux.

Dans les années 1980, les données de biosurveillance humaine provenaient presque exclusivement d'études en milieu de travail ou d'études portant sur des groupes de population restreints. De ce fait, elles n'étaient pas suffisantes pour permettre d'évaluer l'exposition de la population générale. Le seul programme d'ampleur en matière de biosurveillance a été la campagne de mesure des plombémies dans la population européenne, suite à la directive européenne sur le plomb (CEC 1977) [1].

UBA, après avoir rassemblé les connaissances disponibles a déployé ce programme national afin d'évaluer l'exposition de la population aux polluants environnementaux. Ce programme, appelé *German Environmental Survey* (GerES [2]), a été lancé pour la première fois en 1985-1986 pour l'Allemagne de l'Ouest, (GerES I) sur des adultes, puis répété en 1990-1991 toujours en Allemagne de l'Ouest (GerES IIa). Au moment de l'élaboration de GerES IIa, l'Allemagne ayant été réunifiée, le programme a alors été étendu à l'Allemagne de l'Est (GerES IIb, [3]). GerES III (1998, Allemagne réunifiée) s'est concentré sur les adultes. Les premières études dédiées exclusivement aux enfants sont apparues avec l'étude pilote de GerES IV puis GerES IV (2003-2006) [4].

L'expérience acquise avec les études GerES successives et les diverses initiatives européennes et de l'OMS a modifié les perspectives et les principes initiaux concernant la biosurveillance en Allemagne. Cette expérience a conduit à encourager la recherche consacrée à la compréhension des relations entre l'environnement et la santé. En 2004, la Commission européenne a adopté le Plan d'action européen 2004-2010 en faveur de l'environnement et de la santé [5] et GerES IV est devenu, à cette même période, un module du Plan d'action allemand en santé-environnement. Dans ce contexte, l'objectif principal de GerES n'était plus seulement de mesurer les substances chimiques dans l'organisme humain mais « d'observer l'exposition de la population aux substances chimiques, ainsi que les agents physiques et biologiques de l'environnement et d'identifier les facteurs qui les influencent ». Autant que possible, les résultats se devaient d'être associés aux données toxicologiques ou sanitaires.

## La coopération entre les enquêtes santé et le programme GerES

GerES est une étude transversale conduite en collaboration étroite avec les enquêtes nationales de santé par examen et par entretien (*National Health Interview and Examination Surveys*, NHIES) du Robert Koch-

Institut (RKI). La combinaison des données provenant de ces enquêtes fournit une base solide à un système de surveillance environnementale et sanitaire représentatif au plan national.

Le travail de terrain de GerES et des enquêtes santé a toujours été mené en étroite collaboration. Les experts d'UBA et du RKI ont élaboré un guide de procédures qui a été utilisé pour la formation des équipes de terrain. Le travail conduit de façon conjointe entre les enquêtes de santé et GerES a permis de réaliser des économies financières et de mutualiser les ressources. À titre d'exemple, il a été possible d'effectuer en une seule fois les prélèvements sanguins nécessaires à GerES et NHIES.

Néanmoins, il existe un inconvénient à cette mutualisation du travail de terrain, notamment pour ce qui concerne la nécessité de partager le temps consacré aux entretiens. L'enquête santé par entretien mobilise les participants pendant deux heures environ, auxquelles s'ajoutent 90 mn pour GerES. Par expérience, cette durée est maximum et il ne peut être demandé davantage aux participants, surtout s'il s'agit d'enfants. UBA a donc dû renoncer à inclure des tests pour mesurer le développement cognitif et neurologique des enfants dans le cadre de GerES IV. Les deux études (NHIES et GerES) s'échangent leurs données ; les progrès de l'épidémiologie environnementale qui en ont résulté ont conduit à améliorer la mise en relation des données environnementales et sanitaires afin d'évaluer l'impact sur la santé de la pollution environnementale. Cependant, même si une étude transversale n'était pas ce qu'il y a de plus adapté, GerES a permis de définir des orientations et de formuler quelques hypothèses. Ainsi, avant le lancement de GerES IV, il a été possible de mettre en relation des expositions environnementales et des événements sanitaires :

- la présence de spores de moisissures dans les logements et la sensibilisation aux allergènes ;
- les allergies de contact dues au nickel, au chrome ou à des produits parfumés ;
- l'impact du bruit sur la perte d'audition, le stress et les troubles du sommeil ;
- l'irritation des yeux et de l'appareil respiratoire due aux composés organiques volatils présents dans l'air intérieur.

## Les liens entre GerES et les mesures dans l'environnement

GerES a permis non seulement d'évaluer des expositions internes mais aussi d'examiner la part respective de différents compartiments de l'environnement (l'air, l'eau, la poussière dans l'habitat, la nourriture) dans l'imprégnation par des substances et a donc conduit au développement de modèles d'évaluation des expositions.

Dans le cadre de GerES IV, des mesures dans l'air intérieur (composés organiques volatils, moisissures), dans l'eau du robinet (métaux), dans la poussière des maisons (biocides, moisissures), et des mesures de bruit à proximité des chambres à coucher ont été effectuées. Ces mesures ont été accompagnées de questionnaires détaillés proposés aux enfants

participants ou leurs parents afin qu'ils fournissent des informations précises sur leur cadre de vie en précisant les conditions d'exposition, c'est-à-dire leurs habitudes alimentaires, leurs conditions de logement, la qualité de l'environnement résidentiel et les expositions dépendantes de leur comportement et mode de vie.

C'est avec GerES IV que, pour la première fois dans le cadre d'une expérimentation, de telles données ont pu être reliées aux données de qualité de l'air extérieur ou de contamination des sols au moyen de systèmes d'information géographique.

### **Les conséquences majeures de GerES pour des interventions de santé publique et les politiques publiques en matière d'environnement**

Les résultats de biosurveillance ont servi de base à des décisions de santé publique en Allemagne à plusieurs reprises. En voici quelques exemples :

- l'identification de voies d'exposition pour les phtalates, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les métaux ;
- le développement de stratégies de prévention et de réduction des expositions pour certaines substances (interdiction du pentachlorophénol (PCP) et d'autres biocides persistants dans les produits de traitement du bois, ou interdiction du plomb dans les carburants) ;
- la fourniture d'information permettant d'interpréter les données de biosurveillance (définition de valeurs de référence sur des bases statistiques, définition de deux types de valeurs de biosurveillance humaine [HBM-I et HBM-II] fondées sur les résultats épidémiologiques et les connaissances toxicologiques) ;
- la réduction du risque associé aux amalgames dentaires ;
- la diminution des métaux dans l'eau potable (révision de l'Ordonnance allemande sur l'eau) ;
- le contrôle de l'efficacité de dispositions législatives et réglementaires par des analyses de tendances temporelles. Sur la base des résultats de GerES IV (2003-2006) et GerES II (1990-1992), les résultats les plus significatifs concernent :
  - les concentrations urinaires en métabolites d'HAP qui ont considérablement diminué depuis 1990-1992, surtout chez les enfants d'Allemagne de l'Est. L'écart qui existait auparavant entre les enfants d'Allemagne de l'Est et de l'Ouest a pratiquement disparu. Ce résultat est très probablement dû à la réduction réussie de la pollution atmosphérique en Allemagne de l'Est après la réunification de l'Allemagne, et constitue une preuve de l'ajustement des niveaux d'exposition dans l'Allemagne réunifiée ;
  - le taux urinaire médian de pentachlorophénol (PCP) a baissé de 4,5 µg/l à moins de 0,6 µg/l, suite à l'interdiction, en 1989, de la production et l'utilisation du PCP et de produits en contenant ;
  - dans les deux études (GerES II et IV), environ 50 % des enfants vivaient dans une famille comprenant au moins un fumeur et étaient, de ce fait, exposés au tabagisme passif. Les taux de cotinine retrouvés chez les enfants au cours de GerES IV confirment que cette exposition perdure, particulièrement dans les familles de faible niveau socio-économique ;
  - la concentration en plomb dans le sang a baissé de façon continue depuis l'interdiction du plomb dans l'essence. Le taux moyen actuel de 18 µg/l (32 µg/l dans GerES II) est, jusqu'à présent, le taux moyen la plus bas rapporté dans une étude allemande pour les enfants ;
  - Les taux de cadmium sanguin et urinaire qui étaient proches de la limite de détection (moyenne géométrique : 0,1 µg/l) en 1990-1992 sont restés stables ;
  - Les concentrations en mercure dans le sang et l'urine ont diminué en raison des mesures de réduction de l'exposition prises en ce qui concerne la consommation de poisson et les amalgames dentaires. En

Allemagne, les amalgames ne sont en effet plus recommandés pour les enfants.

### **Les sujets sensibles**

L'évaluation/interprétation des données de biosurveillance est un sujet délicat, surtout en l'absence de valeurs seuils ou de valeurs limites. Une approche consiste à calculer des apports quotidiens sur la base des concentrations mesurées en métabolites ; cette méthode a été utilisée pour l'évaluation de l'exposition aux pesticides organophosphorés (Étude pilote de GerES IV). En dépit des nombreuses limites d'une telle approche, les résultats obtenus permettent néanmoins de suggérer que l'exposition des enfants aux pesticides organophosphorés en Allemagne est probablement trop élevée [7].

Des analyses multivariées ont permis de montrer que, chez les enfants, la consommation de jus de fruits était associée à des taux de métabolites de pesticides organophosphorés significativement plus élevés. Malheureusement, il n'existe pas de données disponibles sur la toxicité de ces métabolites. Dans la mesure où ces métabolites peuvent provenir soit de résidus de pesticides soit du jus de fruit consommé, il convient de s'interroger sur la source de tels métabolites. Cette question est particulièrement importante pour décider de la nature des mesures à prendre et pour identifier les instances qui sont chargées d'évaluer ces sources et de prendre les mesures adéquates. Ainsi en Allemagne, du fait des responsabilités distinctes en matière de pollution environnementale et de nutrition, si l'agence pour la protection de l'environnement (UBA) est chargée fournir les données, il revient au BfR (*Bundesinstitut für Risikobewertung*), l'Agence fédérale en charge de l'évaluation des risques en particulier dans le domaine de la protection des consommateurs, de traiter cette question.

Un autre sujet sensible est l'allaitement. GerES a montré que les mères primipares plus âgées transmettent significativement plus de polluants persistants à leur enfant que des mères plus jeunes [8]. Ainsi, jusqu'à l'âge de 12 ans, on observe une imprégnation accrue en polluants persistants chez les enfants ayant bénéficié des durées d'allaitement les plus longues. Nous pensons que la conséquence d'une telle observation serait que la recommandation de la Commission allemande pour l'allaitement préconisant d'allaiter pendant 6 mois soit réexaminée pour les mères les plus âgées.

En ce qui concerne la thématique émergente de la « justice environnementale », les résultats de GerES montrent que la pollution environnementale n'est pas toujours un problème d'enfants de milieu défavorisé [9]. En effet, GerES indique que plusieurs polluants affectent davantage les enfants de familles de niveau socio-économique élevé (indice socio-économique prenant en compte les revenus des parents, leur niveau d'éducation, leur catégorie professionnelle). En conséquence, les mesures de prévention ou de réduction de l'exposition des enfants à ces substances doivent être définies en tenant compte du niveau socio-économique, et donc ciblées vers des groupes spécifiques.

### **La Commission allemande de biosurveillance humaine**

Le mandat de la Commission allemande de biosurveillance, créée en 1992, est de soutenir le travail de l'Agence fédérale de l'environnement sur la biosurveillance humaine en lui fournissant des avis d'experts [10]. Les membres de cette Commission sont nommés pour trois ans et appartiennent à des organismes scientifiques fédéraux et de différents *Länder*, à des universités, à des instituts de santé publique et des établissements de soins. Par ailleurs, la Commission invite des personnalités de façon permanente ou temporaire pour des avis sur des sujets particuliers [11]. Afin de pouvoir réaliser une évaluation des expositions internes en santé environnementale de façon harmonisée, la Commission a développé des

critères pour dériver de façon statistique des valeurs de référence d'une part et, d'autre part, des valeurs de biosurveillance humaine fondées sur la toxicologie et l'épidémiologie. Les valeurs de référence permettent d'évaluer l'exposition d'individus ou d'un groupe de population par rapport à l'exposition de la population générale allemande. Comme les conditions environnementales évoluent, les valeurs de référence doivent être vérifiées et actualisées de façon régulière. GerES a ainsi été la principale source d'information en ce qui concerne les niveaux d'exposition. Par analogie avec un des guides de l'IUPAC (*International Union of Pure and Applied Chemistry*), la Commission pour la biosurveillance humaine prend, comme valeur de référence pour un polluant et une population donnés, le 95<sup>e</sup> percentile (avec son intervalle de confiance à 95 %) de la distribution des concentrations du polluant dans la population générale allemande.

La Commission a clairement expliqué que les valeurs de référence sont strictement dérivées de statistiques, et qu'elles n'ont aucune signification sanitaire.

La Commission prépare également des monographies sur les polluants environnementaux (présence, utilisation, distribution dans l'environnement, voies d'exposition et toxicocinétique, facteurs potentiellement associés à l'exposition, exposition interne et effet sanitaire). Lorsque les informations sur la toxicologie et l'épidémiologie environnementale sont considérées comme fiables, alors la Commission les utilise pour en déduire deux types de valeurs de biosurveillance (HBM-I et HBM-II). À ce jour, la Commission a défini des valeurs de biosurveillance (HBM-I et/ou HBM-II) dans le sang et l'urine pour 5 substances : le plomb, le cadmium, le mercure, le pentachlorophénol et le di(2-éthylhexyl)phtalate (DEHP).

### **Les valeurs de référence, et les valeurs de biosurveillance HBM-I et HBM-II : définitions et utilisation**

La valeur de HBM-I indique le seuil en-deçà duquel le risque d'effets nocifs pour la santé n'est pas attendu dans la population générale, au vu des connaissances actuelles. Pour des concentrations situées entre les valeurs HBM-I et HBM-II, des effets nocifs ne peuvent être écartés avec une certitude suffisante. Lorsque des résultats sont dans cet intervalle, il est recommandé de vérifier les résultats analytiques et de chercher si le niveau élevé est dû à des sources spécifiques qu'il conviendrait de supprimer. Si un résultat excède la valeur HBM-II, un risque accru d'effets nocifs pour la santé requérant une action immédiate pour réduire l'exposition est possible.

Les valeurs de référence sont quant à elles d'un grand intérêt pour l'évaluation des résultats de biosurveillance au niveau d'un individu ou d'études ciblées ou concernant des « points chauds ». De nombreuses études de biosurveillance conduites en Allemagne ont utilisé les valeurs de référence de la Commission de biosurveillance pour comparer leurs résultats avec l'exposition de la population générale en Allemagne.

Les valeurs de biosurveillance (HBM-I et HBM-II) peuvent être utilisées pour interpréter la pertinence sanitaire des données de biosurveillance. En 1990-1992 (GerES II), jusqu'à 2,4 % de la population adulte avait des niveaux élevés d'exposition pour le plomb, le cadmium, le mercure ou le pentachlorophénol dans le sang ou l'urine. En 1998 (GerES III), cette proportion avait significativement diminué et seuls quelques adultes présentaient des concentrations sanguines ou urinaires de plomb, de mercure ou de pentachlorophénol au-dessus des valeurs de biosurveillance.

En 1990-1992 (GerES II), 2 à 11 enfants présentaient des plombémies et des concentrations urinaires de cadmium, mercure et pentachlorophénol supérieures à HBM-I. En 2003-2006, seul un enfant présentait une concentration au-dessus de HBM-I pour le plomb ou le mercure

dans le sang et le cadmium dans l'urine. Les valeurs HBM-I pour le pentachlorophénol ou le mercure urinaires n'étaient pas dépassées.

Le fait que les cas excédant les valeurs de biosurveillance soient devenus si rares est dû principalement aux mesures préventives prises [12].

### **L'intérêt de la banque de spécimens allemande**

La banque allemande de spécimens environnementaux (ESB) est un instrument du ministère fédéral allemand pour l'Environnement, la Préservation de la Nature et la Sécurité Nucléaire, elle est gérée par l'Agence fédérale de l'environnement [13]. Son fonctionnement opérationnel est assuré par des instituts de recherche et des pôles universitaires ayant des compétences spécifiques dans des domaines particuliers (tels que l'échantillonnage de prélèvements humains, biologiques et abiotiques, l'analyse de traces de polluants ou l'exploitation de cryobanques).

Le fonctionnement en routine de la banque de spécimens a débuté en 1985. Des échantillons sont prélevés chaque année chez des étudiants de quatre universités allemandes et sont conservés comme échantillons individuels. Des spécimens environnementaux sont également prélevés annuellement dans des écosystèmes marins, d'eau douce et terrestres représentatifs. Ils sont ensuite stockés à une température inférieure à -150°C.

Après deux décennies de fonctionnement, la banque de spécimens constitue un enregistrement historique continu de l'état de l'environnement en Allemagne pour cette période. Elle permet ainsi le suivi rétrospectif des polluants pour identifier les tendances temporelles et les différences géographiques, y compris pour ceux d'entre eux qui n'étaient pas qualifiés de dangereux au moment du prélèvement (polluants émergents) ou qui n'ont pu être analysés avec toute la précision souhaitée à l'époque. Ainsi, la banque de spécimens permet d'analyser les prélèvements du passé en utilisant les méthodes analytiques les plus modernes.

À titre d'exemple, l'intérêt en santé environnementale est passé récemment au suivi de substances comme les éthers diphenyliques polybromés (PBDE)<sup>1</sup>, les sulfonates de perfluorooctane (PFOS) et l'acide perfluorooctanoïque (PFOA)<sup>2</sup>. Les analyses rétrospectives ont montré que les niveaux de dioxines, de PFOS et de PFOA chez les personnes-tests avaient diminué au cours du temps, alors que les niveaux de PBDE avaient augmenté pendant la même période. Ces tendances allemandes sont confirmées par des études nationales dans d'autres pays.

### **Les nouvelles priorités pour la surveillance en santé environnementale en Allemagne**

GerES et la banque de spécimens ont été les éléments-clés du programme allemand de surveillance en santé environnementale [14]. Ce programme a été mis en place pour suivre l'exposition humaine à des substances dangereuses qui sont ensuite caractérisées et associées à de possibles impacts sur la santé.

À l'avenir, la surveillance en santé environnementale en Allemagne a pour objectifs :

- de recueillir des données sur les expositions aux polluants, au bruit, et sur d'autres facteurs de l'environnement qui peuvent avoir un impact sanitaire ;
- d'identifier et quantifier les sources d'exposition ;
- d'illustrer les tendances spatio-temporelles dans le but de prévoir les expositions ;
- d'identifier de « nouvelles » substances problématiques (substances émergentes) dans l'organisme humain ;

<sup>1</sup> Les PBDE sont des retardateurs de flamme.

<sup>2</sup> PFOS et PFOA sont des composés perfluorés (PFC) utilisés notamment pour rendre les matériaux résistants à l'huile et à l'eau.

- d'étudier les inégalités socio-économiques vis-à-vis de la pollution environnementale ;
- de réaliser des évaluations toxicologiques et sanitaires ;
- d'analyser l'influence des facteurs environnementaux sur la santé publique et en particulier en ce qui concerne les sous-groupes de population sensibles ;
- de décrire et d'évaluer l'efficacité des mesures de prévention et de réduction des risques et des programmes qui mettent en œuvre les politiques publiques en matière de santé et d'environnement ;
- de développer de nouvelles méthodes analytiques pour la biosurveillance humaine.

En utilisant les données de la banque de spécimens, la majeure partie de ces objectifs pourront être atteints, en particulier en ce qui concerne le suivi de substances nouvelles et émergentes, et permettront d'évaluer la réussite du programme REACH. Celle-ci est considérée par UBA comme une tâche essentielle pour la biosurveillance humaine dans le futur. Dans ce contexte, l'harmonisation et la mise en œuvre au plan européen de la biosurveillance sont importantes pour les activités d'UBA. Par ailleurs, un certain nombre de projets de recherche ciblés sont en cours de réalisation. Ils comprennent, entre autres, des études de biosurveillance humaine et en particulier des études de cohorte, qui se prêtent bien à l'étude des relations entre les expositions environnementales et effets sanitaires. Tout récemment, UBA a commencé à travailler la conception d'une cohorte de nouveau-nés.

### **Les phases critiques et les infrastructures nécessaires à la mise en place d'un programme national de biosurveillance**

Le plus important est le soutien politique, souvent indispensable pour obtenir les financements nécessaires. Il est donc essentiel de pouvoir passer de la science aux politiques publiques. L'Allemagne a le grand avantage de disposer, au plan institutionnel, d'une Commission de biosurveillance humaine qui s'acquitte de cette tâche, en étant parfaitement reconnue aussi bien par la communauté scientifique que par la classe politique.

**Le succès et la performance d'un programme national reposent sur une bonne gestion centralisée, sur la disponibilité de guides opérationnels, sur des laboratoires fiables et sur la mise en place d'un contrôle de qualité à toutes les étapes.** Comme indiqué précédemment, GerES a été mis en place dans les années 1980, et au début UBA ne mesurait dans les laboratoires que les métaux lourds dans le sang et l'urine. Lors des GerES suivants, les prélèvements, les équipements utilisés et les polluants analysés sont devenus plus complexes et les laboratoires ont gagné pas à pas en expérience après avoir été confrontés à des difficultés. C'est maintenant un atout pour ces laboratoires d'avoir su les dépasser.

Enfin, la participation aux études de biosurveillance est le point le plus délicat, car avec un faible taux de réponses, les données ne peuvent

pas être considérées comme représentatives au niveau national. Pour obtenir une participation satisfaisante, de bonnes compétences en communication sont indispensables. Concrètement, cela signifie qu'il faut à la fois faire une certaine publicité et mener des campagnes d'information, et être garants des valeurs éthiques et de la confidentialité des données ; sinon, en Allemagne du moins, il serait absolument impossible de convaincre les personnes de participer à de telles études.

### **Remerciements**

Nous tenons à remercier tous les participants à nos études, et à exprimer notre gratitude aux Ministères fédéraux de l'Environnement, de la préservation de la nature et de la sûreté nucléaire, et de l'Éducation et de la recherche, pour leur soutien financier.

### **Références**

- [1] Conseil des Communautés Européennes. Directive du conseil du 29 mars 1977 concernant la surveillance biologique de la population vis-à-vis du risque saturnin (77/312/CEE). Document 377L0312.  
[http://admi.net/eur/loi/leg\\_euro/fr\\_377L0312.html](http://admi.net/eur/loi/leg_euro/fr_377L0312.html)
- [2] UBA. German Environmental Survey (GerES).  
<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/survey/index.htm>
- [3] Seifert B, Becker K, Hoffmann K, Krause C, Schulz C. The German Environmental Survey 1990/92 (GerES II) : A Representative Population Study. *J Exp Anal Environ Epidemiol*. 2000;10(2):103-14.
- [4] Becker K, Schulz C, Babisch W, Dürkop J, Roskamp E, Seiwert M, et al. German environmental survey for children (GerES IV) 2003-2006. *Pollution Atmosphérique*. 2005;188:475-9.
- [5]. Communication de la Commission, du 9 juin 2004, « Plan d'action européen 2004-2010 en faveur de l'environnement et de la santé » [COM(2004) 416 - Journal officiel C 49 du 28.02.2006].  
[http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga\\_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type\\_doc=COMfinal&an\\_doc=2004&nu\\_doc=416&lg=fr](http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&type_doc=COMfinal&an_doc=2004&nu_doc=416&lg=fr)
- [6] Becker K, Conrad A, Kirsch N, Kolossa-Gehring M, Schulz C, Seiwert M, Seifert B. German Environmental Survey (GerES) : Human Biomonitoring as a tool to identify exposure pathways. *Int J Hyg Environ Health*. 2007;210(3-4):267-9.
- [7] Becker K, Seiwert M, Angerer J, Kolossa-Gehring M, Hoppe HW, Ball M, et al. GerES IV Pilot Study: assessment of the exposure of German children to organophosphorus and pyrethroid pesticides. *Int J Hyg Environ Health*. 2006;209(3):221-33.
- [8] Becker K, Müssig-Zufika M, Conrad A, Lüdecke A, Schulz C, Seiwert M, Kolossa-Gehring M. German Environmental Survey for Children 2003/06 –GerES IV- Human Biomonitoring. Levels of selected substances in blood and urine of children in Germany. *WaBoLu-Hefte* 01/08, ISSN 1862-4340. Federal Environment Agency, Dessau-Roßlau, 2008.
- [9] Seiwert M, Conrad A, Becker K, Hünken A, Schulz C, Kolossa-Gehring, M. German Environmental Survey for Children (GerES IV): Socio-economic status and exposure to pollutants. Abstract of the 2008 Joint Annual Conference of ISEE/ISEA. Pasadena, California USA, Vortrag, October 12-16 (1255) 726.
- [10] Schulz C, Angerer J, Ewers U, Kolossa-Gehring M. The German Human Biomonitoring Commission. *Int J Hyg Environ Health*. 2007;210(3-4):373-82.
- [11] HBC (Human Biomonitoring Commission). Health and Environmental Hygiene.  
<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/monitor/index.htm>
- [12] Schulz C, Conrad A, Becker K, Kolossa-Gehring M, Seiwert M, Seifert B. Twenty years of the German Environmental Survey (GerES), Human biomonitoring – temporal and spatial (West Germany/East Germany) differences in population exposure. *Int J Hyg Environ Health*. 2007;210(3-4):271-97.
- [13] UBA (Federal Environment Agency). Environmental Specimen Bank, part: human specimens.  
<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/gpub/hpb.htm>
- [14] UBA (Federal Environment Agency): Health related environmental monitoring.  
<http://www.umweltbundesamt.de/gesundheit-e/gpub/index.htm>