

PERTINENCE D'UN DÉPISTAGE DU SATURNISME INFANTILE DANS UNE ÉCOLE DE SEINE-SAINT-DENIS

// RELEVANCE OF SCREENING FOR CHILDHOOD LEAD POISONING IN A SCHOOL IN THE SEINE-SAINT-DENIS REGION (FRANCE)

Olivier Carpentier¹ (olivier.carpentier@ars.sante.fr), Clément Bassi², Sabrina Mekhous¹, Jérôme Langrand³

¹ Agence régionale de santé d'Île-de-France, Bobigny, France

² Cellule d'intervention en région (Cire) Île-de-France, Santé publique France, Paris, France

³ Centre antipoison de Paris, AP-HP, Hôpital Lariboisière, Paris, France

Soumis le 03.06.2016 // Date of submission: 06.03.2016

Résumé // Abstract

À la suite d'un signalement concernant une exposition au plomb d'enfants scolarisés dans une école de Seine-Saint-Denis en France, un dépistage du saturnisme infantile a été organisé en mai 2015.

L'investigation environnementale a consisté en une évaluation de la présence de plomb par fluorescence aux rayons X et de son accessibilité, et en une mesure du plomb acido-soluble dans les poussières au sol. Une modélisation des plombémies attendues a été réalisée grâce au modèle IEUBK (*Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children*). La population incluse dans le dépistage s'élevait à 332 enfants exposés, âgés de 3 à 11 ans.

Les mesures environnementales ont révélé une accessibilité au plomb dans le groupe scolaire ; 27,9% des échantillons de poussières ont montré une concentration surfacique en plomb supérieure à 100 µg/m². La moyenne géométrique des plombémies modélisées variait entre 29,7 et 34,6 µg/L pour une concentration surfacique moyenne en plomb dans les poussières de l'école oscillant entre 265 et 354 µg/m². Toutefois, la moyenne géométrique des plombémies mesurées des 275 (82,8%) enfants exposés ayant participé au dépistage s'élevait à 13,5 µg/L [12,8;14,4], ce qui est comparable à la population générale. Trois plombémies dépassaient le seuil d'intoxication de 50 µg/L. La moyenne géométrique des 199 plombémies des élèves inclus âgés de 3 à 6 ans était égale à 13,8 µg/L [12,9;14,8].

Ce dépistage présente un exemple de gestion du saturnisme infantile à partir d'une problématique environnementale spécifique.

In response to a report highlighting possible lead exposure in a nursery and elementary school in the Seine-Saint-Denis region in France, a major screening program for childhood lead poisoning was carried out in May 2015.

The environmental investigation included an assessment of the presence of lead using X ray fluorescence and its accessibility, as well as a measurement of leachable lead in interior dust. Modeling of expected blood lead levels was achieved via the IEUBK model (Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children). The screened population consisted of 332 exposed children aged from 3 to 11 years old.

Environmental investigations indicated a strong exposure to lead in the school; 27.9% of the dust samples exceeded 100 µg/m² of lead content. The modeled geometric mean blood lead levels varied from 29.7 to 34.6 µg/L, as a function of the measured dust lead concentrations means that ranged between 265 and 354 µg/m². The geometric mean of the measured circulating lead concentration of the 275 exposed and screened children was 13.5 µg/L [12.8;14.4], which is comparable to values reported from the general population. Three measured blood lead levels exceeded the threshold of intoxication of 50 µg/L. The geometric mean blood lead level of 199 children aged 3 to 6 years was 13.8 µg/L [12.9;14.8].

This screening provides an example of lead poisoning management in the context of a specific environmental problem.

Mots-clés : Dépistage, Saturnisme, Enfant, Plombémie, École, Exposition

// **Keywords:** Screening, Lead poisoning, Child, Blood lead level, School, Exposure

Introduction

Les principaux effets toxiques du plomb sur l'organisme intéressent les systèmes neurologiques, rénaux, hématopoïétiques et reproductifs. Ces effets

augmentent avec la dose d'exposition, sans qu'il existe de seuil minimal de plombémie dénué d'effets sur la santé. Les personnes les plus vulnérables sont les enfants âgés de moins de 6 ans et les femmes enceintes, pour leurs fœtus¹.

Depuis la révision du seuil de déclaration par arrêté ministériel du 8 juin 2015⁽¹⁾, le saturnisme infantile est une maladie à déclaration obligatoire, dont le critère de notification est défini par une première plombémie supérieure ou égale à 50 µg/L chez un sujet de moins de 18 ans.

À la suite du signalement par un parent d'élève, auprès de l'Agence régionale de santé d'Île-de-France, le 23 janvier 2015, d'un risque d'exposition au plomb dans un groupe scolaire du département de Seine-Saint-Denis, des investigations environnementales ont été menées, conduisant à un dépistage des enfants exposés.

Le groupe scolaire comprend une école maternelle et une école élémentaire. Il est composé de bâtiments datant de 1898, ayant fait l'objet de deux extensions récentes. L'école maternelle est installée dans les bâtiments anciens. L'école élémentaire se répartit entre un bâtiment récent et une partie des bâtiments anciens. Le groupe scolaire est situé dans un quartier de la ville composé de résidences modernes qui côtoient un habitat ancien dégradé.

L'objectif de cet article est de présenter la démarche ayant abouti au dépistage, ainsi que les résultats de ce dépistage.

Méthodes

Diagnostic environnemental

Début avril 2015, un constat de risque d'exposition au plomb (CREP), complété par des prélèvements de poussières au sol, a été effectué dans les bâtiments anciens, conformément à l'arrêté du 19 août 2011⁽²⁾. Le CREP permet la mesure de la concentration en plomb pour chaque unité de diagnostic (UD), définie comme un élément de construction ou un ensemble d'éléments de construction présentant *a priori* un recouvrement homogène et le même historique en matière de construction et de revêtement. Les mesures de concentration en plomb dans les poussières au sol ont été réalisées conformément à l'arrêté du 12 mai 2009 relatif au contrôle des travaux en présence de plomb⁽³⁾. Dans chaque local situé dans les bâtiments anciens, quatre prélèvements ont été effectués par lingettes, suivis d'une mesure du plomb acido-soluble. La limite de détection (LD) du laboratoire était égale à 100 µg/m² et la limite de quantification (LQ) à 200 µg/m².

⁽¹⁾ Arrêté du 8 juin 2015 modifiant le modèle de la fiche de notification figurant à l'annexe 27 de l'arrêté du 22 août 2011 relatif à la notification obligatoire des maladies infectieuses et autres maladies mentionnées à l'article D. 3113-7 du code de la santé publique. Journal officiel du 16 juin 2015. <https://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/6/8/AFSP1509304A/jo>

⁽²⁾ Arrêté du 19 août 2011 relatif au constat de risque d'exposition au plomb. Journal Officiel du 1^{er} septembre 2011. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000024524952&categorieLien=id>

⁽³⁾ Arrêté du 12 mai 2009 relatif au contrôle des travaux en présence de plomb, réalisés en application de l'article L. 1334-2 du code de la santé publique. Journal Officiel du 27 mai 2009. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000020668963&categorieLien=id>

Simulation des plombémies attendues

L'objectif de cette estimation était de comparer la plombémie attendue avec le seuil de 5% d'enfants ayant une plombémie supérieure à 50 µg/L, recommandé par le Haut Conseil de la santé publique (HCSP) pour le déclenchement d'un dépistage. L'estimation de l'imprégnation en plomb des élèves exposés a fait appel au modèle IEUBK (*Integrated Exposure Uptake Biokinetic Model for Lead in Children*, version 1.1 pour Windows) développé par la U.S. *Environmental Protection Agency* (US EPA), qui permet de prédire la plombémie d'enfants de 0 à 6 ans en simulant les processus physiologiques qui la déterminent. Les paramètres permettant d'apprécier l'exposition et retenus par cette modélisation étaient ceux pris en compte dans l'avis du HCSP pour fixer le seuil de déclenchement d'un dépistage du saturnisme infantile².

Afin de tenir compte des incertitudes de mesure de la concentration surfacique de plomb dans les poussières, deux scénarios ont été modélisés : un scénario 1 où sa moyenne arithmétique a été estimée en fixant les teneurs inférieures à LD à 0 µg/m² et les teneurs inférieures à LQ à 100 µg/m² ; un scénario 2 où cette moyenne a été estimée en fixant les teneurs inférieures à LD à 100 µg/m² et les teneurs inférieures à LQ à 200 µg/m².

Population cible

Le groupe scolaire accueillait 493 enfants, dont 337 fréquentaient les bâtiments anciens, répartis en 217 élèves de maternelle et 92 élèves de primaire. S'y ajoutaient 28 élèves participant au club de lecture ou bénéficiant d'une aide aux leçons. Ces 337 élèves ont été inclus dans le dispositif de dépistage. Parmi eux, 5 élèves de maternelle ont été exclus : 3 avaient quitté l'école en cours d'année, 1 l'avait intégrée en avril 2015, et le dernier pour raisons médicales. Les 156 élèves scolarisés dans les bâtiments récents accédaient au groupe scolaire par une entrée distincte et n'étaient pas exposés au moment du signalement.

Mise en place du dépistage

Un mois après la fin des travaux signant l'arrêt de l'exposition, le dépistage a été organisé en trois séances dans le groupe scolaire, aux mois de mai et juin 2015. À l'issue d'une consultation médicale, une plombémie a été réalisée sur place.

Analyses statistiques

Afin de comparer les plombémies selon les catégories d'âge et d'exposition, les résultats du dépistage ont fait l'objet d'analyses statistiques. Les âges ont été fixés au 23 mai 2015, date de la première séance de prélèvements.

Les proportions ont été comparées à l'aide d'un test exact de Fisher et d'un test du Chi². La distribution non gaussienne des plombémies a nécessité une analyse non paramétrique des classements des rangs des valeurs entre groupes pour leur comparaison. Les intervalles de confiance des moyennes arithmétiques et quartiles des variables d'intérêt ont

été estimés par *bootstrap*. Les plombémies du dépistage ont subi une transformation log-normale pour permettre la comparaison des moyennes géométriques³. Pour un p bilatéral, une valeur <0,05 a été considérée comme statistiquement significative.

Les analyses ont été réalisées au moyen de la version 3.2.2 du logiciel R (www.r-project.org).

Résultats

Diagnostic environnemental

Le CREP a confirmé la présence de plomb accessible dans les bâtiments anciens pour 263 UD sur 1 329. Sur ces 263 UD, 238 étaient en état dégradé et 25 en état d'usage. Ces éléments contenant du plomb accessible étaient localisés de façon hétérogène dans le groupe scolaire : hall d'entrée, couloirs, salles de classe, dortoirs, cours de récréation, réfectoire.

Sur 43 échantillons de poussières, 3 mesures étaient supérieures à 300 µg/m², à savoir 8 188 µg/m², 1 202 µg/m² et 843,2 µg/m², respectivement prélevés dans un couloir desservant deux classes, dans un dortoir destiné aux élèves de maternelle et dans un dégagement du rez-de-chaussée emprunté quotidiennement par les enfants pour accéder au restaurant scolaire. Neuf autres mesures étaient comprises entre 100 et 300 µg/m². Au total, 27,9% des échantillons de poussières présentaient une concentration surfacique en plomb supérieure à 100 µg/m².

Plombémies attendues

Le budget espace-temps des enfants dans l'école, estimé à 24 heures hebdomadaires (14,3%), a été reporté dans la rubrique « *Multiple Source Analysis* » d'IUEBK, accompagné des moyennes arithmétiques des prélèvements de poussières selon les deux scénarios envisagés, soit 265 µg/m² (1 052 µg/g pour un taux d'empoussièrement de 0,252 g/m²) et 354 µg/m² (1 405 µg/g). En dehors de l'école, la concentration du plomb dans les poussières était issue de l'enquête Plomb-Habitat⁴ utilisée par le HCSP.

La moyenne géométrique des plombémies modélisées des enfants de 3 à 6 ans variait entre 29,7 µg/L (scénario 1) et 34,6 µg/L (scénario 2). Cette modélisation indiquait que le pourcentage d'enfants exposés pour lesquels la plombémie attendue était supérieure à 50 µg/L était compris entre 13% (scénario 1) et 22% (scénario 2), pour cette tranche d'âge. Ces pourcentages modélisés franchissaient le seuil de 5% d'enfants intoxiqués, défini par le HCSP pour mettre en œuvre un dépistage.

Analyse descriptive des plombémies du dépistage

Parmi les 332 élèves exposés, 275 (82,8%) ont réalisé une plombémie. Parmi les 156 élèves non exposés au moment du signalement, 65 (41,7%) ont également été prélevés.

La population incluse dans le dépistage comprenait 332 enfants âgés de 3 à 11 ans, dont 47,6% de filles (n=158) et 52,4% de garçons (n=174). Parmi

les 57 enfants exposés non dépistés, on relevait 73,7% d'enfants âgés de 3 à 6 ans et 22,8% âgés de 7 à 9 ans ; 45,6% étaient des filles (n=26) et 54,4% des garçons (n=31).

Les enfants dépistés ont été subdivisés en quatre sous-groupes : 172 élèves de maternelle, 80 élèves de classes élémentaires, 23 enfants fréquentant les bâtiments anciens à l'occasion des séances d'aide aux leçons ou de club de lecture et 65 élèves non exposés.

Cinq plombémies dont le résultat était strictement inférieur au seuil de quantification de 10 µg/L d'un des deux laboratoires (ayant effectué 11 analyses) ont été considérées comme égales à 9,9 µg/L.

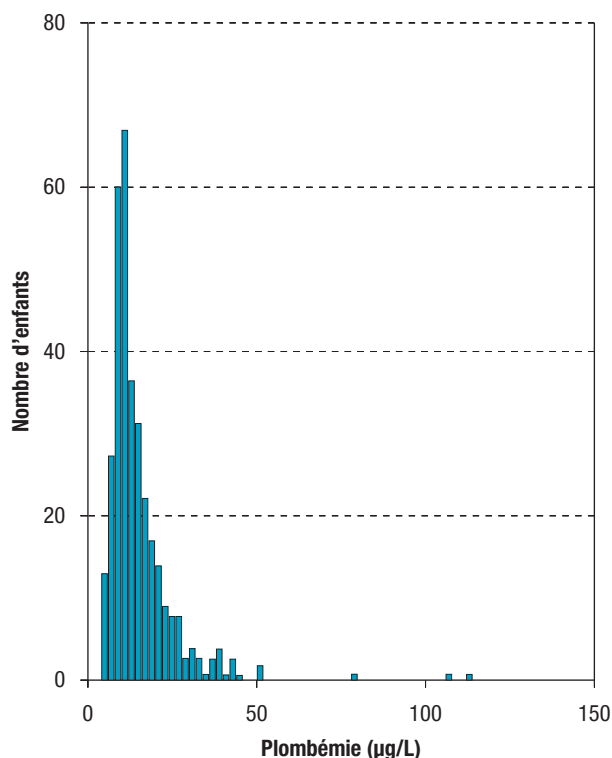
Le dépistage a révélé 3 plombémies supérieures à 50 µg/L parmi la population exposée. Deux résultats supérieurs à 50 µg/L ont été retrouvés chez des enfants non exposés. Ces 5 enfants appartenaient à deux fratries. Vingt-huit plombémies étaient comprises entre 25 et 49 µg/L dans la population des enfants exposés (10,2%), soit un pourcentage comparable aux 12,3% des plombémies comprises dans le même intervalle chez les 65 élèves non exposés (p=0,78). La distribution des 340 plombémies du dépistage est détaillée dans la figure 1.

Analyse comparative selon les catégories d'exposition

Les moyennes géométriques observées, selon les catégories d'exposition, étaient comprises entre 12,5 et 14,3 µg/L (tableau). La moyenne géométrique des plombémies des élèves exposés était

Figure 1

Distribution des plombémies du dépistage (en µg/L) dans une école de Seine-Saint-Denis, France, 2015



égale à 13,5 µg/L (intervalle de confiance à 95%, IC95%: [12,8;14,4]), comparable à celle de l'ensemble des enfants prélevés, qui s'élevait également à 13,5 µg/L [12,8;14,2]. Il n'a pas été mis en évidence de différence significative des moyennes géométriques des plombémies selon les catégories d'exposition, les classes d'âge, ou le sexe (tableau). La représentation graphique des plombémies selon les catégories d'exposition est présentée en figure 2.

Vingt-neuf enfants de 3 ans ayant fréquenté un dortoir dans lequel 1 202 µg/m² de plomb dans les poussières ont été relevés présentaient une moyenne géométrique de leurs plombémies égale à 12,1 µg/L [10,1;14,4].

La moyenne géométrique des 199 plombémies des élèves inclus âgés de 3 à 6 ans était égale à 13,8 µg/L [12,9;14,8].

Discussion

Les recommandations du HCSP, issues du rapport de juin 2014 entraînant la réduction du seuil légal de définition du saturnisme infantile de 100 à 50 µg/L, visaient à réduire la moyenne géométrique des plombémies à 12 µg/L dans la population générale. Selon

ce rapport, une contamination par le plomb des milieux en contact avec des enfants conduisant au risque d'obtenir au moins 5% des plombémies supérieures à 50 µg/L, devait conduire à la réalisation d'un dépistage pour une éventuelle prise en charge individuelle.

Si l'on considère les plombémies du dépistage de la population exposée de notre échantillon, seuls 3 enfants (1%) dépassaient le seuil de 50 µg/L. Les enquêtes environnementales effectuées aux domiciles de ces enfants ont révélé une accessibilité au plomb. Au demeurant, les distributions des plombémies du dépistage et la moyenne géométrique de notre population exposée âgée de moins de 6 ans étaient comparables à celles obtenues dans l'enquête de prévalence Saturn'Inf estimée à 15 µg/L chez les enfants de 1 à 6 ans résidant en Île-de-France⁵. De plus, la moyenne géométrique des plombémies de primodépistage en France était égale à 21,6 µg/L [21,4;21,8] pour la période 2008-2011, et la médiane à 21 µg/L⁶ ; 54% de ces enfants présentaient des facteurs de risque. Si les auteurs jugeaient cette moyenne géométrique basse après recherche de facteurs de risque, elle est plus élevée que celle révélée par notre dépistage.

Tableau

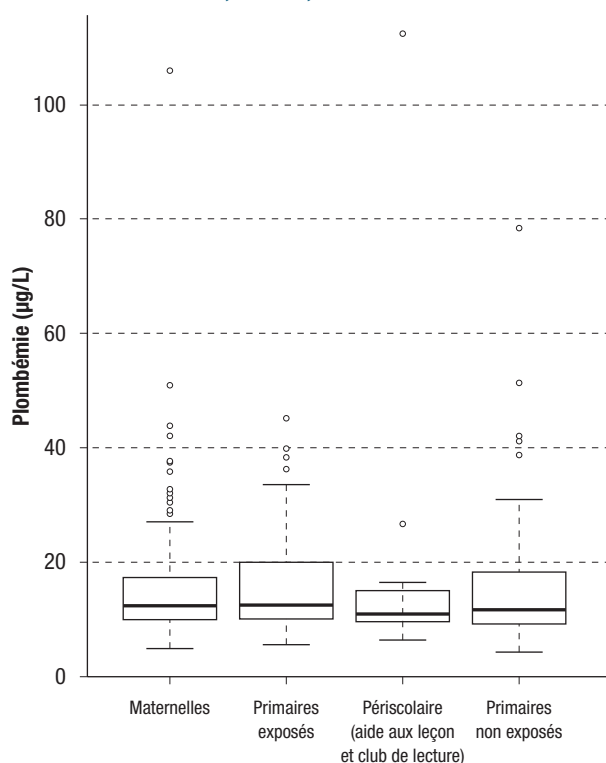
Analyse comparative des plombémies du dépistage (en µg/L) dans une école de Seine-Saint-Denis, France, 2015

	N	Moyenne arithmétique	p	Moyenne géométrique	p	Percentile 50	Percentile 75
Plombémies							
Population totale	340	15,7 [14,6;17,0]		13,5 [12,8;14,2]		12,2 [11,7;12,9]	17,8 [16,6;19,2]
Population exposée	275	15,6 [14,3;16,9]		13,5 [12,8;14,4]		12,3 [11,7;13,1]	17,6 [16,2;19,6]
Catégories d'exposition							
Maternelles	172	15,3 [13,8;16,9]	0,30	13,4 [12,4;14,4]	0,63	12,4 [11,4;13,8]	17,4 [15,8;20,7]
Primaires exposés	80	16,1 [14,2;17,8]		14,3 [12,9;15,9]		12,5 [11,4;15,9]	20,0 [16,5;23,2]
Aide aux leçons et club de lecture	23	16,4 [11,3;23,4]		12,5 [9,7;16,1]		11,0 [10,0;13,9]	15,3 [12,3;16,2]
Primaires non exposés	65	16,0 [13,2;19,4]		13,2 [11,4;15,2]		11,7 [10,4;13,3]	18,3 [14,1;23,3]
Classes d'âge (population exposée)							
3 à 6 ans	199	15,8 [14,3;17,3]	0,17	13,8 [12,9;14,8]	0,30	12,6 [12,0;14,2]	18,6 [16,7;20,8]
>6 ans	76	15,1 [13,5;16,9]		12,9 [11,5;14,4]		11,4 [11,2;11,9]	16,2 [15,3;17,5]
Sexe (population exposée)							
Filles	132	14,9 [13,6;16,2]	0,91	13,4 [12,4;14,5]	0,74	12,5 [11,4;13,9]	18,6 [17,1;21,2]
Garçons	143	16,2 [14,1;18,7]		13,7 [12,5;14,9]		12,2 [11,3;14,2]	16,9 [15,7;19,6]

Chaque estimation est accompagnée de son intervalle de confiance à 95%.

Figure 2

Box-plots des plombémies du dépistage (en µg/L) selon les catégories d'exposition dans une école de Seine-Saint-Denis, France, 2015



Les éléments suivants peuvent expliquer la faible proportion d'enfants intoxiqués dans notre population comparativement aux valeurs prédites. Ainsi, la modélisation des plombémies attendues réalisée avec IEUBK à partir des paramètres utilisés par le HCSP montrait que la proportion de 5% d'enfants dépassant le seuil de 50 µg/L était largement dépassée, évoquant la possibilité d'une surestimation des niveaux d'exposition. En effet, afin d'estimer une quantité d'exposition moyenne par les poussières au sol, cette modélisation ne pouvait tenir compte de son hétérogénéité spatiale. Par ailleurs, si les quantités de terres et de poussières ingérées recommandées par l'US EPA⁷ ont été utilisées pour la simulation des plombémies attendues par le HCSP, l'analyse réalisée par Stanek et coll.⁸ suggère que la médiane des quantités de terres et poussières ingérées est environ 4 fois plus faible. Ces résultats sont confirmés par ceux de von Lindern et coll.⁹, concluant que les moyennes des taux d'ingestion sont inférieures de 40% aux valeurs par défaut d'IEUBK.

Le délai entre l'arrêt de l'exposition des enfants et la première séance de dépistage, pendant lequel ont eu lieu les travaux de suppression du risque, a été de 36 jours. Compte tenu de la demi-vie d'élimination du plomb dans le sang, égale à 35 jours¹⁰, il est possible que cet intervalle de temps ait contribué à décaler notre distribution vers la gauche, pouvant correspondre à la proportion non négligeable d'enfants exposés dont les plombémies étaient situées entre 25 et 49 µg/L.

Un dépistage est également confronté au biais de volontariat, et nous manquons d'information concernant les 18,2% d'élèves non-répondeurs.

Conclusion

Ce dépistage en milieu scolaire présente un exemple de gestion du saturnisme infantile atypique, faisant apparaître que, si la modélisation est utile à la décision de mettre en œuvre un dépistage, elle est insuffisante pour évaluer l'importance de l'impact sanitaire dans les situations d'exposition comparables. ■

Remerciements

Nous remercions le Dr R. Lopez et l'ensemble des acteurs locaux ayant participé au dépistage, l'Unité territoriale de Seine-Saint-Denis de la Direction régionale et interdépartementale de l'hébergement et du logement, l'Inspection académique de Seine-Saint-Denis, Santé publique France, et plus particulièrement C. Daniau, C. Kairo et C. Lecoffre pour leur contribution, le Dr F. Séverac et le Dr KE. Assmann.

Références

[1] Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, et al. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect.* 2005;113(7):894-9.

[2] Haut Conseil de la santé publique. Expositions au plomb : détermination de nouveaux objectifs de gestion. Paris: HCSP; 2014. 99 p. http://www.hcsp.fr/Explore.cgi/Telecharger?NomFichier=hcspr20140523_expoplombnouvobgest.pdf

[3] Bland JM, Altman DG. Statistic notes: The use of transformation when comparing two means. *BMJ.* 1996;312(7039):1153.

[4] Gloennec P, Lucas JP, Etchevers A, Oulhote Y, Mandin C, Poupon J, et al. Children's lead exposure at home. The Plomb-Habitat Project (2008-2014): principal results, impact, and perspectives. *Environnement, Risques & Santé.* 2015; 14(1):28-37.

[5] Etchevers A, Bretin P, Le Tertre A, Lecoffre C. Imprégnation des enfants français par le plomb en 2008-2009. Enquête Saturn-Inf 2008-2009. Enquête nationale de prévalence du saturnisme chez les enfants de 6 mois à 6 ans. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2013. 51 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11631

[6] Lecoffre C, Ménard E. Saturnisme chez l'enfant. France 2008-2011, résultats. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2014. 51 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=12034

[7] United States Environmental Protection Agency. Exposure Factors Handbook 2011 Edition (Final). Washington, DC, 20460: US EPA; 2011. 1436 p. <https://cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=236252>

[8] Stanek EJ, Calabrese EJ, Zorn M. Biasing factors for simple soil ingestion estimates in mass balance studies of soil ingestion. *Hum Ecol Risk Assess.* 2001;7(2):329-55.

[9] von Lindern I, Spalinger S, Stifelman ML, Stanek LW, Bartrem C. Estimating children's soil/dust ingestion rates through retrospective analyses of blood lead biomonitoring from the Bunker Hill Superfund site in Idaho. *Environ Health Perspect.* 2016;124(9):1462-70.

[10] Rabinowitz MB, Wetherill GW, Kopple JD. Kinetic analysis of lead metabolism in healthy humans. *J Clin Invest.* 1976;58(2):260-70.

Citer cet article

Carpentier O, Bassi C, Mekhous S, Langrand J. Pertinence d'un dépistage du saturnisme infantile dans une école de Seine-Saint-Denis. *Bull Epidemiol Hebd.* 2017;(4):78-82. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2017/4/2017_4_2.html