

Santé environnement

Évaluation de l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la verrerie de Portieux (88)

Pertinence de la mise en place d'un dépistage
du saturnisme infantile

Sommaire

Abréviations	2
1. Contexte	3
2. Objectif et méthode	4
3. Considérations générales sur le plomb	5
3.1 Le plomb et ses effets sur la santé humaine	5
3.2 Populations à risque	6
3.3 Dépistage de l'intoxication par le plomb	6
4. Caractérisation du site	8
4.1 Description de l'environnement du site	8
4.2 Caractéristiques des émissions industrielles	8
4.3 Contamination des milieux d'exposition	9
5. Zone d'étude et population concernée	10
5.1 Zone d'étude	10
5.2 Population concernée	10
5.3 Informations sanitaires	10
6. Estimation des plombémies attendues	11
6.1 Principe du calcul	11
6.2 Sélection des scénarios d'exposition	11
6.3 Paramètres du modèle	11
6.4 Résultats des plombémies attendues	12
7. Analyse des incertitudes et des variabilités	14
7.1 Limites liées à la méthode	14
7.2 Limites liées aux données	14
8. Évaluation de la pertinence d'un dépistage et recommandations	15
Références bibliographiques	16
Annexe 1 - Tableau des résultats des mesures de plomb sur les PM ₁₀	17
Annexe 2 - Cartographie des concentrations en plomb	18

Évaluation de l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la verrerie de Portieux (88)

Pertinence de la mise en place d'un dépistage
du saturnisme infantile

Ce rapport a été rédigé par Claire Janin de la Cellule interrégionale d'épidémiologie Est (Cire Est).

Relecture et validation scientifique : Philippe Bretin, épidémiologiste à l'Institut de veille sanitaire, et Christine Meffre, coordinatrice de la Cire Est.

Remerciements

À la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales des Vosges, au Centre antipoison et de toxicovigilance de Nancy, à l'inspection du travail et à la médecine du travail pour les données communiquées.

À Philippe Bretin et Philippe Glorennec pour leurs conseils.

Abréviations

BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières
CHU	Centre hospitalier universitaire
Circ	Centre international de recherche sur le cancer
Cire	Cellule interrégionale d'épidémiologie
Ddass	Direction départementale des affaires sanitaires et sociales
Drass	Direction régionale des affaires sanitaires et sociales
Drire	Direction régionale de l'industrie, de la recherche et de l'environnement
Inserm	Institut national de la santé et de la recherche médicale
InVS	Institut de veille sanitaire
MS	Matière sèche
OMS	Organisation mondiale de la santé
PNSE	Plan national santé environnement
RNSP	Réseau national de santé publique

1. Contexte

L'un des objectifs du Plan national santé environnement (PNSE), approuvé le 21 juin 2004, est de réduire le nombre de cas de saturnisme, notamment liés à une activité industrielle. Ainsi, la connaissance des impacts liés au plomb d'origine industrielle dans les sols a été l'une des priorités nationales de l'inspection des installations classées de 2002 à 2007.

En particulier il a été prescrit par voie d'arrêté préfectoral la réalisation d'un diagnostic de l'état des sols sur les sites pour lesquels une contamination importante avait été constatée ou était prévisible, du fait de leurs activités présentes ou passées, afin de déterminer si des populations pouvaient être exposées de manière importante à des sols contaminés au plomb.

Dans ce cadre, la cristallerie Faïence et cristal de France, située à Portieux dans les Vosges, s'est vue prescrire la réalisation d'un diagnostic de l'état du sol par arrêté daté du 22 juin 2006.

L'étude environnementale relative au plomb a été réalisée par ICF environnement [1] et a été remise à la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) des Vosges le 5 septembre 2007. La Ddass a alors saisi la Cire Est afin d'évaluer la pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile autour de ce site.

2. Objectif et méthode

L'objectif de ce travail est d'évaluer la pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile autour de la cristallerie de Portieux.

La méthodologie retenue est issue du guide "Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb – Tome 1 : analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions" publié par l'Institut de veille sanitaire (InVS) en 2002 [2]. Ce guide a été amendé d'un erratum et d'une mise à jour [3,4].

La première étape de ce travail consiste à estimer l'exposition environnementale au plomb des enfants de moins de 6 ans. Les doses

d'exposition calculées permettent ensuite d'estimer les plombémies attendues chez les enfants résidant autour du site. Le niveau de ces plombémies constitue le critère d'aide à la décision dans la mise en place du dépistage infantile.

Nous avons utilisé, lorsqu'elles étaient disponibles, les données locales de concentration en plomb dans les différents milieux. Les calculs présentés reposent sur l'hypothèse que ces données soient suffisamment représentatives pour permettre d'évaluer l'exposition au plomb des enfants. La validité de cette hypothèse est analysée dans la partie "Analyse des incertitudes et variabilités" de ce rapport.

3. Considérations générales sur le plomb

3.1 LE PLOMB ET SES EFFETS SUR LA SANTÉ HUMAINE

3.1.1 Modalités d'exposition de la population au plomb

La dernière étude d'imprégnation au plomb de la population française, réalisée par l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) et le Réseau national de santé publique (RNSP) [5], date de 1995-1996. Elle évaluait la moyenne géométrique de la plombémie des enfants de 1 à 6 ans à 36 µg/l, et, à 2 % (84 000 enfants) la proportion d'enfants dont la plombémie était supérieure à 100 µg/l. De 1995 à 2002, la surveillance du saturnisme infantile a été très hétérogène selon les régions; elle a mis en évidence 5 974 cas de saturnisme infantile sur cette période. Sur 2 482 enfants testés autour de sites industriels, 296 (10,5 %) présentaient une plombémie supérieure à 100 µg/l, dont une large partie autour du site Métaleurop-Nord, où des dépistages systématiques ont été régulièrement mis en œuvre pendant plusieurs années [6].

Les peintures à base de céruse utilisées jusqu'à environ 1949 dans l'habitat constituent toujours la principale origine de ces cas (lorsqu'elles s'écaillent par l'humidité, le vieillissement ou lorsque des poussières de peinture sont disséminées par des travaux). D'autres sources d'exposition au plomb existent: des cas sont rapportés liés aux sites et sols pollués, à l'usage de cosmétiques traditionnels (khôl), à des loisirs et professions à risque, à l'eau du robinet, à l'usage de céramiques traditionnelles émaillées avec des sels de plomb, et à des objets en plomb ou contenant du plomb.

Les voies d'absorption du plomb sont principalement digestive et respiratoire. L'absorption percutanée n'est notable que pour les dérivés organiques. En population générale, l'absorption digestive prédomine. Pour les cas d'intoxication par le plomb, la principale source est constituée par des peintures anciennes contenant du plomb; les enfants se contaminent en ingérant des écailles de peinture ou en portant à leur bouche leurs mains ou des objets contaminés par les poussières riches en plomb libérées par les peintures quand celles-ci se dégradent.

Dans un environnement industriel, une attention particulière doit être portée sur l'exposition *via* le sol et les poussières qui perdure après l'arrêt des émissions industrielles. Les particules du sol (directement ou *via* leur transfert vers les poussières du domicile), peuvent être ingérées par les adultes et par les enfants par contact main bouche non intentionnel, géophagie ou inhalation de poussières.

3.1.2 Toxicocinétique

Chez l'adulte, 5 à 10 % du plomb ingéré sont absorbés alors que chez l'enfant, l'absorption est comprise entre 30 et 55 %. Les régimes carencés en fer ou en calcium l'augmentent.

Le plomb sanguin ne représente que 1 à 2 % de la quantité présente dans l'organisme. Dans le sang, 98 % du métal sont dans les globules

rouges. Les tissus mous (surtout le rein, mais aussi le foie, la rate, le cerveau) contiennent 5 à 10 % de la dose interne qui représentent la quasi-totalité du plomb biologiquement actif. Plus de 90 % du pool de plomb chez l'adulte (et plus de 75 % chez l'enfant) sont osseux. Dans l'os, seul le plomb présent au niveau de la moelle est biologiquement actif. La plus grande partie du stock osseux est liée à l'os compact; ce stock de plomb osseux ne produit pas d'effet toxique, mais il peut être relargué massivement en cas de déminéralisation (ostéoporose, tumeur osseuse, immobilisation prolongée); de même, le pool de plomb biologiquement actif augmente pendant la grossesse et l'allaitement. Le plomb franchit facilement la barrière placentaire et à la naissance, les plombémies de la mère et de l'enfant sont peu différentes.

L'excrétion du plomb est principalement urinaire. L'excrétion lactée est faible. À l'arrêt de l'exposition au métal, la décroissance de la plombémie est biphasique avec une première période dont la demi-vie est voisine de 30 jours, et une phase terminale correspondant au compartiment osseux, de demi-vie supérieure à 10 ans. Ces demi-vies sont augmentées en cas d'insuffisance rénale.

3.1.3 Effets toxiques

Le plomb perturbe de nombreuses voies métaboliques et différents processus physiologiques. Les principaux organes cibles sont le système nerveux central, les reins et la moelle osseuse.

Effets sur le système nerveux central

Ils diffèrent selon l'importance de l'exposition.

Une intoxication massive peut provoquer une encéphalopathie avec hypertension intracrânienne se traduisant par une apathie, des céphalées, des vomissements, puis une confusion, une somnolence, des troubles de l'équilibre, suivis d'un coma et de convulsions pouvant conduire à la mort. Des séquelles neurologiques et comportementales importantes peuvent être observées: retard psychomoteur, épilepsie, cécité, hémiparésie. Ces formes graves de l'intoxication peuvent être observées lorsque la plombémie dépasse 700 µg/l chez l'enfant, 2 000 µg/l chez l'adulte.

Des intoxications moins sévères peuvent être à l'origine d'irritabilité, de troubles du sommeil, d'anxiété, de perte de mémoire, de confusion et de fatigue; elles correspondent à des plombémies comprises entre 500 et 700 µg/l chez l'enfant.

Les effets infracliniques sont les plus courants et se traduisent par un retard léger du développement psychomoteur et une diminution de l'acuité auditive. Les travaux récents tendent à montrer que les effets neurotoxiques du plomb sont sans seuil; il existe une corrélation inverse entre la plombémie et le quotient intellectuel, qui persiste même lorsque la plombémie est inférieure à 100 µg/l [7].

Les troubles mentaux organiques induits par le plomb sont durables. Des études longitudinales ont montré que les individus intoxiqués pendant leur petite enfance conservent un déficit cognitif quelques années plus tard, et encore pendant l'adolescence et à l'âge adulte.

Effets rénaux

Une exposition élevée peut être à l'origine d'une tubulopathie proximale avec syndrome de Toni-Debré-Fanconi (hyperaminoacidurie—glycosurie—hypercalciurie—hyperphosphaturie); ce tableau correspond à des contaminations massives avec une plombémie supérieure à 700 µg/l. Des atteintes tubulaires plus discrètes, se traduisant par une fuite urinaire de protéines de faible poids moléculaire et une enzymurie, peuvent être observées à des niveaux d'imprégnation plus faibles (dès 400 µg/l).

Une atteinte tubulo-interstitielle et glomérulaire responsable d'une insuffisance rénale chronique peut faire suite à une exposition prolongée à un niveau correspondant à une plombémie supérieure à 600 µg/l.

Effets hématologiques

Le plomb a une action inhibitrice sur la synthèse de l'hémoglobine et peut provoquer des anémies normochromes et normocytaires. Il inhibe diverses enzymes et principalement la déshydratase de l'acide delta-aminolévulinique (ALA) et l'hème synthétase, ce qui entraîne une accumulation d'ALA dans le sang et les urines (ALAU) et des protoporphyrines-zinc dans les hémathies (PPZ). Le plomb diminue également la durée de vie des hématies et modifie le métabolisme du fer. Les anémies des enfants intoxiqués par le plomb sont souvent hypochromes et microcytaires, parce qu'une carence en fer est fréquemment associée à l'intoxication saturnine.

Effets sur les os

Une exposition chronique importante de l'enfant peut être à l'origine de bandes radio-opaques denses (versant métaphysaire des cartilages de conjugaison des os longs).

Effets sur la reproduction

Les effets sont divers: hypofertilité masculine, diminution du développement staturo-pondéral et psychomoteur de l'enfant, augmentation des cas d'hypotrophie et d'avortements spontanés, prématurité, en cas d'exposition pendant la grossesse.

Effets cancérogènes

Seules des études récentes chez l'adulte en milieu professionnel suggèrent un effet cancérogène du plomb (poumon, estomac et peut-être vessie). Le Centre international de recherche sur le cancer (Circ) a classé le plomb inorganique et ses composés dans le groupe 2A, celui des cancérogènes probables pour l'homme. Les preuves sont principalement issues des études animales et sont plus limitées en population humaines.

L'agence américaine pour la protection de l'environnement a classé ces mêmes composés dans le groupe 2B dans lequel sont classées les substances probablement cancérogènes pour l'homme.

Autres effets

En cas d'intoxication massive, on peut parfois observer une hépatite cytolitique.

La colique du plomb est rare chez l'enfant, par contre des douleurs abdominales intermittentes sont plus fréquentes, associées à une constipation, voire à l'anorexie.

3.2 POPULATIONS À RISQUE

3.2.1 Les jeunes enfants

Lorsqu'ils sont exposés à la présence de plomb dans l'environnement, les enfants, particulièrement ceux âgés de moins de 6 ans, constituent une population à risque pour plusieurs raisons :

- pendant les premières années de sa vie, l'enfant porte spontanément les mains et les objets à la bouche. Il ingère ainsi une grande quantité de poussières. Dans certaines conditions, ce comportement peut aller jusqu'à un phénomène pathologique d'ingestion répétée de particules non alimentaires (syndrome de pica) telles que de la terre ou des écailles de peinture, pouvant être très riches en plomb;
- près de 50 % du plomb ingéré passe dans le sang (10 % chez l'adulte);
- pour une même imprégnation, les effets toxiques du plomb sont plus importants et plus sévères que chez l'adulte en raison des processus de développement cérébral.

3.2.2 Les autres populations

Du fait du passage de la barrière placentaire, les **femmes enceintes** constituent également une population à risque en raison de la toxicité sur le fœtus.

Les **travailleurs exposés au plomb** subissent une imprégnation importante, susceptible d'entraîner des effets toxiques.

Lors d'une imprégnation chronique au long cours, comme c'est le cas notamment pour des **personnes âgées**, il peut y avoir mobilisation du plomb stocké dans les os vers les tissus mous lors des phénomènes de déminéralisation fréquents à cet âge.

3.3 DÉPISTAGE DE L'INTOXICATION PAR LE PLOMB

Un dépistage est une action de santé publique. Selon l'OMS, le dépistage consiste à identifier de manière présomptive, à l'aide de tests appliqués de façon systématique et standardisée, les sujets atteints d'une maladie ou d'une anomalie passée jusque-là inaperçue. Les tests de dépistage doivent permettre de faire le partage entre les personnes apparemment en bonne santé mais qui sont probablement atteintes de la maladie ou de l'anomalie donnée et celles qui en sont probablement exemptes.

En France, l'expertise collective de l'Inserm [8] a formulé les recommandations suivantes :

- mettre en place une stratégie de dépistage de l'intoxication au plomb chez les enfants vivant dans un habitat ancien dégradé ou à proximité d'un site industriel exposé;
- mettre en place un dépistage ciblé sur les femmes enceintes dans les zones identifiées à risque.

La présente étude se limite à évaluer la pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile chez les enfants de moins de 6 ans.

Bien que le plomb ait des effets sans seuil, il est admis que la plombémie témoignant d'une exposition élevée chez l'enfant est de 100 µg/l. L'objectif du dépistage est donc d'assurer la prise en charge des enfants qui présentent une plombémie supérieure à 100 µg/l :

- ces enfants doivent faire l'objet d'une surveillance biologique et de conseils diététiques ;
- les sources de plomb qui contribuent à l'exposition individuelle de l'enfant doivent être recherchées par une enquête environnementale

et des mesures individuelles pour réduire l'exposition doivent être recommandées ;

- parmi ces enfants, ceux dont la plombémie excède 250 µg/l doivent faire l'objet d'une prise en charge médicale car il peut être nécessaire de leur prescrire un traitement chélateur ; ils doivent être soustraits dès que possible à leurs sources d'exposition.

4. Caractérisation du site

4.1 DESCRIPTION DE L'ENVIRONNEMENT DU SITE

4.1.1 Géographie, topographie, météorologie, hydrographie

Nous renvoyons à la lecture du rapport ICF [1] détaillant le contexte géographique, topographique, météorologique et hydrographique du site.

4.1.2 Occupation des sols et activités agricoles

En 1999, la commune de Portieux comptait 1 411 habitants, contre 1 750 en 1982 (données Insee). Les logements construits avant 1949, et donc susceptibles d'émettre des poussières de peinture au plomb, représentent 43 % du parc immobilier, soit 220 logements sur les 507 que compte la commune. Ce chiffre est plus élevé que la moyenne nationale des logements construits avant 1949 (33 %). Le nombre de logements individuels s'élève à 342.

Sur le secteur de la verrerie, des logements individuels avec jardins potagers coexistent avec des barres d'immeubles.

Sont également présents une école maternelle, une école primaire et des aires de jeux à proximité.

D'après les données issues du recensement agricole réalisé en 2000, la surface agricole utile est de 204 ha dont 138 toujours en herbe pour une surface totale de 790 ha. Portieux comptait sept exploitations agricoles en 2000.

4.1.3 Utilisation des aquifères locaux pour la production d'eau potable

Le captage le plus proche de l'usine se situe à 2 km au nord-ouest du site (amont hydraulique). Il n'y a aucun captage d'eau recensé dans le cours d'eau le plus proche et le site n'est pas situé à l'intérieur d'un périmètre de protection de captage en eau potable rapproché ou immédiat.

4.2 CARACTÉRISTIQUES DES ÉMISSIONS INDUSTRIELLES

4.2.1 Historique des activités industrielles sur le site

La cristallerie existe depuis 1690 mais a été transférée sur le site de Portieux en 1718. À son apogée, la cristallerie employait 820 personnes

et comptait environ huit cheminées. Après différents dépôts de bilan, la cristallerie a été rouverte en 1996 et compte actuellement une vingtaine d'employés.

Différentes zones de remblai sont présentes hors de l'emprise historique de l'installation.

4.2.2 Rejets aériens – Émissions diffuses propres à la cristallerie

Les rejets diffus proviennent des zones de mélange et de fusion. Des mesures d'air ambiant ont été réalisées le 11 mai 2007 dans chacune de ces zones et également dans la cour de l'école maternelle située à l'est du site, par ICF (tableau 1).

TABLEAU 1	RÉSULTATS D'ANALYSE DE PLOMB DANS LES REJETS DIFFUS		
	Local mélangeur	Proximité du four	Cour d'école
Plomb (mg/m ³)	0,246	<0,017	<0,014

La concentration en plomb mesurée dans le local mélangeur dépasse la valeur moyenne d'exposition de 0,10 mg/m³ applicable aux travailleurs¹. Des mesures correctives doivent être mises en place par l'industriel pour réduire la concentration en plomb dans l'air ambiant.

4.2.3 Rejets liquides

Le procédé industriel utilise de l'eau lors de la phase de mélange. Cette eau est recueillie dans une aire de rétention bétonnée régulièrement vidangée, les déchets issus de la vidange étant éliminés en centre agréé.

Un diagnostic de pollution réalisé par Cerepha en 1995 a mis en évidence la présence de traces d'arsenic et de plomb sous forme particulaire dans les eaux en aval du site. Leur origine serait liée à des phénomènes de ruissellement à partir des sols de l'ancienne usine et/ou de la décharge interne située à l'est de l'actuel bâtiment de production.

4.2.4 Rejets solides

Absence de rejets solides.

¹ Article R 231-58 du Code du travail.

4.3 CONTAMINATION DES MILIEUX D'EXPOSITION

4.3.1 Contamination de l'air

Une mesure de plomb atmosphérique a été effectuée dans la cour de l'école, à proximité de l'installation, par une pompe portative Gilian. Le résultat d'analyse était inférieur au seuil de détection de 14 µg/m³.

Afin de disposer de données plus sensibles, un préleveur automatique de type Partisol plus a été installé à proximité de l'école (sous les vents dominants) sur une durée de 37 jours (du 14 novembre au 20 décembre 2007). Les résultats d'analyse, consultables en annexe 1, sont tous inférieurs à 0,1 µg/m³.

4.3.2 Contamination des sols

Des prélèvements de sols ont été réalisés sur 33 points, répartis dans un rayon de 500 m autour de l'usine, en privilégiant les terrains à usages sensibles (écoles, jardins publics, potagers).

Les prélèvements ont été réalisés selon les recommandations du protocole urbain d'échantillonnage des sols pollués par le plomb, publié par le Bureau de recherches géologiques et minières (BRGM) en mars 2004 [10].

Chaque prélèvement est constitué de 16 échantillons de sols, dont la profondeur varie en fonction des usages du sol :

- 0-10 cm pour les pelouses, jardins et sites sensibles (écoles, aires de jeux);
- 0-25 cm pour les prairies permanentes;
- 0-40 cm pour les jardins potagers.

Des concentrations supérieures à 200 mg/kg de plomb ont été mises en évidence sur 17 points. Une concentration de 470 mg/kg a été mesurée dans l'école primaire au niveau de la plate-bande entourant la cour goudronnée. La valeur maximum de 530 mg/kg a été mesurée au niveau d'un jardin appartenant à un particulier.

Des concentrations comprises entre 100 et 200 mg/kg ont été détectées sur neuf points.

Des concentrations inférieures à 100 mg/kg ont été détectées sur sept points, dont l'école maternelle (95 mg/kg) (cf. annexe 2 : cartographie des concentrations en plomb).

4.3.3 Contamination des aliments

Des analyses ont été réalisées sur des végétaux prélevés dans les jardins les plus impactés au vu des analyses de sols (tableau 2).

Ces analyses ont été effectuées sur végétaux lavés et épluchés. Les résultats d'analyse sont comparés aux teneurs maximales autorisées par la réglementation européenne (règlement CE n°118/2006 de la commission du 19 décembre 2006).

TABLEAU 2 RÉSULTATS D'ANALYSE DE PLOMB DANS LES VÉGÉTAUX, PORTIEUX, 2007			
Zone de prélèvement	Type de végétaux	Concentration en plomb (mg/kg de poids frais)	Teneurs maximales de la réglementation européenne (mg/kg de poids frais)
Parcelle 1502	Pommes	< 0,10	0,10
Parcelle 1447	Salades	0,29	0,30
Parcelles 1415-1416	Tomates	< 0,10	0,10
	Pommes de terre	< 0,10	0,10
Parcelle 1548	Salades	0,25	0,30
	Pommes de terre	< 0,10	0,10

Les concentrations mesurées dans les végétaux sont inférieures ou proches des teneurs maximales réglementaires.

4.3.4 Contamination de l'eau d'adduction

Les analyses du contrôle sanitaire des eaux réalisé par la Ddass des Vosges mettent en évidence des eaux de qualité conforme sur le paramètre agressivité depuis les cinq dernières années sur le réseau de la Verrerie de Portieux, voire légèrement agressives.

Ainsi, le caractère parfois légèrement agressif de l'eau couplé à la présence probable de canalisations ou branchements au plomb peut dans certaines conditions conduire à la présence de plomb dans l'eau.

Des mesures de plomb réalisées en sortie de robinet chez deux particuliers d'une même rue ont montré des concentrations en plomb inférieures à 1 µg/l pour l'un, de 23 µg/l (1^{er} jet) et 4 µg/l (2^e jet) pour l'autre. Le premier jet est prélevé immédiatement, le deuxième jet est prélevé après une stagnation de 30 minutes.

5. Zone d'étude et population concernée

5.1 ZONE D'ÉTUDE

Compte tenu des résultats d'analyse, la zone d'étude retenue est le hameau de la verrerie de Portieux.

5.2 POPULATION CONCERNÉE

La population à risque pouvant nécessiter un dépistage est constituée par les enfants de moins de 6 ans :

- habitant à Portieux ;
- scolarisés à Portieux ;
- dont les parents travaillent à la cristallerie et sont exposés au plomb.

D'après le rapport d'ICF, le nombre d'enfants fréquentant l'école maternelle est de 40 et de 30 pour l'école primaire.

D'après le recensement Insee de 1999, le nombre d'enfants de moins de 6 ans sur la commune de Portieux (Portieux + hameau) s'élève à 115 enfants.

Sur la vingtaine d'employés de l'usine, au maximum quatre sont plus particulièrement exposés au plomb (source : médecine du travail).

5.3 INFORMATIONS SANITAIRES

Le Centre antipoison et de toxicovigilance du CHU de Nancy nous a indiqué qu'aucun dépistage du saturnisme n'a été réalisé sur la commune de Portieux.

D'après la médecine du travail, les employés mentionnés ci-dessus font l'objet d'une surveillance biologique de leur exposition au plomb tous les 6 mois, mais aucun cas de saturnisme professionnel n'a été détecté.

6. Estimation des plombémies attendues

6.1 PRINCIPE DU CALCUL

Les plombémies attendues sont estimées à partir de la dose hebdomadaire de plomb ingérée *via* les aliments, le sol et les poussières en utilisant la relation plomb ingéré/plomb sanguin recommandée par l'OMS :

$$Pbs_{att} = D_{heb} \times 1,6/7 \quad \text{Équation 1}$$

où :

- Pbs_{att} : plombémie attendue, exprimée en $\mu\text{g/l}$;
- D_{heb} : dose hebdomadaire ingérée, exprimée en $\mu\text{g/semaine}$.

Cette relation suppose que la biodisponibilité du plomb contenu dans le sol est égale à celle du plomb contenu dans les aliments, ce qui majore l'exposition. L'actualisation récente des connaissances dans ce domaine justifie de retenir un facteur de biodisponibilité du sol de 3/5 par rapport à l'alimentation [4].

L'équation 1 devient alors :

$$Pbs_{att} = ((D_{heb\ sol} \times 0,6) + D_{heb\ alimentation}) \times 1,6/7 \quad \text{Équation 2}$$

La contribution à la plombémie des concentrations atmosphériques est prise en compte lorsque ces concentrations dépassent $0,2\ \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dans ce cas, l'équation devient :

$$Pbs_{att} = ((D_{heb\ sol} \times 0,6) + (D_{heb\ alimentation}) \times 1,6/7 + (CMA \times 19,2)) \quad \text{Équation 3}$$

où CMA est la concentration atmosphérique en plomb, exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.2 SÉLECTION DES SCÉNARIOS D'EXPOSITION

Le calcul des plombémies attendues est effectué pour deux catégories de population :

- les enfants de 2 ans vivant au voisinage de l'installation, allant ou non en crèche dans la commune ;
- les enfants de 6 ans vivant dans le hameau et allant à l'école.

Pour chacune de ces catégories, quatre scénarios sont envisagés :

- estimation moyenne : enfant vivant dans une zone moyennement contaminée ;
- estimation environnement défavorable : enfant vivant dans une zone fortement contaminée ;
- estimation comportement défavorable : enfant vivant dans une zone moyennement contaminée, ingérant plus de poussières et de particules du sol ;
- estimation ingestion eau contaminée : enfant vivant dans une zone moyennement contaminée, ingérant de l'eau contenant du plomb.

Étant données les concentrations mesurées en plomb dans les végétaux conformes aux normes réglementaires, le scénario ingestion de denrées autoproduites ne sera pas examiné.

6.3 PARAMÈTRES DU MODÈLE

La dose d'exposition hebdomadaire D_{heb} est fonction de la durée de contact avec les milieux (notés i) par les différentes voies (notées j), de la fréquence des contacts au cours de la période d'exposition et de la concentration du polluant dans les milieux.

Pour un milieu i et une voie j :

$$E_{ij} = C_i \times Q_{ij} \times F_{ij} \times T$$

où :

- E_{ij} : dose hebdomadaire d'exposition liée au milieu i par la voie d'exposition j (mg ou $\mu\text{g/semaine}$) ;
- C_i : concentration du contaminant dans le milieu i (eau, sol...);
- Q_{ij} : quantité de milieu i administré par la voie j par semaine.

Pour certaines voies, la quantité administrée s'exprime sous la forme $Q_{ij} = Q_h \times t$:

- Q_h : quantité de milieu administré par heure ;
- F_{ij} : fraction de polluant absorbée pour le milieu i et la voie j , par rapport à la voie ingestion.

On prendra $F=0,3$ pour les sols et les poussières et $F=0,5$ pour l'alimentation (incluant l'ingestion d'eau potable).

6.3.1 Facteurs d'exposition

Les durées passées aux différents lieux de vie sur une semaine et les taux d'administration des milieux utilisés en fonction de l'âge sont indiqués dans les tableaux ci-dessous.

TABLEAU 3	TEMPS (EN HEURE) PASSÉ AUX DIFFÉRENTS LIEUX DE VIE SUR UNE SEMAINE, SELON LES SCÉNARIOS D'EXPOSITION	
	Enfant de 2 ans	Enfant de 6 ans
Sommeil	70	70
Domicile intérieur	84	60
Domicile extérieur	14	6
École intérieur	Négligeable	24
École extérieur	Négligeable	8

TABLEAU 4	TAUX D'ADMINISTRATION MOYENS [EXTRÊMES] DES MILIEUX UTILISÉS EN FONCTION DE L'ÂGE	
	Enfant de 2 ans	Enfant de 6 ans
Eau (l/semaine)	4,3	5,2
Sol extérieur (mg/h d'activité)*	20 [80]	10 [40]
Poussières intérieures (mg/h d'activité)	5 [20]	0,25 [1]

* Excluant le temps de sommeil.

L'apport en plomb *via* l'alimentation et l'eau est estimé à 90 µg/semaine pour les enfants de 2 ans comme pour les enfants de 6 ans.

6.3.2 Données physiologiques

Le poids moyen retenu est respectivement de 12 kg pour un enfant de 2 ans et de 20 kg pour un enfant de 6 ans.

6.3.3 Données environnementales

Pour les scénarios impliquant des enfants dans une zone moyennement contaminée, la concentration en plomb dans les sols extérieurs est égale à la médiane des concentrations mesurées, soit 210 mg/kg.

Pour les scénarios "environnement défavorable", la concentration en plomb dans les sols extérieurs est égale à la valeur haute de l'intervalle de confiance à 95 % de la distribution des concentrations en plomb. On estime en effet que la concentration maximale mesurée sur le site n'est pas forcément représentative de la réalité, mais que les concentrations mesurées (hors valeurs aberrantes) suivent une distribution log-normale. Dans le cas présent, la concentration retenue pour ces scénarios est de 700 mg/kg.

En l'absence de mesures réalisées à l'intérieur des habitations, on estime que la concentration en plomb dans les poussières à l'intérieur des maisons est égale à 70 % de la concentration extérieure. Pour la zone moyennement contaminée, la concentration intérieure est donc de 147 mg/kg, pour la zone fortement contaminée, cette concentration est de 490 mg/kg.

Pour le scénario "ingestion d'eau contaminée", la concentration en plomb retenue dans les eaux est de 23 µg/l.

La voie inhalation n'est pas prise en compte dans les calculs effectués, les concentrations en plomb mesurées dans l'air extérieur à proximité de l'école étant inférieures à 0,1 µg/m³.

6.4 RÉSULTATS DES PLOMBÉMIES ATTENDUES

Les résultats des plombémies attendues chez les enfants de 2 ans et les enfants de 6 ans figurent pages suivantes.

Pour les enfants de 2 ans, les plombémies attendues varient de 37 à 87 µg/l.

Pour les enfants de 6 ans, les plombémies attendues varient de 28 à 54 µg/l.

TABLEAU 5		PLOMBÉMIES ESTIMÉES CHEZ LES ENFANTS DE 2 ANS						
Lieu	Estimation moyenne		Estimation environnement défavorable		Estimation comportement défavorable		Estimation ingestion eau contaminée	
	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)
Temps passé (h/semaine)	84	14	84	14	84	14	84	14
Quantité de sol/poussières ingérée (mg/h)	5	20	5	20	20	80	5	20
Teneur en plomb (mg/kg)	147	210	490	700	147	210	147	210
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	62	59	206	196	247	235	62	59
Alimentation + eau (µg/semaine)	90		90		90		182,9	
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	162		331		379		255	
Plombémie attendue (µg/l)	37		76		87		58	

TABLEAU 6		PLOMBÉMIES ESTIMÉES CHEZ LES ENFANTS DE MOINS DE 6 ANS						
Lieu	Estimation moyenne				Estimation environnement défavorable			
	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	École (intérieur)	École (extérieur)	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	École (intérieur)	École (extérieur)
Temps passé (h/semaine)	60	6	24	8	60	6	24	8
Quantité de sol/poussières ingérée (mg/h)	0,25	10	0,25	10	0,25	10	0,25	10
Teneur en plomb (mg/kg)	147	210	329	470	490	700	490	700
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	2,2	12,6	2,0	37,6	7,4	42,0	2,9	56,0
Alimentation + eau (µg/semaine)	90				90			
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	122,6				155,0			
Plombémie attendue (µg/l)	28				35			
Lieu	Estimation comportement défavorable				Estimation ingestion eau contaminée			
	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	École (intérieur)	École (extérieur)	Domicile (intérieur)	Domicile (extérieur)	École (intérieur)	École (extérieur)
Temps passé (h/semaine)	60	6	24	8	60	6	24	8
Quantité de sol/poussières ingérée (mg/h)	1	40	1	40	0,25	10	0,25	10
Teneur en plomb (mg/kg)	147	210	329	470	147	210	329	470
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	8,8	50,4	7,9	150,4	2,2	12,6	2,0	37,6
Alimentation + eau (µg/semaine)	90				203,6			
Dose hebdomadaire (µg/semaine)	220,5				236,2			
Plombémie attendue (µg/l)	50				54			

7. Analyse des incertitudes et des variabilités

7.1 LIMITES LIÉES À LA MÉTHODE

L'utilisation de scénarios d'exposition et de coefficients moyens d'absorption aboutit à l'estimation d'une prévision de plombémie moyenne par scénario. Or, les modalités d'exposition varient d'un individu à l'autre (volume respiratoire, taux d'ingestion de poussières, alimentation, environnement, poids corporel...). Elles sont approchées dans cette démarche par des estimations hautes de la dose ingérée, correspondant à un environnement ou un comportement défavorable.

7.2 LIMITES LIÉES AUX DONNÉES

Le nombre de mesures de plomb dans le sol et l'échantillonnage retenu permettent de cartographier les concentrations en plomb autour de la cristallerie avec une assez bonne représentativité.

Les prélèvements de sol ont été réalisés à des profondeurs variables :

- 0-10 cm pour les pelouses, jardins et sites sensibles (écoles, aires de jeux);
- 0-25 cm pour les prairies permanentes;
- 0-40 cm pour les jardins potagers.

Or, le modèle InVS prévoit que les échantillons de sol soient prélevés à une profondeur inférieure à 3 cm. Étant donné que le plomb est relativement peu mobile et reste fixé dans les premiers centimètres du sol, les plombémies attendues sont probablement sous-estimées, mais cette sous-estimation ne peut être quantifiée.

8. Évaluation de la pertinence d'un dépistage et recommandations

Les plombémies attendues calculées dans cette étude sont largement inférieures au seuil des 100 µg/l justifiant la mise en place d'un dépistage selon le guide InVS. Il ne semble donc pas pertinent de préconiser un dépistage systématique des enfants habitant à proximité de la cristallerie de Portieux.

Bien qu'un dépistage systématique ne soit pas préconisé pour les enfants vivant à proximité de la cristallerie, il n'est pas exclu que le plomb présent dans les sols provoque une élévation modérée de leur plombémie. Les concentrations retrouvées dans les sols justifient des mesures de réduction des expositions :

- empêcher l'accès ou décaisser et couvrir les parcelles de sol contaminé au niveau de l'école primaire ;

- informer la population locale en rappelant les règles d'hygiène (lavage des mains et légumes), notamment pour les riverains cultivant leurs potagers à proximité de la verrerie.

Par ailleurs, vivre dans un environnement contaminé par du plomb et avoir un parent exposé au plomb professionnellement sont des facteurs de surexposition des enfants au plomb. Les médecins généralistes du secteur de Portieux devraient être sensibilisés à ces facteurs de risque d'exposition au plomb afin de juger de la pertinence de prescrire une plombémie au cas par cas chez les enfants habitant ou étant scolarisés au hameau de Portieux et chez les enfants dont les parents travaillent à la cristallerie à un poste exposé au plomb.

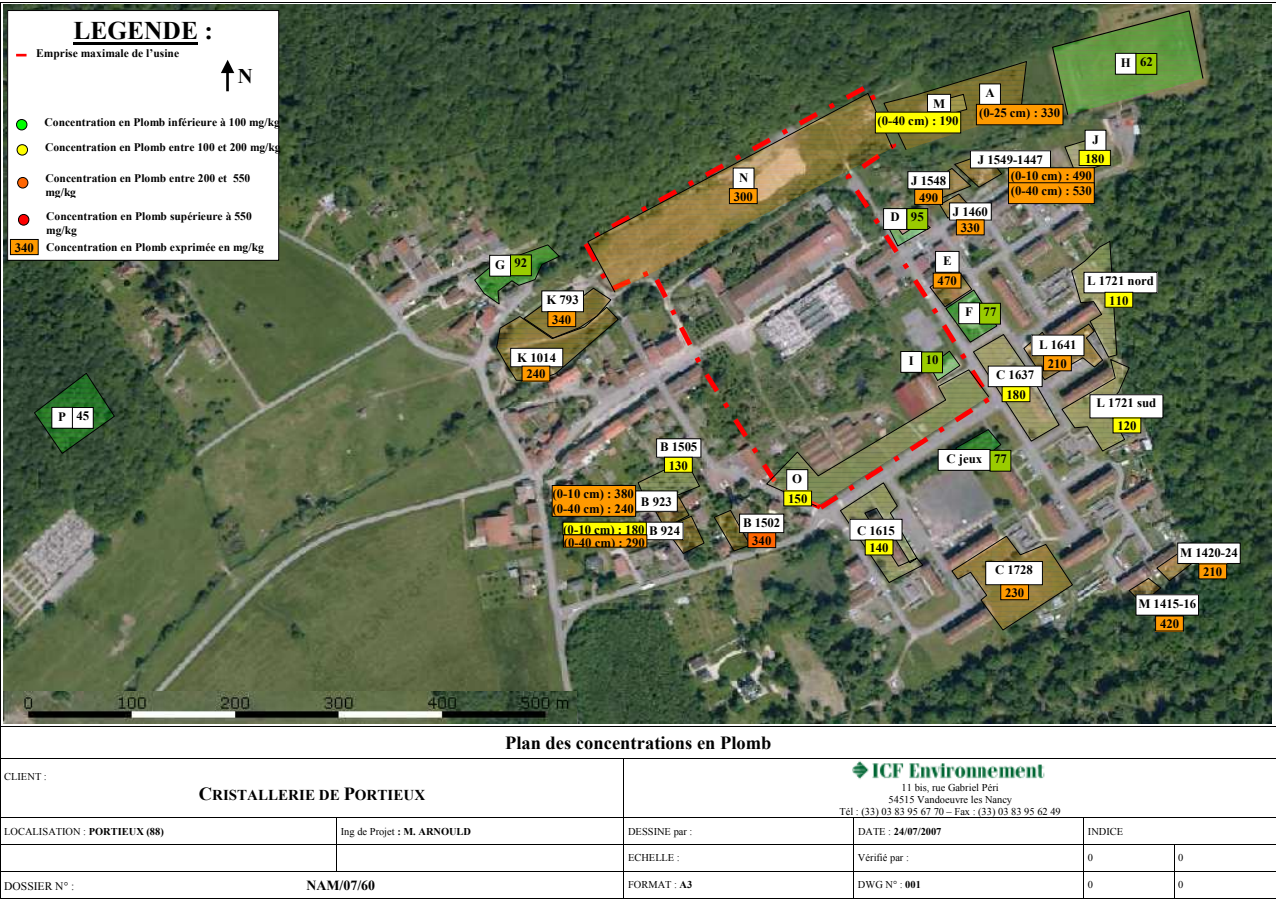
Références bibliographiques

- [1] ICF Environnement. Étude environnementale relative au plomb (étude documentaire – diagnostic des sols – mesures d'air), cristallerie de Portieux (88), rapport d'étude, version 1, 2007.
- [2] InVS, Cire Ouest. Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Tome 1 : analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions. Édition InVS, 2002.
- [3] Glorennec P, Prouvost H, Declercq C. Erratum concernant le guide méthodologique "Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Tome 1 : analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions". Édition InVS, 2004.
- [4] InVS. Erratum concernant le guide méthodologique "Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Tome 1 : analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions". Édition InVS, 2006.
- [5] Inserm, RNSP. Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin. Rapport final. RNSP, 1997.
- [6] Glorennec P. Aide à la décision d'un dépistage systématique du saturnisme infantile autour des sites industriels en France. Université de Rennes 1, 2006.
- [7] InVS. Intérêt d'une limitation des usages du plomb dans certains produits de consommation – note technique. Édition InVS, 2008.
- [8] Inserm. Plomb dans l'environnement : quels risques pour la santé ? Édition Inserm, 1999.
- [9] Société française de santé publique, Société française de pédiatrie. Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte. Conférence de consensus. Société française de santé publique, Société française de pédiatrie, editors, 2004.
- [10] BRGM. Protocole d'échantillonnage des sols pollués par le plomb. BRGM, 2004.

Annexe 1 - Tableau des résultats des mesures de plomb sur les PM₁₀

Semaines	Dates et heures de passage des filtres		Références des filtres	Concentration en PM ₁₀ (µg/m ³)	Concentration en plomb (ng/m ³)
	Date et heure de début	Date et heure de fin			
1	14/11/2007 10:50	15/11/2007 10:50	MC 33604	19	15
	15/11/2007 10:50	16/11/2007 10:50	MC 33605	23	
	16/11/2007 10:50	17/11/2007 10:50	MC 33606	26	
	17/11/2007 10:50	18/11/2007 10:50	MC 33607	37	
	18/11/2007 10:50	19/11/2007 10:50	MC 33608	24	
	19/11/2007 10:50	20/11/2007 10:50	MC 33609	14	
	20/11/2007 10:50	21/11/2007 10:50	MC 33610	24	
2	21/11/2007 10:50	22/11/2007 10:50	MC 33611	13	38
	22/11/2007 10:50	23/11/2007 10:50	MC 33612	17	
	23/11/2007 10:50	24/11/2007 10:50	MC 33613	21	
	24/11/2007 10:50	25/11/2007 10:50	MC 33614	25	
	25/11/2007 10:50	26/11/2007 10:50	MC 33615	20	
	26/11/2007 10:50	27/11/2007 10:50	MC 33616	23	
	27/11/2007 10:50	28/11/2007 10:50	MC 33617	21	
3	28/11/2007 10:50	29/11/2007 10:50	MC 33658	34	20
	29/11/2007 10:50	30/11/2007 10:50	MC 33659	39	
	30/11/2007 10:50	01/12/2007 10:50	MC 33660	25	
	01/12/2007 10:50	02/12/2007 10:50	MC 33661	16	
	02/12/2007 10:50	03/12/2007 10:50	MC 33662	12	
	03/12/2007 10:50	04/12/2007 10:50	MC 33663	17	
	04/12/2007 10:50	05/12/2007 10:50	MC 33664	23	
4	05/12/2007 10:50	06/12/2007 10:50	MC 33665	20	86
	06/12/2007 10:50	07/12/2007 10:50	MC 33666	22	
	07/12/2007 10:50	08/12/2007 10:50	MC 33667	21	
	08/12/2007 10:50	09/12/2007 10:50	MC 33668	15	
	09/12/2007 10:50	10/12/2007 10:50	MC 33669	14	
	10/12/2007 10:50	11/12/2007 10:50	MC 33670	18	
	11/12/2007 10:50	12/12/2007 10:50	MC 33671	28	
5	12/12/2007 10:50	13/12/2007 10:50	MC 33672	27	15
	13/12/2007 10:50	14/12/2007 10:50	MC 33673	14	
	14/12/2007 10:50	15/12/2007 10:50	MC 33674	21	
	15/12/2007 10:50	16/12/2007 10:50	MC 33675	20	
	16/12/2007 10:50	17/12/2007 10:50	MC 33676	23	
	17/12/2007 10:50	18/12/2007 10:50	MC 33677	31	
	18/12/2007 10:50	19/12/2007 10:50	MC 33678	44	
6	19/12/2007 10:50	20/12/2007 10:50	MC 33679	59	56
	20/12/2007 10:50	21/12/2007 10:50	MC 33680	87	

Annexe 2 - Cartographie des concentrations en plomb



Évaluation de l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la verrerie de Portieux (88)

Pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile

L'un des objectifs du Plan national santé environnement (2004-2008) est de réduire le nombre de cas de saturnisme, notamment liés à une activité industrielle. Dans ce cadre, l'ensemble des cristalleries lorraines ont dû faire établir un diagnostic de l'état des sols aux environs de leurs installations, afin de déterminer si des populations pouvaient être exposées de manière importante à des sols contaminés au plomb.

Pour la cristallerie de Portieux, les conclusions de ce diagnostic ont été communiquées à la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales des Vosges qui a ensuite sollicité la Cire (Cellule interrégionale d'épidémiologie) Est afin d'évaluer la pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile autour de ce site.

L'étude menée par la Cire a permis d'évaluer l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la cristallerie de Portieux à partir des données de concentration en plomb tellurique. La méthodologie utilisée est celle développée par l'Institut de veille sanitaire (guides sur le dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb). Les résultats mettent en évidence une plombémie infantile attendue largement inférieure à 100 µg/l. Un dépistage du saturnisme infantile n'a donc pas été préconisé.

Cependant, vu les concentrations mesurées en plomb, des recommandations ont été émises : interdiction d'accès ou couverture des parcelles de sol contaminé au plomb au niveau d'une école primaire, rappel des règles d'hygiène pour les personnes cultivant leur potager et sensibilisation des médecins généralistes du secteur.

┌ Mots clés : saturnisme, plomb, enfant, dépistage, site industriel, pollution atmosphérique, pollution sol, contamination aliment, pollution hydrique, Vosges └

Évaluation of lead exposure in children living around the Portieux (88) crystal plant – Relevance of establishing lead poisoning screening in children

One of the objectives of the 2004-2008 National Environmental Health Plan is to reduce the number of lead poisoning cases, especially those related to industrial activities. In this context, all the crystal plants located in the Lorraine region had to establish a diagnosis on their soils condition around their facilities to determine if populations could be significantly exposed to lead-contaminated soil.

Regarding the Portieux crystal plant, the findings of this diagnosis were reported to the Vosges local health authorities, who then contacted the Interregional Epidemiology Unit (CIRE) to assess the relevance of establishing lead poisoning screening in children around this facility.

The study conducted by the Cire contributed to assess lead exposure in children living near the Portieux crystal plant based on data from telluric lead concentration. The methodology used is the one developed by the French Institute for Public Health Surveillance (InVS) (guides on lead poisoning screening in children around industrial sources of lead). The results highlight an expected blood lead concentration in children of under 100 µg/l. Screening for lead poisoning in children was not recommended. However, given the measured lead concentrations, recommendations were issued: prohibiting access or coverage of lead contaminated soils in a primary school, reminding hygiene rules for people cultivating their garden, and raising awareness of GPs in the area.

Citation suggérée :

Janin C. Évaluation de l'exposition au plomb des enfants résidant autour de la verrerie de Portieux (88). Pertinence de la mise en place d'un dépistage du saturnisme infantile. Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, avril 2009, 18 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr