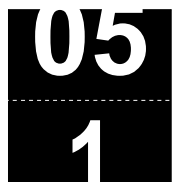


Programme de dépistage du saturnisme infantile autour du site METALEUROP de Noyelles-Godault. Bilan de la campagne 2002-2003



Christophe DECLERCQ, Laurence LADRIÈRE, Thierry BRIGAUD,
Corinne GUEUDRÉ, Michel LECLERCQ, Jean-Marie HAGUENOER

**Programme de dépistage du saturnisme infantile
autour du site METALEUROP de Noyelles-Godault.
Bilan de la campagne 2002–2003**

Christophe DECLERCQ¹
Laurence LADRIERE²
Thierry BRIGAUD³
Corinne GUEUDRÉ²
Michel LECLERCQ³
Jean-Marie HAGUENOER⁴

¹ Chargé d'études, ORS Nord - Pas-de-Calais, Lille

² Comité d'Hygiène Sociale du Pas-de-Calais, Arras

³ Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales du Pas-de-Calais, Arras

⁴ Laboratoire de toxicologie professionnelle et environnementale, Faculté de médecine, Lille

Cette campagne a bénéficié de l'appui du docteur Annick CARON (ministère de l'Éducation nationale, Inspection académique du Pas-de-Calais, service de Promotion de la santé en faveur des élèves), du docteur Annick CUVELIER (Conseil général du Pas-de-Calais, service de Protection Maternelle et Infantile, UTASS de Leforest) et du soutien technique des mairies de Courcelles-les-Lens, Dourges, Evin-Malmaison, Leforest et Noyelles-Godault. Elle a été financée dans le cadre du Programme Régional d'Action en Santé Environnement (PRASE). Nous tenons tout particulièrement à remercier les enfants et leurs familles pour leur participation.

Sommaire

1 Introduction	7
2 Méthodes	9
2.1 Information des parents	9
2.2 Premier examen	9
2.3 Prélèvement sanguin	9
2.4 Suites données à l'examen	9
2.5 Enquêtes environnementales	10
2.6 Retour d'information aux parents	11
2.7 Traitement statistique	11
3 Résultats	13
3.1 Déroulement de la campagne	13
3.1.1 Réunions d'information	13
3.1.2 Premier examen et dosage de la plombémie	13
3.2 Résultats des plombémies initiales	13
3.2.1 Facteurs associés à la plombémie : analyse univariée	13
3.2.2 Facteurs associés à la plombémie : modélisation par régression linéaire multiple	13
3.2.3 Impact de l'interruption des activités du site	18
3.3 Contrôles de plombémie	18
3.4 Plombémies dans la fratrie des enfants dépistés	18
3.5 Enquêtes environnementales	18
3.5.1 Logements des enfants	18
3.5.2 Prélèvements dans les écoles	20
3.6 Évolution de la prévalence du saturnisme infantile	20
4 Discussion	23
Références	25
Liste des tableaux	27
Table des figures	29

1 Introduction

L'usine METALEUROP est implantée depuis 1894 sur le territoire de la commune de Noyelles-Godault (Pas-de-Calais). Il s'agit d'un ensemble métallurgique qui occupe 38 hectares et emploie 850 personnes et comprenait, jusqu'à l'interruption de ses activités en janvier 2003, la première unité de fusion primaire de plomb d'Europe, avec une production annuelle d'environ 170 milliers de tonnes de plomb. Ce site produisait également du zinc (environ 105 milliers de tonnes par an) et des sous-produits variés (acide sulfurique, argent doré, cadmium, métaux spéciaux).

Malgré une très importante réduction des émissions de plomb dans l'air (de plus de 140 tonnes en 1978 à environ 25 tonnes en 1998), il persiste une pollution des sols qui résulte de l'accumulation des retombées historiques. Ainsi la teneur en plomb dépasse 1 000 $\mu\text{g/g}$ sur une zone de plus d'un km^2 autour du site [1]. Or, le plomb contenu dans le sol et les poussières est accessible aux jeunes enfants qui peuvent absorber de façon habituelle plusieurs dizaines de milligrammes de poussières par jour [2-4].

En effet, les jeunes enfants explorent leur environnement avec les mains et la bouche [5, 6], et le sol et les poussières ingérés constituent chez l'enfant la voie d'absorption la plus importante. Un exercice de modélisation de l'exposition au plomb du jeune enfant autour du site METALEUROP a d'ailleurs confirmé la contribution majeure du sol et des poussières [7]. Or, l'absorption digestive des dérivés du plomb est beaucoup plus importante chez les jeunes enfants que chez les adultes et, à imprégnation comparable, les effets toxiques, en particulier sur un système nerveux central en plein développement, sont plus importants et sévères chez les jeunes enfants [2].

Les effets toxiques du plomb touchent principalement le système nerveux central, depuis des altérations du développement cognitif pour des plombémies inférieures à 100 $\mu\text{g/L}$, jusqu'à une encéphalopathie grave voire mortelle à partir de 700 $\mu\text{g/L}$. Les dérivés du plomb peuvent également causer des perturbations de la synthèse de l'hémoglobine et provoquer une anémie [2]. Ces effets ne sont pas spécifiques. Ils sont le plus souvent infra-cliniques et ne sont pas entièrement réversibles.

C'est ce qui justifie l'usage de la plombémie (dosage du plomb dans le sang total) pour diagnostiquer le saturnisme chez les enfants [8, 9]. Le consensus actuel est de considérer qu'une plombémie supérieure à 100 $\mu\text{g/L}$ est excessive et justifie une prise en charge de l'enfant et une intervention sur son environnement. C'est d'ailleurs le critère retenu pour notifier les cas

de saturnisme chez un enfant mineur, dans le cadre des maladies à déclaration obligatoire [10]. Il faut cependant signaler que des travaux récents ont observé des effets sur la santé pour des niveaux de plombémie inférieurs à 100 $\mu\text{g/L}$ [11, 12].

Dans ce contexte, la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) du Pas-de-Calais a demandé en 1993 à l'Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais (ORS) d'organiser un programme de dépistage du saturnisme infantile parmi les enfants de moins de 6 ans des communes de Courcelles-les-Lens, Evin-Malmaison et Noyelles-Godault, avec le concours du service de Promotion de la santé en faveur des élèves du Pas-de-Calais, du service de Protection Maternelle et Infantile (PMI) du Conseil général du Pas-de-Calais et de l'Institut de Médecine du Travail du Nord de la France [13]. Ce programme a été mis en œuvre en 1994-1995. Il avait pu toucher environ un tiers des enfants visés (soit 621 enfants). Parmi ceux-ci, 81 enfants (13 %) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$, cette proportion atteignant 24,4 % parmi les enfants résidant à moins d'un kilomètre du site.

Après ce programme de dépistage actif, le comité de pilotage Saturnisme infantile animé par la DDASS du Pas-de-Calais a encouragé la poursuite de ce dépistage par plusieurs actions d'information, en particulier auprès de la population et des professionnels de santé libéraux. Les informations fournies par le Système national de surveillance du saturnisme infantile [14], animé dans la région par le Centre anti-poisons de Lille, ont montré que le nombre de plombémies réalisées après l'interruption du programme actif restait très faible. Les problèmes d'accessibilité de ce dépistage (fraction non remboursée par les familles n'adhérant pas à une mutuelle) semblent avoir joué un rôle majeur dans le résultat décevant du dépistage passif. D'autre part, le coût d'un programme de dépistage actif comparable à celui mené en 1994-1995 ne permettait pas d'envisager de maintenir un tel dispositif de manière pérenne.

Le comité de pilotage Saturnisme infantile a donc recommandé la mise en place à titre expérimental d'un programme de dépistage actif, sous la direction de la DDASS du Pas-de-Calais, piloté par les professionnels de santé publique de terrain (service de Promotion de la santé en faveur des élèves du ministère de l'Éducation nationale, service de PMI du Conseil général du Pas-de-Calais), avec le soutien de l'ORS Nord - Pas-de-Calais, du laboratoire de toxicologie de l'Institut de Médecine du Travail, du Comité d'Hygiène Sociale

du Pas-de-Calais et des communes de Courcelles-les-Lens, Dourges, Evin-Malmaison, Leforest et Noyelles-Godault. Le comité de pilotage avait recommandé de limiter la population visée en 1999-2000 aux enfants de 2 à 3 ans, mais souhaitait que, dans cette classe d'âge, tous les efforts soient faits pour obtenir une meilleure participation des familles.

Pendant la campagne 1999-2000 [15], 270 enfants sur 345 (78,3 %) ont pu bénéficier d'un dosage de la plombémie, ce qui peut être considéré comme un succès. Le programme a été bien accepté par la population et les familles qui ont bénéficié du programme ont très souvent exprimé le souhait de le voir pérennisé et étendu aux âges suivants. Parmi les 270 enfants qui avaient bénéficié du dépistage, 30 (11,1 %) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 µg/L. Cette proportion variait de 2,2 % à Dourges à 31,9 % à Evin-Malmaison. Ces résultats étaient tout à fait cohérents avec ceux de la campagne de 1994-1995 [13]. La plombémie variait de manière significative avec la distance entre le logement et la cheminée principale de l'usine et, d'autre part, les résultats des diagnostics environnementaux réalisés chez les enfants dont la plombémie était supérieure à 100 µg/L étaient en faveur d'une contribution nette des poussières provenant du site industriel dans l'exposition au plomb de l'enfant.

Afin d'assurer la pérennité du programme, la DDASS du Pas-de-Calais a confié au Comité d'hygiène sociale du Pas-de-Calais le pilotage opérationnel d'un programme annuel de dépistage du saturnisme infantile. L'information des familles, l'organisation et la réalisation des examens médicaux ont été confiées à un médecin du Comité d'hygiène sociale, avec le

concours technique des partenaires déjà associés à la campagne 1999-2000. L'objectif principal du programme était d'améliorer l'accessibilité au dépistage du saturnisme infantile, à l'aide d'un dosage de la plombémie, qui permet le repérage précoce de l'intoxication et la prise en charge de l'enfant (mesures sur l'environnement et soins). Sur le plan opérationnel, le programme visait à proposer, chaque année, un dosage de la plombémie à 100 % des enfants des communes de Courcelles-les-Lens, Dourges, Evin-Malmaison, Leforest et Noyelles-Godault, inscrits pour la première fois à l'école maternelle, et à en assurer la réalisation pour au moins 80 % de ces enfants. Le programme avait également pour objectif secondaire d'évaluer la pertinence et la faisabilité du dispositif mis en œuvre, afin d'envisager son maintien de manière pérenne. L'ORS a été chargé d'apporter son soutien à l'élaboration du protocole du programme et d'en réaliser le suivi (conception des outils de suivi, élaboration d'un tableau de bord régulier permettant d'adapter les modalités de réalisation) et l'évaluation, le bilan final du programme devant permettre au comité de pilotage d'apprécier la faisabilité et l'acceptabilité à moyen terme du dispositif, ainsi que les améliorations qui peuvent y être apportées.

La première campagne de ce programme a été mise en œuvre en 2001-2002. Ses résultats étaient tout à fait similaires à ceux de la campagne 1999-2000 [16] : la participation était tout aussi bonne (87,2 %) et la prévalence du saturnisme était tout à fait comparable (10,3 % avec un maximum de 26,6 % pour la commune d'Evin-Malmaison). Le présent document présente l'analyse des résultats de la campagne réalisée durant l'année scolaire 2002-2003.

2 Méthodes

2.1 Information des parents

La campagne visait les enfants scolarisés pour la première fois en 2002 dans l'ensemble des 12 écoles maternelles publiques et privées des cinq communes visées : Courcelles-les-Lens, Dourges, Evin-Malmaison, Leforest et Noyelles-Godault (figure 2.1). Les directrices de ces 12 écoles maternelles ont fourni au médecin du programme la liste des enfants inscrits pour la première fois à l'école maternelle à la rentrée 2002. Après une information générale des parents par affichage dans l'école, un dépliant de présentation du programme a été transmis, par l'intermédiaire de l'enseignante, aux familles des enfants concernés, avec une demande de consentement à remplir par les parents. Une réunion avec les parents a été organisée par le médecin du programme dans chaque école afin de compléter leur information.

2.2 Premier examen

Les enfants dont le consentement des parents avait été retourné ont été invités, accompagnés par leurs parents, à une consultation, dans des locaux de chaque commune mis à disposition par les municipalités. Un entretien et un examen médical étaient réalisés par le médecin du programme, examen au cours duquel était rempli un questionnaire standardisé, destiné à recueillir les données utiles au suivi individuel de l'enfant et au bilan du programme. En particulier, on demandait aux parents de localiser l'emplacement du logement de l'enfant dans un carré de 250 m de côté, sur une carte au 1/25 000. Une partie des données recueillies, utiles au bilan du programme, a été saisie, sous forme anonyme, sur une base de données constituée à l'aide du logiciel EPI-DATA [17], afin d'être transmises au médecin épidémiologiste chargé du suivi du programme.

En cas de non réception de la demande de consentement ou en cas d'absence au premier examen, les parents de l'enfant ont été contactés par téléphone, afin de connaître leur position et éventuellement leur proposer un rendez-vous.

2.3 Prélèvement sanguin

Après l'examen médical, un prélèvement de sang veineux au pli du coude ou à la face dorsale de la main était réalisé par l'infirmière. Le sang était recueilli dans un tube hépariné de 3 mL. Les tubes de sang étaient

ensuite soumis à une agitation automatique pendant 10 minutes, avant d'être stockés à +4°C et transportés, en caisson isotherme, une fois par semaine, au Laboratoire de toxicologie professionnelle et environnementale de la faculté de médecine de l'Université de Lille II.

Après dilution dans une solution de Triton X-100 à 0,1 % puis déprotéinisation acide, le dosage de la plombémie était alors réalisé par spectrométrie d'absorption atomique en four de graphite, à l'aide d'un spectromètre PERKIN-ELMER 5100 Z. La raie d'absorption utilisée était $\lambda=283,3$ nm, avec correction de l'absorption non spécifique par effet Zeeman. La concentration en plomb, en $\mu\text{g/L}$, était calculée par la méthode des ajouts dosés.

Le laboratoire est inscrit au programme national de contrôle de qualité de l'AFSSAPS et au programme de comparaison inter-laboratoires de l'Institut de Santé Publique du Québec.

2.4 Suites données à l'examen

Au retour du résultat de la plombémie, la conduite à tenir était la suivante [18-20]. Si la plombémie était inférieure à 100 $\mu\text{g/L}$, le médecin du programme adressait un courrier aux parents avec le résultat accompagné d'un commentaire. Le médecin traitant était destinataire d'un double du courrier.

Si la plombémie était supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$, les parents étaient invités, par téléphone, à rencontrer le médecin scolaire pour prendre connaissance des résultats et décider de la suite à donner, en particulier les conseils d'hygiène à appliquer et la réalisation d'une plombémie de contrôle par le médecin traitant dans un délai de trois mois. Un courrier leur était ensuite adressé, avec copie au médecin traitant.

Un rendez-vous leur était proposé avec un technicien du service Santé et environnement de la DDASS du Pas-de-Calais, dans le but de réaliser une enquête environnementale au logement de l'enfant. D'autre part, le médecin du programme leur proposait un rendez-vous ultérieur pour un nouvel entretien dans un délai de 3 mois. Si un prélèvement de contrôle n'avait pas été réalisé par le médecin traitant ou si un examen de contrôle supplémentaire était nécessaire, le médecin du programme en proposait la réalisation et, en cas d'accord des parents, le réalisait selon les conditions techniques mentionnées ci-dessus.

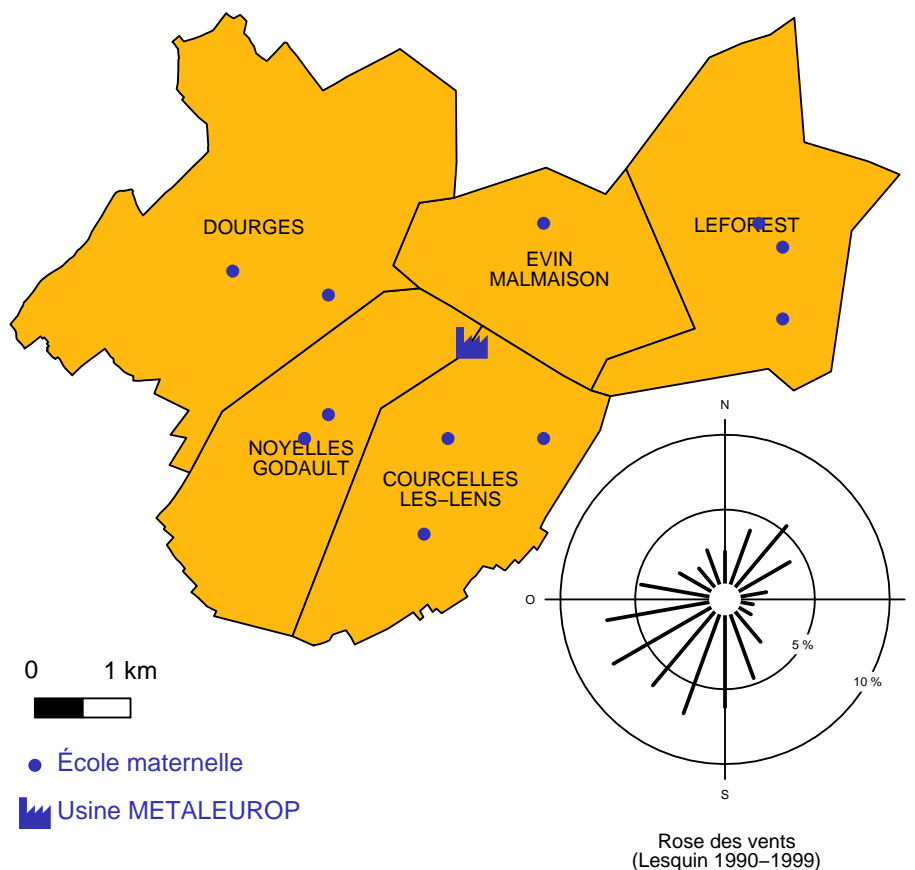


Figure 2.1 : Communes et écoles visées par la campagne de dépistage

De plus, si la plombémie était supérieure ou égale à 250 $\mu\text{g/L}$, le médecin scolaire proposait à la famille un contrôle rapide de la plombémie. En cas de confirmation du résultat, la famille était adressée au service pédiatrique hospitalier de son choix, pour bilan complémentaire et, si nécessaire, mise en route d'un traitement chélateur.

D'autre part, le médecin du programme proposait aux familles des enfants dont la plombémie était supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$, la réalisation d'un prélèvement sanguin pour dosage de la plombémie aux autres enfants de 6 ans ou moins du foyer.

2.5 Enquêtes environnementales

Les enquêtes environnementales ont été réalisées en suivant le même protocole que celui utilisé lors des campagnes antérieures [13, 15, 16], par un technicien qui avait recouvert ses chaussures de surchaussures en papier avant d'entrer dans le logement : entretien avec les parents, observation des lieux de vie

de l'enfant, prélèvements de poussières intérieures (2 à 4 par logement sur le sol des lieux de vie de l'enfant) et extérieures (2 à 4 par logement sur les surfaces adaptées au prélèvement : sol avec revêtement, mobilier de jardin, appuis de fenêtre), détection *in situ* de la présence de plomb dans les peintures par radio-fluorescence X (jusqu'à 7 mesures par logement sur les surfaces peintes des lieux de vie de l'enfant). Des prélèvements de sol dans les endroits du jardin fréquentés par l'enfant ont été réalisés (3 à 4 prélèvements par logement).

Les mesures *in situ* des teneurs en plomb des surfaces peintes étaient réalisées à l'aide d'un analyseur NITON XL 309. Dans chacun des logements, des mesures ont été réalisées sur au moins 2 surfaces peintes à l'extérieur et 4 surfaces peintes à l'intérieur, sur des supports accessibles à l'enfant. Les résultats sont exprimés en mg/cm^2 .

Les prélèvements de poussières étaient réalisés par essuyage avec une lingette humidifiée d'une surface de $0,30 \times 0,30 \text{ m}^2$. La lingette, préalablement pliée en

deux, était passée sur la surface délimitée. L'essuyage se faisait dans les deux sens, en utilisant au fur et à mesure chaque face de la lingette. Une fois le prélèvement réalisé, la lingette était recueillie dans un tube en polypropylène de 50 mL. Au laboratoire, après ajout de 25 mL d'une solution d'HCl 0,15 N (HCl normapur, avec $M=36,46$ g/mol et $d=1,15$), soit 793 μ L de la solution HCl concentrée dans 50 mL d'eau, la solution était agitée manuellement puis placée 15 minutes dans une cuve à ultrasons. La solution était alors agitée de nouveau par retournement et laissée en contact 24 heures. Les résultats sont exprimés en μ g/m² de plomb acido-soluble. Les lingettes utilisées étaient de marque RONT production (ASSEPTO référence 2110). L'analyse de 3 lingettes témoins permettait d'estimer que la concentration moyenne en plomb de ces lingettes est de 0,3 μ g par lingette.

Les prélèvements de sol concernaient la couche superficielle du sol (les deux premiers centimètres) et ont été réalisés à la cuillère. Les prélèvements étaient placés dans des flacons en polypropylène. Au laboratoire, les échantillons étaient d'abord placés en étuve à 37°C pendant 48 heures, afin d'éliminer toute trace d'humidité. Ils ont ensuite été broyés pour être réduits en poudre fine dont on prélevait environ 40 mg. Après ajout de 10 mL d'HCl 0,07 mol/L (370 μ L d'HCl concentré q.s.p. 50 mL d'eau), agitation pendant une heure à 37°C et 15 minutes de repos, la solution était filtrée à l'aide d'un filtre 0,2 μ m. Les résultats sont exprimés en μ g/g de plomb acido-soluble.

L'analyse de la teneur en plomb des prélèvements de poussières et de sol était réalisée par spectrométrie d'absorption atomique en four pyrolytique, à l'aide d'un spectromètre PERKIN ELMER 5000 Z. La raie

d'absorption utilisée était $\lambda=283,3$ nm, avec correction de l'absorption non spécifique par effet Zeeman. La concentration en plomb était calculée par la méthode des ajouts dosés.

Des prélèvements des poussières extérieures et de sols ont également été réalisés avec le même protocole dans chacune des 12 écoles maternelles.

2.6 Retour d'information aux parents

Outre les contacts individualisés avec les familles, des réunions d'information des parents ont été organisées à la rentrée scolaire 2003, associant les partenaires du programme et en présence de représentants des municipalités, afin de présenter le bilan du programme.

2.7 Traitement statistique

Le traitement des données anonymisées présenté dans ce document a été réalisé à l'aide du logiciel R [21]. Pour l'analyse des facteurs associés à la plombémie, en raison du caractère asymétrique de la distribution de la plombémie, on a utilisé le logarithme népérien de la plombémie. Les résultats sont présentés sous forme de moyennes géométriques, ou, dans le cas des résultats de l'analyse par régression linéaire multiple, sous forme de variation moyenne en pourcentage de la plombémie. Les variables continues (distance entre le domicile de l'enfant et la cheminée principale de l'usine) ont été introduites dans le modèle sous forme de splines de régression naturels [22].

3 Résultats

3.1 Déroulement de la campagne

Le déroulement du programme et la participation des enfants à ses différentes étapes sont résumés sur la figure 3.1.

3.1.1 Réunions d'information

Les parents de 152 enfants, soit 40,3 % des enfants visés par le programme, ont participé aux réunions d'information organisées dans les écoles (tableau 3.1). Selon la commune de scolarité, la participation a varié de 21,9 % à Noyelles-Godault à 48,7 % à Courcelles-Lens.

3.1.2 Premier examen et dosage de la plombémie

311 enfants sur 377 (82,5 %) ont pu bénéficier du premier examen médical. Cet examen a été réalisé entre le 7 octobre 2002 et le 20 mai 2003. 307 enfants sur 377 (81,4 %) ont pu bénéficier d'un dosage de la plombémie. Cette proportion varie de 69,8 % à Noyelles-Godault à 89,3 % à Dourges (tableau 3.2).

3.2 Résultats des plombémies initiales

Les plombémies mesurées étaient comprises entre 17,0 et 251,0 $\mu\text{g/L}$, avec une plombémie médiane de 52 $\mu\text{g/L}$ (figure 3.3). La prévalence du saturnisme infantile (plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$) était de 11,1 %, soit 34 enfants sur 307. Seuls 5 enfants (1,6 %) avaient une plombémie supérieure ou égale à 150 $\mu\text{g/L}$ (tableau 3.2).

La distribution des plombémies variait selon la commune de résidence (figure 3.3). De même, la proportion d'enfants dont la plombémie était supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$ variait nettement selon la commune de domicile de l'enfant (tableau 3.3). En particulier, elle dépassait 10 % dans les trois communes les plus proches du site : 14,3 % à Courcelles-Lens (10 enfants), 17,0 % à Noyelles-Godault (9 enfants) et 24,5 % à Evin-Malmaison (13 enfants, soit plus d'un tiers des enfants avec une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$).

3.2.1 Facteurs associés à la plombémie : analyse univariée

La plombémie variait fortement avec la commune de domicile (tableau 3.4 et figure 3.4) : elle était en moyenne plus élevée dans les trois communes les plus proches du site, en particulier Evin-Malmaison (moyenne géométrique : 72,6 $\mu\text{g/L}$). D'autre part, la plombémie décroissait en moyenne avec la distance entre le domicile et la cheminée principale du site METALEUROP. La moyenne géométrique de la plombémie variait de 78,6 $\mu\text{g/L}$ pour les enfants habitant à moins d'1 km de la cheminée à 40,9 $\mu\text{g/L}$ pour les enfants habitant à plus de 3 km (tableau 3.4).

La plombémie variait selon les caractéristiques du logement et les habitudes alimentaires de l'enfant (tableau 3.5). Elle était légèrement plus élevée en moyenne dans les logements construits avant 1948 ($p = 0,07$) et augmentait avec le nombre d'enfants de 15 ans ou moins au domicile ($p = 0,07$), avec la consommation de légumes du jardin (du domicile ou d'un autre domicile, $p = 0,03$) ou d'eau du robinet dans les logements avec tuyauteries en plomb ($p = 0,01$). Par contre, elle n'était pas significativement plus élevée quand il y avait des animaux domestiques.

La plombémie était plus élevée chez les garçons. Elle ne variait pas de manière statistiquement significative avec l'âge. Elle était significativement plus élevée chez les enfants dont la propreté des mains au moment de l'examen était médiocre ou mauvaise, quand le père travaillait sur le site METALEUROP. Elle variait également de manière statistiquement significative avec le niveau scolaire des parents : elle était plus élevée quand le père ou la mère n'avait pas de diplôme (tableau 3.6).

3.2.2 Facteurs associés à la plombémie : modélisation par régression linéaire multiple

Nous avons analysé les relations entre le logarithme népérien de la plombémie et les différents facteurs associés à la plombémie dans l'analyse simple (avec $p < 0,20$), à l'aide d'un modèle de régression linéaire multiple. Nous avons considéré initialement la propreté des mains, le nombre d'enfants de 15 ans ou moins, la distance entre le domicile et la cheminée principale du site METALEUROP, le niveau scolaire du père et de la mère, le travail du père sur le site METALEUROP, la consommation de légumes du jardin,

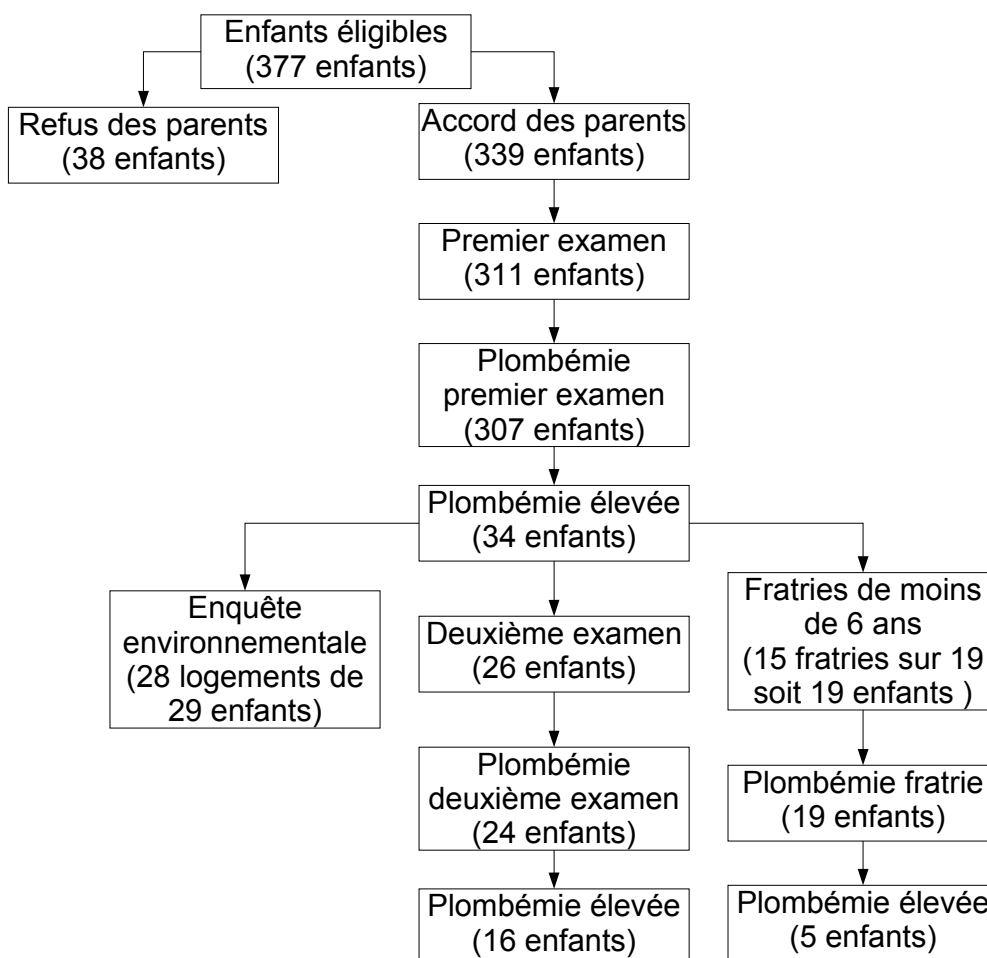


Figure 3.1 : Déroulement de la campagne

Commune de scolarité	Nombre d'enfants éligibles	Participation des parents aux réunions d'information N (%)
Courcelles-les-Lens	78	38 (48,7 %)
Dourges	56	23 (41,1 %)
Evin-Malmaison	67	32 (47,8 %)
Leforest	80	38 (47,5 %)
Noyelles-Godault	96	21 (21,9 %)
Total	377	152 (40,3 %)

Tableau 3.1 : Participation des parents aux réunions d'information

Classe de plombémie ($\mu\text{g/L}$)	N (%)
Inférieure à 100	273 (88,9 %)
Supérieure ou égale à 100	34 (11,1 %)
100-149	29 (9,4 %)
150-249	4 (1,3 %)
250 et plus	1 (0,3 %)
Total	307 (100,0 %)

Tableau 3.2 : Répartition par classes de plombémie

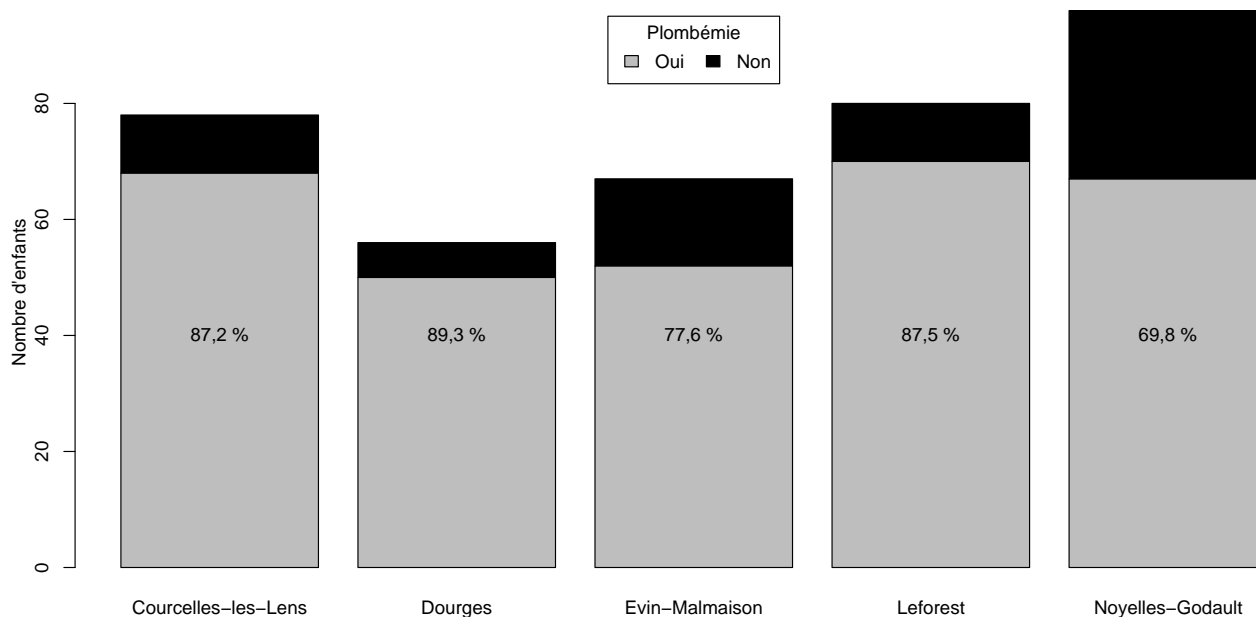


Figure 3.2 : Réalisation des prélèvements pour plombémie selon la commune de scolarité

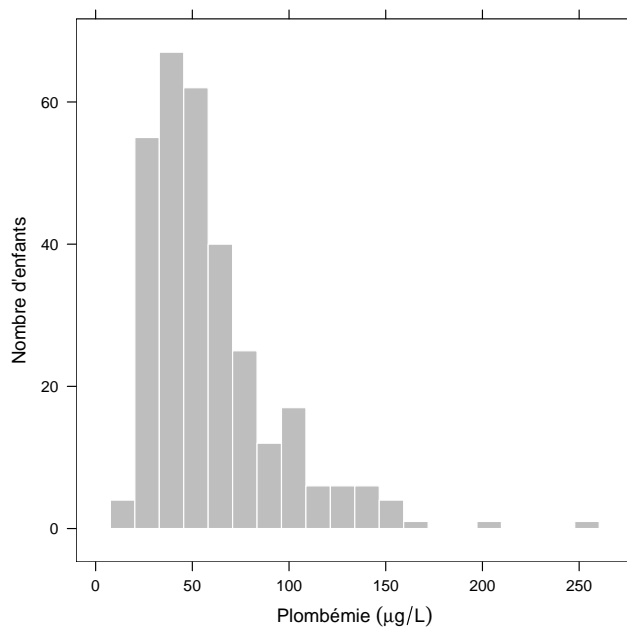


Figure 3.3 : Distribution des plombémies

Commune	N (%)
Courcelles-les-Lens	10 (14,3 %)
Dourges	1 (2,0 %)
Evin-Malmaison	13 (24,5 %)
Leforest	1 (1,5 %)
Noyelles-Godault	9 (17,0 %)
Autre*	0 (0,0 %)
Total	34 (11,1 %)

* : Enfants scolarisés dans une des 5 communes mais n'y demeurant pas

Tableau 3.3 : Prévalence du saturnisme infantile selon la commune de résidence

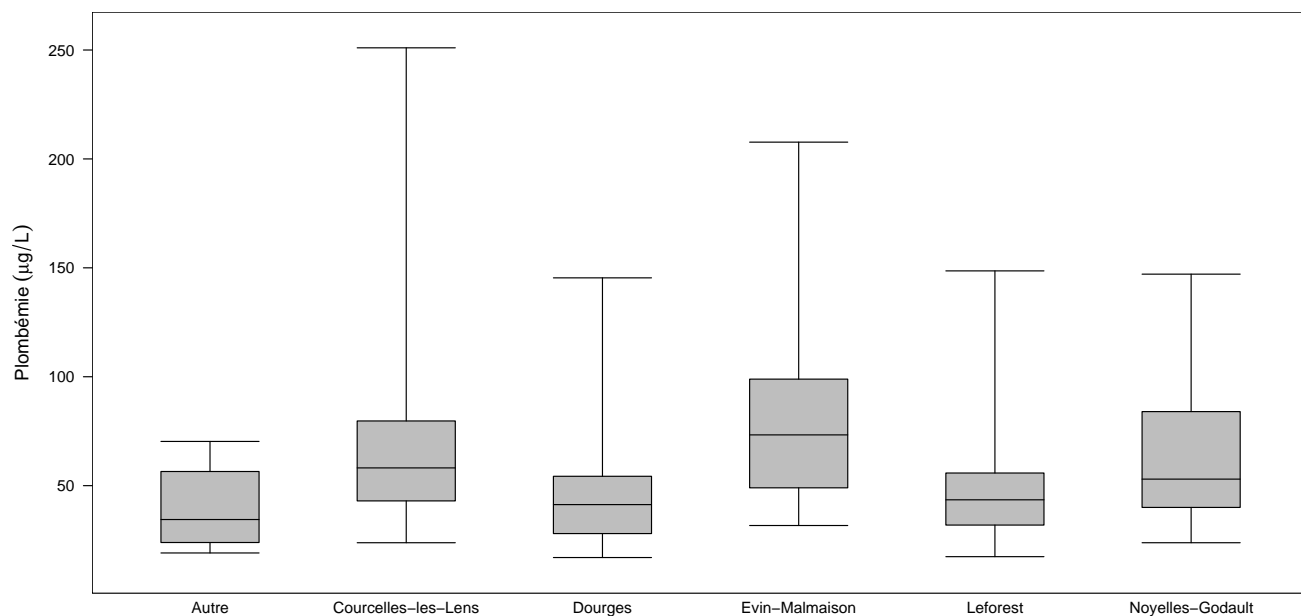
Variable	N	MG [IC 95 %]
Commune de domicile ($p < 0,001$)		
Courcelles	70	60,12 [53,42 ; 67,67]
Dourges	49	40,05 [35,29 ; 45,45]
Evin	53	72,62 [64,05 ; 82,33]
Leforest	66	43,24 [39,06 ; 47,86]
Noyelles	53	56,34 [49,29 ; 64,39]
Autre	16	35,88 [28,40 ; 45,33]
Distance usine-domicile (km) ($p < 0,001$)		
< 1km	16	78,56 [58,49 ; 105,53]
1-2 km	145	57,74 [53,27 ; 62,57]
2-3 km	73	50,83 [45,27 ; 57,07]
≥ 3	56	40,86 [36,73 ; 45,47]
Ensemble	307	52,20 [49,31 ; 55,26]

N : Nombre d'enfants

MG : Moyenne géométrique de la plombémie ($\mu\text{g/L}$)

IC 95 % : Intervalle de confiance à 95 %

Tableau 3.4 : Plombémie et lieu de résidence



Autre : enfant scolarisé dans une des 5 communes mais n'y demeurant pas.

Figure 3.4 : Variations de la plombémie selon la commune de résidence : pour chaque commune, la boîte est limitée par le 25^e et le 75^e percentile de la distribution, le trait central représente la médiane et les traits verticaux s'étendent entre le minimum et le maximum

Variable	N	MG [IC 95 %]
Date de construction du logement ($p = 0,07$)		
Avant 1948	139	56,02 [51,53 ; 60,90]
Après 1948	126	49,93 [45,58 ; 54,68]
Consomme légumes du jardin ($p = 0,04$)		
Oui	103	56,81 [51,74 ; 62,39]
Non	204	50,02 [46,57 ; 53,72]
Eau du robinet et tuy. en plomb ($p = 0,01$)		
Non	284	51,62 [48,72 ; 54,69]
Oui	12	74,61 [52,17 ; 106,70]
Animaux domestiques ($p = 0,36$)		
Oui	189	53,31 [49,64 ; 57,26]
Non	118	50,47 [45,87 ; 55,52]
Nombre d'enfants de 15 ans ou moins ($p = 0,07$)		
1	71	48,07 [42,11 ; 54,86]
2	117	50,11 [45,78 ; 54,84]
3	79	55,64 [49,82 ; 62,13]
4+	40	60,07 [51,99 ; 69,40]
Ensemble	307	52,20 [49,31 ; 55,26]

N : Nombre d'enfants

MG : Moyenne géométrique de la plombémie ($\mu\text{g/L}$)

IC 95 % : Intervalle de confiance à 95 %

Tableau 3.5 : Plombémie, logement et habitudes alimentaires

Variable	N	MG [IC 95 %]
Sexe ($p = 0,06$)		
Masculin	160	54,96 [50,70 ; 59,59]
Féminin	147	49,35 [45,55 ; 53,47]
Age (mois) ($p = 0,50$)		
24-30 mois	42	56,65 [47,80 ; 67,15]
30-36 mois	117	52,15 [47,76 ; 56,94]
36-42 mois	92	52,71 [47,68 ; 58,26]
42-60 mois	56	48,43 [41,56 ; 56,43]
Propreté des mains ($p = 0,016$)		
Mauvaise	63	61,21 [53,07 ; 70,59]
Médiocre	17	55,41 [39,42 ; 77,89]
Bonne	223	49,83 [46,83 ; 53,02]
Niveau scolaire du père ($p < 0,001$)		
Sans diplôme	48	59,82 [52,72 ; 67,88]
Diplôme inf. au bac	127	54,90 [50,10 ; 60,15]
Bac ou plus	107	44,35 [40,32 ; 48,79]
Niveau scolaire de la mère ($p = 0,002$)		
Sans diplôme	56	60,63 [52,32 ; 70,26]
Diplôme inf. au bac	130	54,53 [50,29 ; 59,12]
Bac ou plus	120	46,42 [42,33 ; 50,91]
Père METALEUROP ($p = 0,001$)		
Non	277	50,49 [47,60 ; 53,57]
Oui	11	83,24 [61,00 ; 113,58]
Ensemble	307	52,20 [49,31 ; 55,26]

N : Nombre d'enfants

MG : Moyenne géométrique de la plombémie ($\mu\text{g/L}$)

IC 95 % : Intervalle de confiance à 95 %

Tableau 3.6 : Plombémie et caractéristiques de l'enfant et de ses parents

la consommation d'eau du robinet avec présence de tuyauteries en plomb, la date de construction du logement, le sexe de l'enfant, et, par principe, nous avons ajouté l'âge de l'enfant. Les variables continues (âge, nombre d'enfants et distance) ont été introduites sous la forme de splines naturels de régression à 5 degrés de liberté.

Après avoir vérifié par un test global l'absence d'interaction entre les différentes variables prises 2 à 2 ($p = 0,26$), nous avons ensuite sélectionné les variables par une procédure pas-à-pas rétrograde. La sélection était basée sur le critère AIC d'Akaike [22]. Les variables retenues dans le modèle final étaient le sexe, la propreté des mains, le niveau de diplôme du père, le niveau de diplôme de la mère, la distance entre le domicile et la cheminée de l'usine, le travail du père sur le site METALEUROP et la consommation de légumes du jardin. Nous avons vérifié que l'addition d'un degré de liberté pour la distance entre le domicile et la cheminée de l'usine n'améliorait pas la qualité du modèle.

Dans le modèle final ($R^2 = 25,3 \%$), la plombémie décroissait de manière statistiquement significative avec la distance entre le domicile de l'enfant et l'usine (figure 3.5, $p < 0,0001$) et avec le niveau de diplôme du père ($-18,2 \%$ chez les enfants dont le père avait un diplôme de niveau baccalauréat ou supérieur par rapport aux enfants dont le père n'avait pas de diplôme, $p = 0,014$). Les variations avec le niveau de diplôme de la mère suivaient la même tendance mais les résultats étaient moins nets ($p = 0,15$). La plombémie était en moyenne plus élevée chez les garçons ($+10,7 \%$, $p = 0,047$), chez les enfants qui consommaient des légumes du jardin ($+24,1 \%$, $p = 0,0004$) et chez les enfants dont le père travaillait sur le site METALEUROP ($+47,6 \%$, $p = 0,008$).

3.2.3 Impact de l'interruption des activités du site

Le site industriel a interrompu ses activités en janvier 2003. 73 des 307 prélèvements pour plombémie, soit près d'un quart, ont été réalisés après le 31 janvier 2003. La moyenne géométrique des plombémies de ces 73 enfants ($48,3 \mu\text{g/l}$, intervalle de confiance à 95 % : [42,7–54,5]) n'était pas significativement inférieure ($p = 0,13$) à celle des autres enfants ($53,5$ [50,1–57,1]).

Afin d'ajuster cette comparaison sur les facteurs associés à la plombémie, nous avons introduit une variable « Avant/Après » dans le modèle présenté ci-dessus (section 3.2.2). Globalement, les interactions entre cette variable « Avant/Après » et les différentes variables du modèle n'étaient pas significatives ($p = 0,97$). La plombémie était en moyenne $8,2 \%$ plus faible après le 31 janvier 2003 (intervalle de confiance à 95 % : $[-19,7 \% - +5,0 \%]$) mais ces

variations n'étaient pas statistiquement significatives ($p = 0,16$).

3.3 Contrôles de plombémie

Parmi les 30 enfants dont la plombémie initiale était supérieure ou égale à $100 \mu\text{g/L}$, 26 enfants ont pu être revus pour un deuxième examen (figure 3.1). Parmi ceux-ci, seuls 2 avaient bénéficié d'un contrôle de plombémie entre temps. 24 de ces 26 enfants ont donc bénéficié d'une plombémie de contrôle lors du deuxième examen. Le deuxième prélèvement a été réalisé 6 à 33 semaines après le premier examen (délai moyen : 21 semaines). Parmi ceux-ci, 18 enfants avaient encore une plombémie supérieure ou égale à $100 \mu\text{g/L}$. En moyenne, la plombémie avait diminué de $10,5 \mu\text{g/L}$ entre les deux contrôles ($p = 0,042$, test de Wilcoxon [23]).

3.4 Plombémies dans la fratrie des enfants dépistés

Parmi les 30 enfants dont la plombémie était supérieure ou égale à $100 \mu\text{g/L}$, 19 avaient des frères ou des sœurs de 6 ans ou moins. Un prélèvement de sang veineux pour dosage de la plombémie a pu être réalisé pour 15 fratries sur 19, soit 19 enfants de 5 à 80 mois (figure 3.1). Parmi ces 19 enfants, 5 avaient une plombémie supérieure ou égale à $100 \mu\text{g/L}$ ($26,3 \%$) et 3 une plombémie supérieure ou égale à $150 \mu\text{g/L}$. Les plombémies mesurées étaient comprises entre $19,0$ et $315 \mu\text{g/L}$. D'autre part, parmi l'ensemble des 307 enfants dépistés dans le cadre de la campagne, la plombémie initiale était significativement plus élevée quand un cas de saturnisme avait déjà été dépisté dans la famille (moyenne géométrique et intervalle de confiance à 95 % en $\mu\text{g/L}$: $100,7$ [82,6 ; 122,9] pour les 13 enfants pour lesquels un cas avait déjà été dépisté dans la famille contre $50,6$ [47,8 ; 53,6] pour les autres enfants, $p < 0,0001$).

3.5 Enquêtes environnementales

3.5.1 Logements des enfants

Parmi les 34 enfants dépistés avec une plombémie supérieure ou égale à $100 \mu\text{g/L}$, les logements de 29 d'entre eux ont pu bénéficier d'une enquête environnementale, soit un total de 28 logements visités, car 2 enfants habitaient dans le même logement. Ces enquêtes ont été réalisées entre le 4 décembre 2002 et le 2 juillet 2003. Des mesures de concentration surfacique de plomb dans les peintures et dans les poussières extérieures et intérieures ont été réalisées dans les 28 logements et des mesures de la concentration pondérale de plomb dans la couche superficielle du sol (0–2 cm) ont été réalisées dans 27 logements.

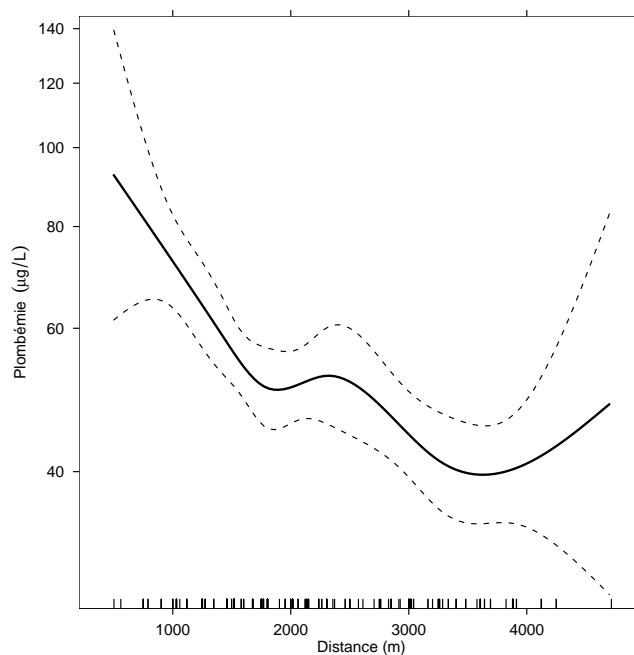


Figure 3.5 : Effet de la distance entre le domicile et la cheminée principale de l'usine sur la plombémie (les autres variables du modèle étant fixées à leur valeur moyenne)

Variable	Variation en % [IC 95 %]	
Propreté des mains ($p = 0,026$)		
Bonne	0	-
Médiocre/Mauvaise	+15,9	[+ 1,8 ; +31,9]
Niveau de diplôme du père ($p = 0,014$)		
Sans diplôme	0	-
Inf. au bac.	- 2,0	[-16,2 ; +14,7]
Bac. ou plus	-18,2	[-31,2 ; - 2,8]
Niveau de diplôme de la mère ($p = 0,146$)		
Sans diplôme	0	-
Inf. au bac.	-6,8	[-20,4 ; + 9,1]
Bac. ou plus	-15,3	[-28,8 ; + 0,8]
Père METALEUROP ($p = 0,008$)		
Non	0	-
Oui	+47,6	[+10,6 ; +97,0]
Sexe ($p = 0,047$)		
Masculin	0	-
Féminin	-10,7	[-20,1 ; - 0,2]
Légumes du jardin ($p = 0,0004$)		
Non	0	-
Oui	+24,1	[+10,1 ; +39,9]
Distance domicile-usine (mètres) ($p < 0,0001$)		
Splines naturelles à 5 d.d.l.	Voir figure 3.5	

IC 95 % : Intervalle de confiance à 95 %

d.d.l. : Degrés de liberté

Tableau 3.7 : Variables associées à la plombémie (modèle linéaire)

Dans 6 de ces 28 logements (21,4 %), une au moins des valeurs de concentration surfacique de plomb dans les peintures, mesurée par radiofluorescence, dépassaient le seuil de 1 mg/cm² [24], la valeur maximale observée étant de 16 mg/cm² (tableau 3.8).

Parmi les 28 logements visités, la concentration en plomb dans les poussières dépassait 1000 µg/m² (seuil défini pour contrôler l'efficacité des travaux réalisés en urgence pour supprimer l'accessibilité au plomb dans les logements [25]) dans au moins un prélèvement de poussières intérieures pour seulement 1 logement, mais dans les poussières extérieures pour 25 logements (89,3 %). Les valeurs mesurées variaient de valeurs inférieures au seuil de quantification à 10060 µg/m² (médiane de l'ensemble des 55 mesures réalisées : 225 µg/m²) en ce qui concerne les poussières intérieures. Pour les poussières extérieures, les résultats variaient de 84 à 25830 µg/m² (médiane des 59 mesures réalisées : 4189 µg/m²).

En ce qui concerne les prélèvements de sols superficiels, 18 logements sur 27 (66,7 %) avaient au moins un résultat supérieur à 400 µg/g (valeur de référence proposée par l'US Environmental Protection Agency pour les sols résidentiels nus où jouent des enfants [26] et Valeur de Constat d'Impact (VCI) pour usage sensible proposée par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) [27]) : il faut signaler que la technique analytique que nous avons utilisée fournissait une mesure de la concentration en plomb acido-soluble, qui n'est donc pas strictement comparable à la valeur de référence proposée, qui concerne le plomb total, dont la concentration est plus élevée).

3.5.2 Prélèvements dans les écoles

Parmi les 12 écoles (figure 3.6), 7 (58,3 %) avaient au moins un prélèvement de sol dont la concentration

en plomb dépassait 400 µg/g et 5 (41,7 %) avaient au moins un prélèvement de poussières extérieures dont la concentration en plomb dépassait 1000 µg/m². Les concentrations mesurées variaient de 75 à 5333 µg/g dans les sols (médiane de l'ensemble des 27 prélèvements : 372 µg/g) et de 122 à 15800 µg/m² pour les poussières extérieures (médiane de l'ensemble des 28 prélèvements : 774 µg/m²). L'école maternelle d'Evin-Malmaison se distingue par des concentrations de plomb particulièrement élevées dans les sols et les poussières.

3.6 Évolution de la prévalence du saturnisme infantile

Au cours de la campagne 2002–2003, 34 enfants sur 307 (11,1 %) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 µg/L. Cette proportion est tout à fait comparable à ce qui avait été observé lors des campagnes précédentes (tableau 3.9), soit 30 enfants sur 270 en 1999–2000 (11,1 %) et 34 enfants sur 331 en 2001–2002 (10,3 %). L'examen des variations, au cours des campagnes, de la distribution des plombémies par commune ne permet non plus de déceler de tendance particulière (figure 3.7).

D'autre part, pour les communes qui avaient été visées par la campagne de 1994-1995 (Courcelles-les-Lens, Evin-Malmaison et Noyelles-Godault), la prévalence du saturnisme est restée relativement stable par rapport à cette première campagne : en 1994-1995, 16,6 % des enfants de 2 à 4 ans avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 µg/L. Cette proportion est passée à 16,7 % en 1999-2000, à 15,9 % en 2001-2002 et à 18,2 % en 2002–2003 (tableau 3.9).

Prélèvement	Valeur de référence	Logements avec au moins 1 valeur > référence	Valeur maximale mesurée
Peintures intérieures (XRF en mg/cm ²)	1*	6 (21,4 %)	16
Poussières intérieures (µg/m ²)	1 000*	1 (3,6 %)	10 060
Poussières extérieures (µg/m ²)	1 000*	25 (89,3 %)	25 830
Sol (µg/g)	400**	18 (66,7 %)	7 206

* : arrêtés du 12 juillet 1999 (XRF et poussières intérieures)

** : Valeur de constat d'impact (BRGM)

Tableau 3.8 : Résultats des enquêtes environnementales au domicile des enfants

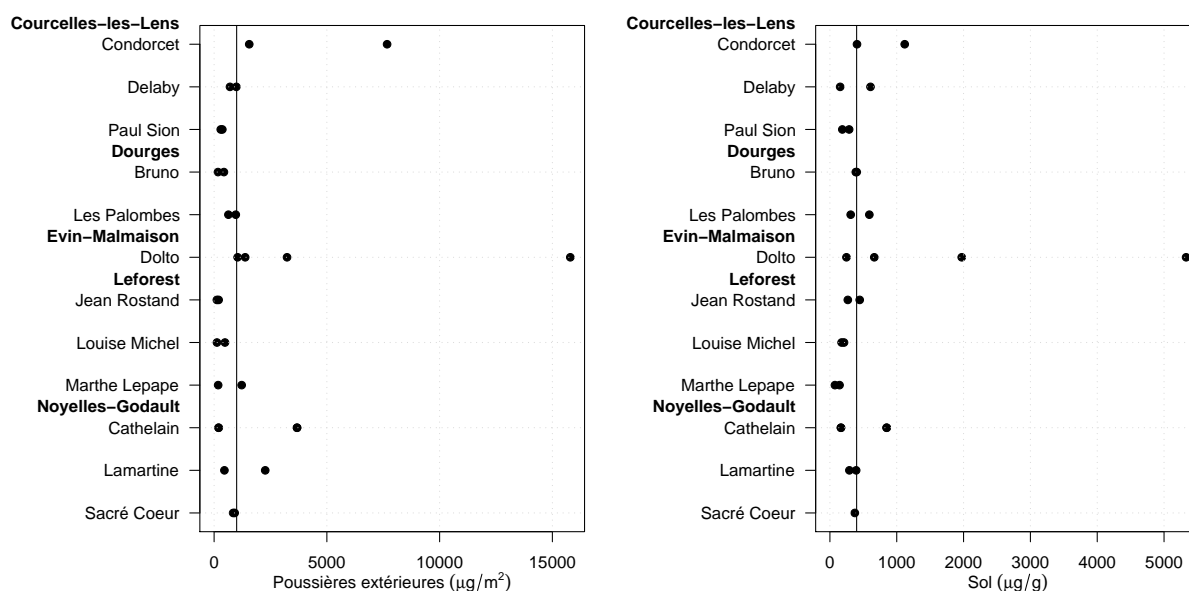


Figure 3.6 : Concentrations de plomb dans les poussières extérieures (µg/m²) et dans les sols superficiels (µg/g) des écoles : le trait vertical indique la valeur de référence

Commune	1994-1995*	1999-2000	2001-2002	2002-2003
Courcelles-les-Lens	8 (12,7 %)	5 (10,4 %)	12 (15,6 %)	10 (14,3 %)
Evin-Malmaison	18 (20,9 %)	15 (31,9 %)	17 (26,6 %)	13 (24,5 %)
Noyelles-Godault	10 (14,7 %)	6 (11,1 %)	0 (0,0 %)	9 (17,0 %)
Sous-ensemble	36 (16,6 %)	26 (16,7 %)	29 (15,9 %)	32 (18,2 %)
Dourges	-	1 (2,1 %)	3 (4,1 %)	1 (2,1 %)
Leforest	-	2 (3,4 %)	2 (3,6 %)	1 (1,5 %)
Ensemble	-	30 (11,1 %)	34 (10,3 %)	34 (11,1 %)

* : enfants de 2 à 4 ans

Tableau 3.9 : Évolution de la proportion d'enfants dépistés avec une plombémie $\geq 100 \mu\text{g/L}$

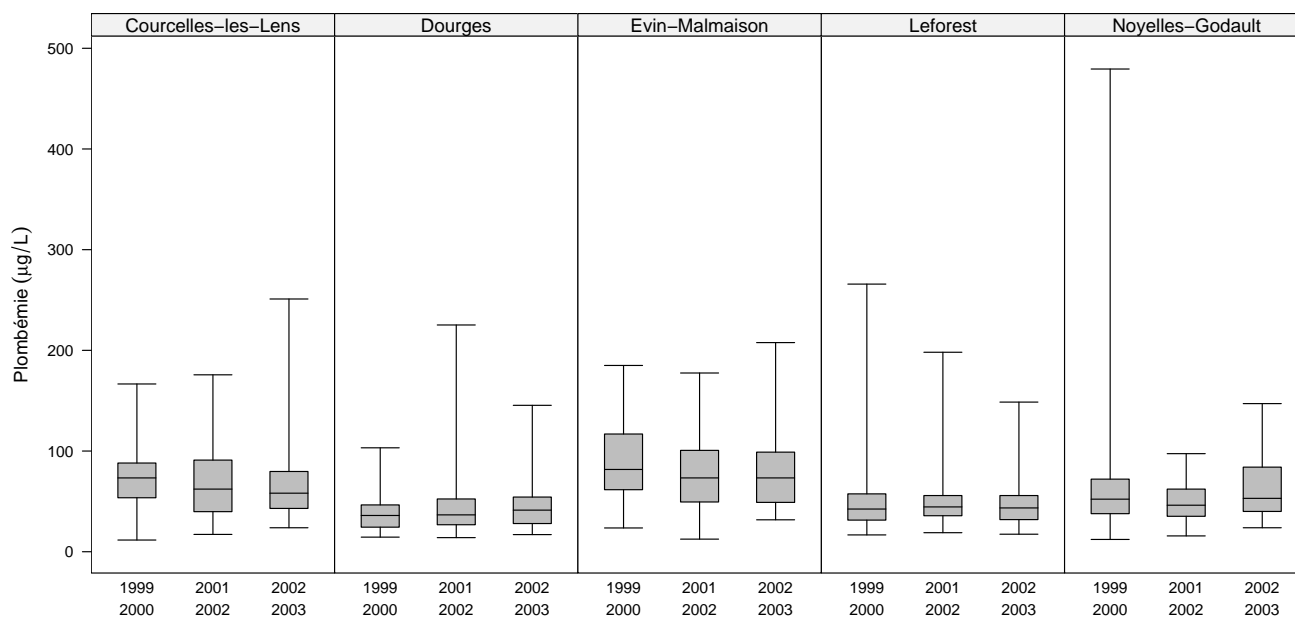


Figure 3.7 : Variations de la plombémie par commune au cours des campagnes 1999-2000, 2001-2002 et 2002-2003 : pour chaque année et chaque commune, la boîte est limitée par le 25^e et le 75^e percentile de la distribution, le trait central représente la médiane et les traits verticaux s'étendent entre le minimum et le maximum

4 Discussion

Les objectifs du programme ont été atteints : 81,4 % des enfants inscrits pour la première fois dans les écoles maternelles des cinq communes visées ont pu bénéficier d'un dosage de la plombémie. Comme lors des campagnes précédentes, le programme a bien été accepté par les familles concernées. La participation au suivi et aux enquêtes environnementales a été bonne : les logements de 29 enfants sur les 34 qui avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$ ont pu être visités et faire l'objet d'investigations environnementales et 26 enfants sur 34 ont pu être revus pour un deuxième examen. Nous avons proposé systématiquement aux familles dont un enfant avait été dépisté avec une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$ de faire réaliser un prélèvement sanguin pour dosage de la plombémie pour les autres enfants de moins de 6 ans de la famille. La forte prévalence du saturnisme chez les frères et sœurs des enfants dépistés (26,3 %) justifie cette stratégie qui devra donc être poursuivie dans les campagnes ultérieures.

Parmi les 307 enfants qui ont bénéficié du dépistage, 34 (11,1 %) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$. Cette proportion variait de 2 % à Dourges à 24,5 % à Evin-Malmaison. Ces résultats sont tout à fait cohérents avec ceux obtenus lors des campagnes précédentes [13, 15, 16]. Il paraît donc raisonnable de penser que l'imprégnation en plomb des enfants de cette classe d'âge n'a pas évolué de manière significative au fil des campagnes successives. Les résultats obtenus dans le cadre du Programme de recherches concertées Environnement et activités humaines, ne sont pas tout à fait comparables [28] : 6,5 % des enfants de 8 à 11 ans vivant dans 10 communes du même secteur géographique avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$, mais la zone concernée est plus large et il s'agit d'enfants plus âgés.

Les résultats d'autres campagnes de dépistage du saturnisme infantile menées récemment en France [29-32] sont variables selon le protocole utilisé et le type d'activité industrielle concerné mais les résultats observés sont généralement du même ordre de grandeur que les nôtres. Les niveaux de plombémie que nous avons observés, pour préoccupants qu'ils soient, restent généralement inférieurs à ce qui peut être observé dans certains pays d'Europe centrale et orientale (cf. par exemple [33]). Ils sont cependant nettement supérieurs à ce qui a pu être observé dans la population française par l'INSERM et le Réseau national de santé publique [34] : 52 enfants français sur 3 445 (1,5 % de l'échantillon composé d'enfants de 1

à 6 ans hospitalisés dans des services de chirurgie infantile tirés au sort) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$, alors que, dans les communes touchées par notre programme, 11,1 % étaient dans ce cas (24,5 % dans la commune d'Evin-Malmaison). Parmi les 115 enfants de la région Nord - Pas-de-Calais touchés par cette étude de prévalence, 50 % des enfants avaient une plombémie inférieure à 36,7 $\mu\text{g/L}$ et 75 % des enfants avaient une plombémie inférieure à 51,0 $\mu\text{g/L}$, alors que, dans notre échantillon, 50 % des plombémies étaient inférieures à 52,0 $\mu\text{g/L}$ et 75 % inférieures à 71,8 $\mu\text{g/L}$. La Ruche *et al.* [35] ont dosé la plombémie de 446 enfants pris en charge en consultation ou en hospitalisation à l'hôpital d'Argenteuil, pour des pathologies sans rapport direct avec le saturnisme : seuls 4 enfants, soit 0,9 % avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$. La moyenne géométrique des plombémies était de 27 $\mu\text{g/L}$ (52,2 $\mu\text{g/L}$ dans notre échantillon).

L'analyse des facteurs associés à la plombémie conduit à des résultats relativement similaires à ceux des campagnes précédentes [13, 15, 16]. La plombémie décroissait de manière significative avec la distance entre le logement de l'enfant et la cheminée de l'usine comme d'autres auteurs l'ont également observé [28, 30, 32, 36]. La plombémie était plus élevée chez les garçons, chez les enfants dont le père travaillait sur le site [30, 37] et chez les enfants dont les parents dont la propreté des mains, appréciée lors de l'examen par le médecin, était médiocre ou mauvaise. D'autre part, la plombémie de l'enfant variait selon les niveaux d'études de la mère et du père. Ces variables sont sans doute des indicateurs des caractéristiques socio-économiques de la famille de l'enfant, dont l'effet sur la plombémie a pu être analysé de manière plus détaillée dans d'autres travaux [36]. Enfin, la plombémie était plus élevée chez les enfants dont les parents nous ont déclaré qu'ils consommaient des légumes du jardin.

Comme lors des campagnes précédentes, les résultats des mesures réalisées sur les peintures et dans les poussières intérieures et extérieures montraient des teneurs très élevées dans les poussières extérieures et des teneurs beaucoup plus modérées dans les poussières intérieures et les peintures. Au cours de cette campagne, des prélèvements de sols superficiels ont été réalisés. Leurs résultats montraient des concentrations en plomb acido-soluble souvent élevées : 18 logements sur 27 d'enfants dépistés avec une plombémie supérieure ou égale à 100 $\mu\text{g/L}$ avaient au moins un prélèvement de sol avec une teneur supérieure à 400 $\mu\text{g/g}$ et les teneurs mesurées pouvaient parfois

être très élevées (jusqu'à 7 206 $\mu\text{g/g}$). Les résultats observés sont relativement cohérents avec ce qui a pu être observé sur des sols urbains dans le même secteur, même si le mode de prélèvement et la technique analytique ne sont pas identiques [38]. Dans ces sols urbains, qui peuvent avoir été enrichis en plomb par des apports locaux de terre, la concentration est en général plus forte que dans les sols agricoles [39]. Ces résultats sont très cohérents : ils montrent l'importance de la concentration en plomb dans le milieu extérieur autour des logements des enfants dont la plombémie est élevée. Les prélèvements de poussières extérieures et de sols superficiels réalisés dans les écoles maternelles, montrent que si les résultats sont généralement inférieurs à ce qui est observé dans les logements, les concentrations observées dans les écoles peuvent être élevées.

Ces résultats, associés au fait que la plombémie décroît de manière significative avec la proximité de l'usine, nous paraissent confirmer, de nouveau, l'importance d'actions collectives efficaces de remédiation visant à réduire la concentration en plomb, en particulier des poussières et du sol, des lieux de vie de l'enfant (domicile, école, lieux de garde, espaces récréatifs). En effet, la conclusion principale de ce travail est la remarquable stabilité de la prévalence du saturnisme infantile au cours des campagnes successives depuis celle de 1994-1995. Cette constatation impose la poursuite des activités de dépistage, l'amélioration du suivi des enfants et surtout la mise en œuvre d'actions efficaces de remédiation.

Le site industriel a interrompu ses activités en janvier 2003 : la comparaison des plombémies des enfants

avant et après le 31 janvier 2003 n'a pas permis de mettre en évidence de tendance significative. Cependant, le court délai après fermeture, 4 mois au maximum pour le dernier enfant vu, et les variations saisonnières de la plombémie chez l'enfant [40], ne permettent pas de pouvoir réellement juger d'un impact sur la plombémie. D'autre part, notre expérience nous a montré que les enfants vus en fin de campagne pouvaient avoir des caractéristiques différentes des enfants vus en début de campagne, ces caractéristiques pouvant par exemple expliquer des difficultés pour organiser un rendez vous avec les parents et leur enfant. Il conviendra donc d'attendre le résultat des campagnes ultérieures afin de mieux apprécier l'impact de l'interruption des activités du site sur la plombémie de l'enfant. Dans un travail récent [7] visant à apprécier la contribution des voies d'exposition, nous avons pu confirmer l'influence prépondérante de l'exposition par ingestion de sol et de poussières. Il est donc raisonnable d'envisager que, si les teneurs de plomb dans les sols et les poussières accessibles aux jeunes enfants, restent identiques, la prévalence du saturnisme infantile dans le secteur étudié reste significativement élevée. Cependant, Hiltz [41] a observé, autour du site de Trail, en Colombie Britannique, que l'impact d'une réduction des émissions sur la plombémie des enfants pouvait être plus important que ce que laissait prévoir une modélisation prédictive des plombémies. Cela suggère que l'évolution de la biodisponibilité des dérivés du plomb mais aussi de leur mobilité, en particulier l'intensité des transferts du sol vers la poussière extérieure et la poussière domestique, pourrait jouer un rôle majeur.

Références

- [1] *Impact sur la santé humaine de la pollution des sols du secteur industriel de Noyelles-Godault et Auby*. Lille : CIRE Nord, 2000.
- [2] *Plomb dans l'environnement. Quels risques pour la santé?* Paris : Les Éditions INSERM, 1999.
- [3] Duggan MJ, Inskip MP. Childhood exposure to lead in surface dust and soil: a community health problem. *Pub Health Rev* 1985; 13: 1-54.
- [4] Lanphear BP, Matte TD, Rogers J, Clikner RP, Dietz B, Bornschein RL, Succop P, Mahaffey KR, Dixon S, Galke W, Rabinowitz M, Farfer M, Rohde C, Schwartz J, Ashley P, Jacobs DE. The contribution of lead-contaminated house dust and residential soil to children's blood lead levels. A pooled analysis of 12 epidemiologic studies. *Environ Res* 1998; A79: 51-68.
- [5] Roels HA, Buchet JP, Lauwerys R, Bruaux P, Claeys-Thoreau F, Lafontaine A, Verduyn G. Exposure to lead by the oral and the plumonary routes of children living in the vicinity of a primary lead smelter. *Environ Res* 1980; 22: 81-94.
- [6] Tolve NS, Suggs JC, McCurdy T, Cohen-Hubal EA, Moya J. Frequency of mouthing behavior in young children. *J Expo Anal Environ Epidemiol* 2002; 12: 259-264.
- [7] Prouvost H, Declercq C, Heyman C, Roger C. *Contribution des différentes voies d'exposition au plomb et au cadmium de la population vivant dans le secteur de Noyelles-Godault et Auby*. Lille : ORS Nord - Pas-de-Calais, 2003.
- [8] *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*. Saint-Maurice : Institut de Veille Sanitaire, 2002.
- [9] *Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Tome 2. Organisation des programmes de dépistage et évaluation de l'efficacité des mesures de réduction de l'exposition*. Saint-Maurice : Institut de Veille Sanitaire, 2001.
- [10] *Déclarer, agir, prévenir. Le nouveau dispositif de surveillance des maladies à déclaration obligatoire*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 2003.
- [11] Canfield RL, Henderson CR, Jr., Cory-Slechta DA, Cox C, Jusko TA, Lanphear BP. Intellectual impairment in children with blood lead concentrations below 10 microg per deciliter. *N Engl J Med* 2003; 348: 1517-26.
- [12] Lanphear BP, Hornung R, Khoury J, Yolton K, Baghurst P, Bellinger DC, Canfield RL, Dietrich KN, Bornschein R, Greene T, Rothenberg SJ, Needleman HL, Schnaas L, Wasserman G, Graziano J, Roberts R. Low-level environmental lead exposure and children's intellectual function: an international pooled analysis. *Environ Health Perspect* 2005; 113: 894-9.
- [13] Declercq C, Spinosi L, Vandenbergue A, Leleu C, Rogez P, Théroouanne M, Leclercq M, Haguenoer JM, Nisse C, Perroy L. *Bilan du programme de prévention du saturnisme infantile du département du Pas-de-Calais*. La Madeleine : ORS Nord - Pas-de-Calais, 1995.
- [14] Ledrans M, Boudot J. *Surveillance du saturnisme infantile en France*. Saint-Maurice : Réseau national de santé publique, 1997.
- [15] Declercq C, Beaubois M. *Programme de dépistage du saturnisme infantile autour du site METALEUROP de Noyelles-Godault. Bilan de la campagne 1999-2000*. Lille : ORS Nord - Pas-de-Calais, 2000.
- [16] Declercq C, Ladrière L, Brigaud T, Leclercq M, Haguenoer JM. *Programme de dépistage du saturnisme infantile autour du site METALEUROP de Noyelles-Godault. Bilan de la campagne 2001-2002*. Lille : ORS Nord - Pas-de-Calais, 2003.
- [17] Lauritsen JM, Bruus M., Myatt MA, EpiData, version 2.1. *An extended tool for validated entry and documentation of data*. Odense: The EpiData Association, 2001.
- [18] *Preventing lead poisoning in children*. Atlanta: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control, 1991.
- [19] Commission de Toxicovigilance. *Intoxication par le plomb chez l'enfant*. Paris : Ministère des Affaires sanitaires et sociales, de la Santé et de la Ville, 1993.
- [20] Circulaire DGS/7 n° 2002-309 du 3 mai 2002 définissant les orientations du ministère chargé de la santé et les actions à mettre en œuvre par les DDASS, DRASS et SCHS dans le domaine de la

- lutte contre l'intoxication par le plomb pour l'année 2002.
- [21] R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2004 [<http://www.r-project.org>].
- [22] Venables WN, Ripley BD. *Modern applied statistics with S. Fourth edition*. New-York: Springer, 2002.
- [23] Rosner B. *Fundamentals of biostatistics. Fifth edition*. Pacific Grove: Duxbury, 2000.
- [24] Arrêté du 12 juillet 1999 relatif au diagnostic du risque d'intoxication par le plomb des peintures pris pour l'application de l'article R 32-2 du code de la santé publique. Journal Officiel de la République Française (31 juillet 1999) : 11455-11456.
- [25] Arrêté du 12 juillet 1999 concernant le contrôle des locaux après réalisation de travaux d'urgence en vue de vérifier la suppression de l'accessibilité au plomb pris en application de l'article R 32-4 du code de la santé publique. Journal Officiel de la République Française (3 août 1999) : 11632.
- [26] Environmental Protection Agency. 40 CFR Part 745. Lead. Identification of Dangerous Levels of Lead. Final rule. *Federal Register* 2001; 66(4): 1206-1240.
- [27] *Gestion des sites (potentiellement) pollués. Version 2. Annexe 5C. Révision du 9 décembre 2002. Valeurs guides en matière de pollution des eaux et des sols*. Orléans : Bureau de Recherches Géologiques et Minières, 2002.
- [28] Leroyer A, Nisse C, Hémon D, Gruchociak A, Salomez JL, Haguenoer JM. Environmental lead exposure in a population of children in Northern France: factors affecting lead burden. *Am J Ind Med* 2000; 38: 281-289.
- [29] Ledrans M, Le Goaster C, Bouy P, Debaisieux F, Roussel C. *Évaluation de l'exposition des enfants aux polluants émis par l'usine Métal Blanc à Bourg Fidèle*. Saint-Maurice : Réseau national de santé publique, 1998.
- [30] Laforest L, Annino MC, Alluard A, Precausta D, Van den Wielle F, Albouy J, Jehanno F. Étude épidémiologique de la contamination au plomb des enfants de salariés professionnellement exposés. *Rev Epidem Santé Publ* 1999; 47 : 433-441.
- [31] Ledrans M. *Évaluation de l'imprégnation saturnine des enfants exposés aux polluants émis par l'usine TPC à Seurre*. Saint-Maurice : Institut de veille sanitaire, 1999.
- [32] Fabres B, Helynck B, Saviuc P. *Évaluation de l'exposition des enfants au plomb émis par l'usine Metaleurop à Arnas (Rhône)*. Lyon : DRASS Rhône-Alpes, 1999.
- [33] Fischer AB, Georgieva R, Nikolova J, Bairona A, Hristeva V, Penkov D, Alandjisk. Health risk for children from lead and cadmium near a non-ferrous smelter in Bulgaria. *Int J Hyg Environ Health* 2002; 205: 1-14.
- [34] *Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin*. Saint-Maurice : Réseau national de santé publique, 1997.
- [35] La Ruche G, Le Loc'h H, Féliers C, Lautier C, Gastellu-Etchegorry M. Imprégnation saturnine des enfants de 6 mois à 6 ans résidant dans la zone d'attractivité de l'hôpital d'Argenteuil, 2002-2004. *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire* 2004; (50) : 233-234.
- [36] Baghurst PA, Tong S, Sawyer MG, Burns J, McMichael AJ. Sociodemographic and Behavioural Determinants of Blood Lead Concentrations in Children Aged 11-13 years. The Port Pirie Cohort Study. *MJA* 1999; 170: 63-67.
- [37] Roscoe RJ, Gittleman JL, Deddens JA, Petersen MR, Halperin WE. Blood Lead Levels among Children of Lead-Exposed Workers: a Meta-Analysis. *Am J Ind Med* 1999; 36: 475-481
- [38] Douay F, Pruvost C, Fourrier H, Warin A. *Évaluation du degré de contamination des pelouses autour des industries métallurgiques d'Auby et de Noyelles-Godault. Proposition d'une démarche en vue d'intégrer ces espaces récréatifs lors des diagnostics environnementaux*. Lille : Institut Supérieur d'Agriculture, 2003.
- [39] Douay F, Perdrix E, Fourrier H, Plaisance H. *Programme de Recherches Concertées Environnement et activités humaines : étude d'un secteur pollué par les métaux. Cartographie des teneurs en cadmium, plomb et zinc dans les horizons organo-minéraux des parcelles agricoles autour des sites métallurgiques de Noyelles-Godault et d'Auby*. Lille : Institut Supérieur d'Agriculture, 2001.
- [40] Laidlaw MA, Mielke HW, Filippelli GM, Johnson DL, Gonzales CR. Seasonality and children's blood lead levels: developing a predictive model using climatic variables and blood lead data from Indianapolis, Indiana, Syracuse, New York, and New Orleans, Louisiana (USA). *Environ Health Perspect* 2005; 113: 793-800.
- [41] Hilts SR. Effect of smelter emission reductions on children's blood lead levels. *Sci Total Environ* 2003; 303: 51-58.

Liste des tableaux

3.1	Participation des parents aux réunions d'information	14
3.2	Répartition par classes de plombémie	14
3.3	Prévalence du saturnisme infantile selon la commune de résidence	15
3.4	Plombémie et lieu de résidence	16
3.5	Plombémie, logement et habitudes alimentaires	17
3.6	Plombémie et caractéristiques de l'enfant et de ses parents	17
3.7	Variables associées à la plombémie (modèle linéaire)	19
3.8	Résultats des enquêtes environnementales au domicile des enfants	21
3.9	Évolution de la proportion d'enfants dépistés avec une plombémie $\geq 100 \mu\text{g/L}$	22

Table des figures

2.1	Communes et écoles visées par la campagne de dépistage	10
3.1	Déroulement de la campagne	14
3.2	Réalisation des prélèvements pour plombémie selon la commune de scolarité	15
3.3	Distribution des plombémies	15
3.4	Variations de la plombémie selon la commune de résidence	16
3.5	Effet de la distance entre le domicile et la cheminée principale de l'usine sur la plombémie	19
3.6	Concentrations de plomb dans les poussières extérieures ($\mu\text{g}/\text{m}^2$) et dans les sols superficiels ($\mu\text{g}/\text{g}$) des écoles	21
3.7	Variations de la plombémie par commune au cours des campagnes 1999-2000, 2001-2002 et 2002-2003	22

La campagne 2002-2003 de dépistage du saturnisme infantile autour du site METALEUROP de Noyelles-Godault (Pas-de-Calais), réalisée avec le soutien du Programme Régional d'Action en Santé Environnement, a permis de réaliser un dosage de la plombémie chez 307 enfants inscrits pour la première fois à l'école maternelle dans les communes de Courcelles-les-Lens, Dourges, Evin-Malmaison, Leforest et Noyelles-Godault, soit un taux de participation de 81,4 %. 11,1 % de ces enfants (24,5 % à Evin-Malmaison) avaient une plombémie supérieure ou égale à 100 µg/L. La prévalence du saturnisme infantile dans le secteur étudié était donc restée stable au fil des campagnes de dépistage réalisées depuis 1995. La plombémie variait de manière statistiquement significative avec la distance entre le domicile de l'enfant et l'usine, le niveau d'études des parents, le sexe, la consommation de légumes du jardin et la propreté des mains. Elle était en moyenne près de 50 % plus élevée chez les enfants dont le père travaillait sur le site METALEUROP. Les investigations environnementales réalisées dans les écoles et au domicile des enfants dont la plombémie était supérieure ou égale à 100 µg/L ont permis d'observer des concentrations de plomb élevées dans les poussières extérieures et les terres superficielles.



Observatoire Régional de la Santé Nord - Pas-de-Calais



13, rue Faidherbe 59046 LILLE CEDEX
Tél : +33 (0)3 20 15 49 20
Fax : +33 (0)3 20 55 92 30
<http://www.orsnpdc.org>

Juin 2005