

Santé environnement

Exposition au plomb des enfants fréquentant le quartier de la Poudrette aux Pavillons- sous-bois (Seine-Saint-Denis)

Résultats du dépistage du saturnisme – Juin 2004

Résultats de l'étude des facteurs d'exposition
au plomb selon des méthodes d'analyse
de "données censurées à gauche"



MINISTÈRE DE LA SANTÉ
ET DES SPORTS

Ddass de Seine-Saint-Denis
Cire Ile-de France



INSTITUT
DE VEILLE SANITAIRE

Sommaire

1. Contexte et objectifs	2	4. Discussion	19
2. Matériel et méthode	4	4.1 Sur la participation au programme de dépistage	19
2.1 La campagne de dépistage du saturnisme infantile	4	4.2 Sur les résultats de la campagne de dépistage du saturnisme infantile	19
2.1.1 Prélèvements biologiques et analyses	4	4.3 Sur les apports respectifs des méthodes statistiques	20
2.1.2 Populations concernées	4	4.4 Sur les facteurs de risque identifiés à l'issue des analyses statistiques	20
2.1.3 Organisation et partenaires mobilisés	4	4.5 Sur les enquêtes environnementales réalisées dans un contexte de sols pollués	22
2.1.4 Sensibilisation des populations	5		
2.1.5 Transmission des résultats individuels	5		
2.1.6 Procédure Cnil	5		
2.2 L'étude des facteurs d'exposition au plomb	5		
2.2.1 Population d'étude	5	5. Conclusions	23
2.2.2 Recueil des informations	5		
2.2.3 Génération de variables d'exposition	6	6. Suites données au dossier	24
2.2.4 Analyses statistiques	6		
2.3 Enquêtes environnementales	7	Références bibliographiques	25
		Annexe 1 - Composition du comité de suivi	26
3. Résultats	8	Annexe 2 - Composition du comité scientifique	27
3.1 Participation de la population	8	Annexe 3 - Matériel utilisé pour les prélèvements et techniques analytiques mises en œuvre par le laboratoire	28
3.2 Caractéristiques de la population étudiée	8	Annexe 4 - Fonctions des différents partenaires lors de la campagne de dépistage	29
3.3 Distribution des plombémies sur l'ensemble de la population	10	Annexe 5 - Questionnaire d'enquête pour l'étude des facteurs d'exposition	30
3.4 Recherche des facteurs associés à une plombémie supérieure au 90 ^e percentile	11	Annexe 6 - Questionnaire utilisé pour les enquêtes environnementales (liste des variables)	34
3.4.1 Résultats des analyses univariées	11		
3.4.2 Résultats de l'analyse multivariée	13		
3.5 Recherche des facteurs associés à la plombémie moyenne	14		
3.5.1 Résultats de l'analyse univariée	14		
3.5.2 Résultats de l'analyse multivariée	16		
3.6 Résultats des enquêtes environnementales	17		

Exposition au plomb des enfants fréquentant le quartier de la Poudrette aux Pavillons-sous-bois (Seine-Saint-Denis)

Résultats du dépistage du saturnisme – Juin 2004

Résultats de l'étude des facteurs d'exposition au plomb selon des méthodes d'analyse de "données censurées à gauche"

Réalisation de l'étude des facteurs d'exposition au plomb

Céline Legout, Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Île-de-France

Laurence Mandereau-Bruno, Cire Île-de-France

Contribution :

Céline Lécuyer, dans le cadre de son DESS Méthodes appliquées de la statistique et de l'économétrie pour la recherche, l'analyse et le traitement de l'information, Université du Val-de-Marne

Réalisation du dépistage du saturnisme infantile

- Personnel médical du Centre municipal de santé des Pavillons-sous-Bois
- Infirmières du service de pédiatrie au Centre hospitalier Jean Verdier, Bondy
- Médecins et infirmières de Protection maternelle et infantile (département et secteur Pavillons-sous-Bois / Livry-Gargan)
- Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) de Seine-Saint-Denis
- Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) de Seine-Saint-Denis
- Laboratoire d'analyses biologiques du Centre hospitalier Delafontaine, Saint-Denis
- Personnel médical du Service de promotion de la santé en faveur des élèves

L'organisation du dépistage a bénéficié de la mobilisation de la municipalité des Pavillons-sous-Bois et de l'Inspection académique, en particulier de l'équipe enseignante et de la direction du groupe scolaire Louise Michel

Relecteurs

Philippe Bretin, responsable de l'Unité population et cadre de vie, Département santé environnement, Institut de veille sanitaire
Abdelkrim Zeghnoun, biostatisticien, Unité statistiques et outils, Département santé environnement, Institut de veille sanitaire
Dr Hubert Isnard, coordonnateur scientifique, Cire Île-de-France

Remerciements

Jean-Pierre Danet (Drass Île-de-France), pour son aide précieuse lors de la saisie des questionnaires d'enquête
Dr Hervé Creusvaux, Cécile Somarriba et Flore Taurines (Ddass Seine-Saint-Denis) pour leur soutien à l'investigation
Philippe Dallier, sénateur maire des Pavillons-sous-Bois, pour l'entrevue accordée en juillet 2008 sur le devenir du site

1. Contexte et objectifs

En août 2002, dans le cadre du projet de construction d'un Établissement régional d'enseignement appliqué (Erea) aux Pavillons-sous-Bois en Seine-Saint-Denis, les diagnostics environnementaux réalisés sur le terrain nu devant l'accueillir ont mis en évidence une pollution des sols par des éléments traces métalliques (arsenic, plomb, cuivre, chrome, cadmium, zinc, mercure), du méthane, de l'arochlor 1 254 et du trichloroéthylène [1,2]. Certaines concentrations détectées dépassaient les valeurs de référence¹. Des hydrocarbures ont également été mis en évidence à des niveaux moindres dans les sols, ainsi que des traces d'hydrocarbures aromatiques polycycliques, d'arsenic et de toluène dans les eaux souterraines. En 2005, cette pollution a pu être reliée à des activités de dépôts d'ordures ménagères recensées entre 1914-1932 puis 1939-1959 et à des remblaiements de nature indéterminée entre 1950 et 1959 [7].

Les parcelles adjacentes au projet Erea (figure 1) étaient loties et occupées par :

- la cité de la Poudrette construite en 1960 sur l'ancienne cité d'urgence Emmaüs de 1954. La cité de la Poudrette comprenait des pavillons avec jardins privatifs, un immeuble collectif et des pelouses collectives. Elle accueillait en 2004 environ 81 foyers, avec 215 résidents dont la moitié d'enfants [7 *ter*];
- le groupe scolaire Louise Michel construit entre 1978 et 1980, accueillant en 2004 environ 100 élèves en maternelle, 145 en primaire et 30 personnels adultes, des espaces verts et la maison du gardien. Cette école devait faire l'objet d'une extension;
- un terrain de football communal;
- un lycée professionnel, des entreprises et un cimetière.

Entre décembre 2002 et septembre 2003, la municipalité des Pavillons-sous-Bois a fait réaliser dans l'enceinte de l'école des compléments d'analyses [3,4]. Ces mesures ont mis en évidence des teneurs excessives en plomb, arsenic et cadmium dans les sols situés à 30 cm sous les enrobés de la cour et dans les espaces verts, de l'ordre de 600 mg/kg en moyenne pour le plomb. Les analyses de sols réalisées en novembre 2003 sur les jardins et les pelouses de la cité à la demande de l'Office départemental des HLM (ODHLM) rendaient des résultats similaires [6]. La présence de remblais dans les sols profonds, constatée sous l'école et sous la cité, témoignait également de l'étendue de la zone concernée par la pollution. Les premières évaluations des risques² réalisées en 2004 sur l'école [1,2,5] et la cité [6] avec des hypothèses très pénalisantes, indiquaient que les niveaux de risques étaient inacceptables pour les élèves, le gardien de l'école et les résidents de la cité, du fait des pollutions mesurées dans les sols.

Dans l'attente de la validation de ces éléments par les services de l'État, la municipalité interdit par arrêté municipal l'accès aux espaces verts de l'école et de la cité HLM en septembre 2003, et des barrières furent posées. Le projet de construction de l'Établissement régional d'enseignement fut ajourné. La mairie poursuivit les réunions d'information avec les usagers du groupe scolaire et les habitants du quartier.



En septembre 2003 la préfecture de Seine-Saint-Denis établissait sous son pilotage un comité de suivi (annexe 1) dont les objectifs étaient de reconstituer l'historique des parcelles, préciser la nature, l'étendue et l'origine des contaminations, expertiser les études réalisées, recommander et recevoir les compléments d'études nécessaires, organiser enfin les mesures de gestion.

En appui à la préfecture, un comité scientifique composé de professionnels de santé était réuni par la Ddass de Seine-Saint-Denis (annexe 2). Ses missions étaient d'établir des recommandations sur les mesures de réduction des expositions et des risques, et de proposer les modalités de prise en charge sanitaire des populations exposées le cas échéant. Une des questions posées au comité scientifique par les autorités était celle de la nécessité, ou non, de fermer l'école et de reloger les habitants de la cité.

En mai 2004, le comité scientifique recommandait le maintien des barrières pour limiter les expositions, ainsi que la mise en place rapide d'un programme de dépistage du saturnisme infantile à l'intention des enfants fréquentant la zone.

Cette décision se basait notamment sur :

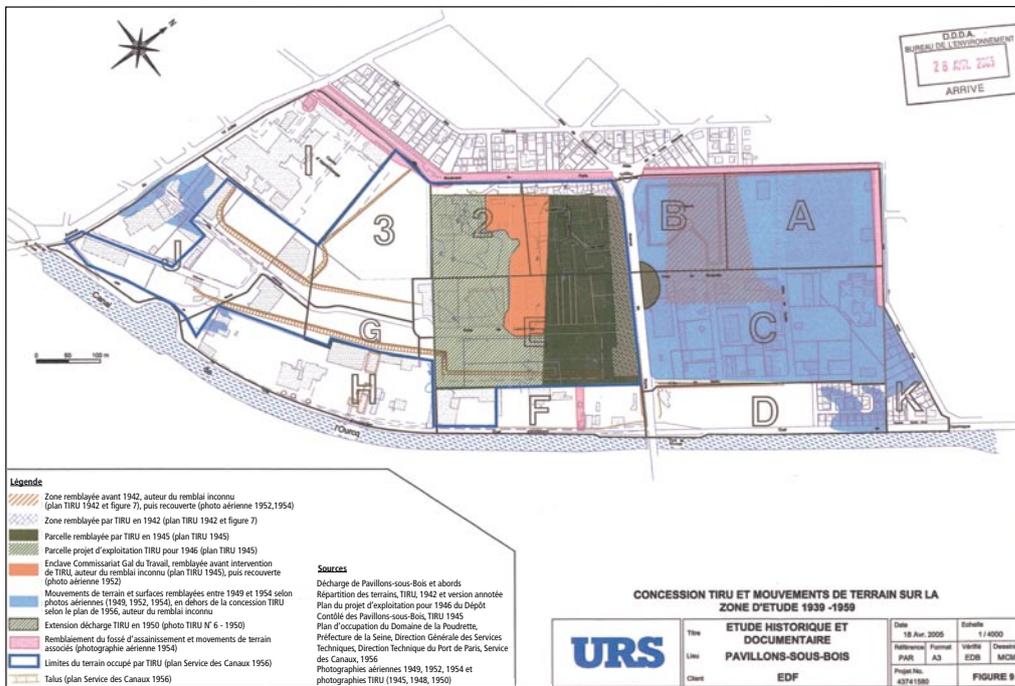
- des éléments toxicologiques et sanitaires : la persistance du plomb dans les sols, la sensibilité particulière des enfants vis-à-vis du plomb, le bénéfice individuel d'un dépistage précoce;
- les résultats de la modélisation des "plombémies attendues" au vu des premières concentrations en plomb détectées dans les sols. En effet les calculs effectués conformément au guide méthodologique de l'InVS [8] indiquaient la possibilité de survenue de cas de saturnisme infantile (plombémie > 100 µg/l) parmi les enfants en contact avec les sols de la zone;
- la présence de remblais dans les sols sous-jacents dont la qualité hétérogène laissait envisager des concentrations de plomb ponctuellement plus élevées.

¹ Valeurs de constat d'impact, retenues à l'époque par les bureaux d'études pour caractériser la qualité des sols.

² Datées de février 2003 puis avril 2004.

FIGURE 1

PHOTO AÉRIENNE DU QUARTIER DE LA POUURETTE ET EMPRISE DE L'ANCIENNE DÉCHARGE



Source : Étude historique et documentaire, quartier de la Poudrette Pavillons-sous-Bois (93), rapport URS, projet N°43741580-1906, avril 2005.

Le comité scientifique recommandait également que le dépistage soit accompagné d'une étude des facteurs favorisant l'exposition au plomb et qu'il soit complété dans un second temps par une mesure des imprégnations des populations vis-à-vis de l'arsenic et du cadmium. Ces recommandations ont été approuvées par le comité de suivi et annoncées par la préfecture et la mairie en mai 2004, à l'occasion d'une réunion publique.

Le présent rapport présente les résultats de la campagne de dépistage du saturnisme infantile et de l'étude des facteurs favorisant l'imprégnation au plomb.

La campagne de dépistage visait à détecter les cas de saturnisme, ou intoxication par le plomb, parmi les enfants fréquentant le quartier

de la Poudrette, à partir du dosage du plomb sanguin (plombémie). Les enfants les plus exposés pouvaient ainsi bénéficier d'une enquête environnementale diligentée par la Ddass, et d'une prise en charge sanitaire conforme aux recommandations nationales³.

L'étude des facteurs d'exposition au plomb avait pour objectif de mettre en évidence l'existence d'éventuels facteurs de risque (comportements, caractéristiques individuelles...) liés à la plombémie. Cette étude a été réalisée simultanément au dépistage, au moyen d'un questionnaire individuel passé en face à face au moment du dosage biologique.

³ Article L. 1334-1 du Code de la santé publique introduit par la loi n° 98-657 du 29 juillet 1998, circulaire DGS/2004/85 du 21 avril 2004 relative à la surveillance nationale du saturnisme chez l'enfant mineur; Conférence de consensus "Intoxication par le plomb de l'enfant et de la femme enceinte, prévention et prise en charge médico-sociale" Lille, novembre 2003.

2. Matériel et méthode

2.1 LA CAMPAGNE DE DÉPISTAGE DU SATURNISME INFANTILE

2.1.1 Prélèvements biologiques et analyses

Le comité scientifique a recommandé d'analyser dans un premier temps la seule plombémie, puis, en cas de résultat supérieur à 100 µg/l, de mener les analyses complémentaires (numération formule sanguine (NFS), fer sérique).

Les dosages ont été réalisés par le laboratoire de biologie de l'hôpital Delafontaine de Saint-Denis. Ce laboratoire participe au contrôle qualité mis en place par le comité de pilotage du Système de surveillance du saturnisme infantile en Île-de-France (SSSILF), reposant sur la participation au contrôle qualité organisé par l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments et produits de santé (Afssaps) en France ainsi qu'à un contrôle qualité d'une structure hors territoire (le contrôle NEQAS en Grande Bretagne en l'occurrence). Il a été vérifié *a posteriori* que le contrôle qualité réalisé par le laboratoire présentait, au moment de l'étude, un taux de résultats conformes supérieur ou égal à 90 %, condition nécessaire à l'intégration des résultats des dosages de plombémies dans la base de données régionale du SSSILF.

La limite de quantification usuelle utilisée par le laboratoire était de 20 µg/l. Au vu des premiers résultats et de la forte proportion de valeurs de plombémies inférieures à ce seuil, le comité scientifique a demandé au laboratoire d'abaisser son seuil de quantification, qui est alors passé à 5 µg/l.

La liste du matériel utilisé pour les prélèvements et les techniques analytiques mises en œuvre par le laboratoire sont rappelées en annexe 3.

2.1.2 Populations concernées

Le quartier concerné a été précisé au moyen d'une carte établie en fonction des éléments alors disponibles par les premiers éléments de l'étude historique.

Ce quartier était défini comme la zone comprenant l'école Louise Michel, la cité de la Poudrette, le terrain de football, la friche devant accueillir l'établissement d'enseignement, le cimetière et la majorité de la zone industrielle. Dans la suite du rapport, on parlera indifféremment du "**quartier de la Poudrette**" ou du "**site**".

Pour des raisons organisationnelles et de communication, le comité scientifique a recommandé de proposer le dépistage à tous les enfants âgés de 10 ans au plus :

- scolarisés au groupe scolaire Louise Michel (n=245 élèves dont 100 en classes de maternelle environ) ;
- ou résidant à la cité de la Poudrette (nombre non connu a priori) ;
- ou gardés sur le quartier (nombre non connu a priori).

Les femmes enceintes résidant ou fréquentant ce quartier ont été invitées à participer au dépistage. Les adolescents (notamment les autres membres de la fratrie) et les adultes particulièrement inquiets pouvaient également bénéficier du dépistage gratuitement s'ils fréquentaient le quartier.

2.1.3 Organisation et partenaires mobilisés

Annoncé le 18 mai 2004 par les autorités, et ciblé prioritairement sur les enfants, le dépistage du saturnisme devait être mis en œuvre avant le départ en congés d'été des écoliers du groupe scolaire Louise Michel. L'organisation de la campagne de dépistage, mise en œuvre selon les recommandations de l'InVS [9], a été précisée par le comité scientifique au cours d'une réunion le 11 juin 2004.

La Ddass de Seine-Saint-Denis a piloté l'organisation du dépistage, notamment la rédaction du protocole et la coordination des différents intervenants. Le dépistage a aussi fortement mobilisé l'Éducation nationale et notamment le Service de prévention de la santé en faveur des élèves, les enseignants et l'équipe de direction de l'école, la municipalité, le personnel du Centre municipal de santé (CMS), la Cire Île-de-France ainsi que les professionnels de santé du département : services hospitaliers de pédiatrie ou de pathologies professionnelles et environnementales, service de PMI et laboratoire d'analyse hospitalier. Les fonctions occupées "sur le terrain" par chacun des partenaires sont détaillées en annexe 4.

Un accord financier a été trouvé en juin 2004 entre la mairie et la Caisse primaire d'assurance maladie (CPAM) pour prendre en charge les coûts des analyses, d'achat du matériel, de paiement de vacations de médecins, infirmières, et personnel administratif impliqués dans la campagne de dépistage.

Les prélèvements sanguins ont été faits au CMS des Pavillons-sous-Bois. Le médecin coordonnateur du CMS a été identifié comme le responsable du programme de dépistage.

En accueillant les familles, le personnel administratif du CMS vérifiait l'éligibilité de l'enfant à la campagne de dépistage. Le médecin et les infirmières de l'Éducation nationale recevaient les enfants scolarisés dans le groupe scolaire, tandis que les médecins et infirmières du CMS recevaient les habitants de la cité. Cet entretien permettait de rappeler les objectifs du dépistage, recueillir l'autorisation parentale, établir l'ordonnance, distribuer un patch anti-douleur, pré-remplir la "fiche du système national de surveillance des plombémies". Les prélèvements ont été réalisés par les infirmières du CMS pour les enfants de 4 à 10 ans et par les infirmières spécialisées en pédiatrie de l'hôpital Jean Verdier pour les enfants de moins de 4 ans.

Après prélèvement, les tubes pleins étaient conservés au réfrigérateur et acheminés deux fois par semaine par les ambulanciers de l'hôpital de Saint-Denis dans des boîtes isothermes.

2.1.4 Sensibilisation des populations

En avril 2004 une visite de la mairie, de la Cire Île-de-France et de la Ddass Seine-Saint-Denis dans la cité a permis de prendre contact avec un représentant des habitants de manière informelle. Les bénéfices individuels apportés par cette campagne de dépistage ont pu être rappelés. Cette visite a permis aussi de prendre note des modalités d'organisation qui semblaient les plus acceptables par les populations.

Un courrier d'information a été distribué en juin 2004 aux parents d'élèves par les médecins de l'Éducation nationale, avec une convocation au CMS et une autorisation de prélèvement à remplir. Un courrier de la mairie a également été remis dans les boîtes aux lettres des habitants de la cité de la Poudrette.

En parallèle, les médecins libéraux de la ville des Pavillons-sous-Bois ont également reçu une lettre d'information sur la campagne menée afin de pouvoir répondre aux interrogations de leurs patients, ainsi qu'un rappel général sur le saturnisme et sa prise en charge.

2.1.5 Transmission des résultats individuels

Le laboratoire de biologie envoyait les résultats du dosage au médecin du CMS, responsable de la campagne de dépistage. Les résultats supérieurs à 100 µg/l devaient lui être communiqués au fur et à mesure par téléphone et par fax.

Le médecin du CMS en reportait le résultat sur le questionnaire d'enquête et finalisait la fiche de surveillance des plombémies. Il adressait un courrier à la famille et au médecin traitant afin de les informer du résultat et de la conduite à tenir le cas échéant. Enfin, il assurait l'anonymisation des questionnaires d'enquête et envoyait ce document avec la fiche de surveillance des plombémies au médecin inspecteur de santé publique de la Ddass de Seine-Saint-Denis. Seul le médecin coordonnateur du programme disposait de la table des correspondances entre l'identité du sujet et son numéro d'identifiant.

2.1.6 Procédure Cnil

Les délais très courts (un mois) entre l'annonce et la mise en œuvre de la campagne de dépistage ont rendu difficile l'instruction de la demande d'autorisation auprès de la Cnil, y compris selon la procédure accélérée. Dans les délais impartis, et après contact avec le Département santé environnement de l'InVS, il a été cependant possible de communiquer à la Cnil les éléments suivants :

- le cahier des charges du programme de dépistage ;
- les divers documents produits à cet effet (questionnaire, feuillet d'anonymisation, autorisation de prélèvement) ;
- les circuits de la transmission et de restitution des résultats ;
- les modalités de confidentialité des données ;
- les bénéfices individuels et collectifs du dépistage et de l'étude des facteurs d'exposition.

Ces éléments n'ont pas fait l'objet ultérieurement de remarque par la Cnil.

2.2 L'ÉTUDE DES FACTEURS D'EXPOSITION AU PLOMB

L'étude transversale mise en place par la Cire Île-de-France avait pour objectif d'étudier les relations entre les caractéristiques individuelles, les comportements et les facteurs d'exposition au plomb et la plombémie des enfants résidents, scolarisés ou gardés sur le quartier de La Poudrette.

2.2.1 Population d'étude

Ont été incluses dans l'étude toutes les personnes âgées de moins de 18 ans, ayant bénéficié d'un dosage de la plombémie.

2.2.2 Recueil des informations

Le questionnaire (annexe 5) a été rempli en face à face par le personnel de l'Éducation nationale ou du CMS lors de l'entretien qui a précédé le prélèvement biologique. La carte du quartier était présentée également lors de l'entretien. Le questionnaire comportait les renseignements suivants :

- les caractéristiques de l'enfant :
 - date de naissance,
 - sexe,
 - nombre d'enfants dans la fratrie,
 - comportement (portage d'objets ou des mains à sa bouche),
 - pratique de lavage des mains avant le repas ;
- la résidence de l'enfant :
 - résidence sur le quartier de la Poudrette,
 - différents lieux de résidence sur le quartier de la Poudrette,
 - ancienneté sur le quartier,
 - existence d'un jardin dans l'une ou l'autre des résidences sur le quartier ;
- la scolarité de l'enfant :
 - scolarisation à l'école Louise Michel,
 - date de scolarisation,
 - classe (maternelle ou primaire),
 - nombre de demi-journées de présence à l'école, pour les élèves en maternelle,
 - garde à domicile sur le quartier de la Poudrette ;
- les loisirs :
 - jeux en extérieur sur le quartier de la Poudrette,
 - localisation des principaux lieux de jeux sur une carte,
 - temps passé dehors sur le site en hiver et en été (différenciation "en semaine" et "mercredi, week-end, jours fériés et vacances") ;
- l'alimentation :
 - proportion de la consommation de fruits et légumes auto-produits sur la totalité des fruits et légumes consommés (avec différenciation entre hiver et été),
 - proportion de la consommation de volailles et œufs auto-produits sur la totalité volailles et œufs consommés (avec différenciation entre hiver et été),
 - utilisation d'eau du robinet ou d'un puits privé,
 - proportion de la consommation d'eau embouteillée vis-à-vis de l'eau du robinet.

Le médecin du CMS complétait le questionnaire avec le résultat de la plombémie en $\mu\text{g/L}$ à la réception des résultats des analyses.

Les questionnaires anonymisés ont été envoyés entre début juillet et le 20 septembre 2004 à la Cire Île-de-France, qui les a saisis sous le logiciel Epi Info (version 6.04 Fr).

2.2.3 Génération de variables d'exposition

Le questionnaire permettait de quantifier le temps passé à jouer à l'extérieur en différenciant le temps passé un jour d'école (lundi, mardi, jeudi, vendredi) et le temps passé le mercredi ou un jour de week-end en distinguant les semaines d'été et les semaines d'hiver. Une "durée hebdomadaire moyenne de jeux à l'extérieur" a été construite en pondérant par 4 le temps passé à jouer un lundi, mardi, jeudi et vendredi, et par 3 le temps passé un mercredi et un jour de WE puis en divisant le temps total par sept. Pour chaque enfant, deux moyennes ont été ainsi calculées, la première correspondant aux semaines d'hiver, la seconde aux semaines d'été.

Les deux variables "résidence sur le quartier" et "existence d'un jardin dans la résidence sur le quartier" ont été catégorisées en une seule variable "résidence X jardin" comportant trois modalités : les non-résidents, les résidents avec jardin privatif et les résidents sans jardin privatif.

2.2.4 Analyses statistiques

Les techniques analytiques utilisées par le laboratoire pour le dosage du plomb ne permettaient pas de quantifier la présence de plomb dans le sang pour des valeurs inférieures à $5 \mu\text{g/L}$, valeur de quantification (LOQ) de la technique analytique. Les valeurs de plombémies inférieures à LOQ sont donc toutes considérées par le laboratoire comme des valeurs "inférieures à $5 \mu\text{g/L}$ ". Dans la littérature statistique, ce type de données est dit "données censurées à gauche".

Analyse descriptive des plombémies

Parmi les méthodes décrites pour l'estimation de la moyenne et de la variance de données censurées à gauche [14,15] les méthodes suivantes ont été retenues :

- soit parce qu'elles sont très fréquemment utilisées : **la substitution simple des valeurs censurées par LOQ ou par une fraction de cette valeur ($LOQ/2$)**.

La substitution par LOQ entraîne une surestimation de la moyenne et une sous-estimation de la variance. L'Agence pour la protection de l'environnement aux États-Unis (Environmental Protection Agency) déconseille l'utilisation de la substitution simple lorsque le pourcentage de données censurées dépasse 15 % [14];

- soit parce que la méthode est dite robuste : **méthode d'imputation simple**.

Les données censurées à gauche sont remplacées par des valeurs extrapolées à partir de la distribution ajustée des plombémies (par exemple, distribution log-normale). Cette distribution est estimée à partir des valeurs supérieures à la LOQ et est utilisée uniquement pour imputer les valeurs censurées ; les valeurs au dessus de la LOQ sont utilisées telles qu'elles [15]. Cette méthode est dite robuste car elle est peu sensible aux écarts de la "vraie" distribution à la distribution estimée et fournit des estimations non biaisées même

lorsque le pourcentage de données censurées atteint 60-70 % [14]. Elle ne prend cependant pas en compte l'incertitude sur les valeurs imputées, ce que permet la méthode d'imputation multiple.

La méthode d'imputation multiple n'a pas été retenue car elle demande, à l'heure actuelle, des adaptations par rapport aux méthodes implémentées dans les principaux logiciels de traitements statistiques pour pouvoir être appliquée aux données censurées à gauche.

Analyse des facteurs de risque de plombémie

Parmi les méthodes proposées pour l'analyse des facteurs de risque de données censurées à gauche [16] le choix s'est porté sur des méthodes permettant de prendre en compte l'ensemble des données, donnant des estimations sans biais, implémentées dans les principaux logiciels statistiques et ne nécessitant pas d'adaptation particulière pour les données censurées à gauche [17].

Deux méthodes, préconisées lorsque le pourcentage de données censurées est compris entre 20 et 50 % [15] ont été retenues :

- **la régression logistique** : les dosages sont classés en deux catégories en fonction d'un seuil donné et l'on recherche les facteurs de risque influençant la probabilité d'être dans l'une des catégories. Dans cette étude nous avons choisi un seuil égal au 90^e percentile (P90). Ce seuil permet d'identifier les valeurs de plombémie les plus "élevées" tout en garantissant, compte tenu de la taille de la population d'étude, un effectif suffisant d'enfants dans cette catégorie ;
- **la régression Tobit** (méthode paramétrique supposant la normalité de la distribution de la variable à expliquer et l'égalité des variances dans les groupes à comparer) appliquée aux dosages de plombémie. La distribution des plombémies pouvant être approchée par une distribution log-normale nous avons appliqué préalablement une transformation logarithmique pour normaliser ces données. On recherche alors, par cette méthode, les facteurs de risque pouvant influencer la plombémie moyenne.

Les analyses univariées ont été réalisées au risque de 5 % à l'aide :

- **du test du Chi2, ou du test exact de Fisher** lorsque les conditions d'application du test du Chi2 n'étaient pas vérifiées (au moins un effectif théorique inférieur à 5), pour la variable plombémie en deux classes (comparaison de deux % observés). Le test non paramétrique de Cuzick a permis d'étudier la tendance de la plombémie en deux classes en fonction de l'âge ;
- **de la régression Tobit** pour les logarithmes des dosages individuels de plombémie (modèle de régression univarié) ;
- **du test de Student** pour la comparaison de deux moyennes pour des variables autres que la plombémie. Ce test a par exemple été utilisé pour comparer des durées moyennes de temps passé à jouer.

Les variables pour lesquelles était concerné un nombre trop faible de sujets n'ont pas été retenues pour l'étude des relations brutes avec la plombémie.

Le test de la linéarité de la relation entre l'âge et la plombémie en deux classes a été réalisé en comparant, à l'aide du rapport des vraisemblances, un modèle de régression logistique incluant l'âge en cinq classes (< 4 ans ; [4,6[; [6,8[; [8,10[et ≥ 10 ans) considéré comme quatre variables codées en 0 ou 1, et un modèle de régression logistique incluant l'âge en cinq classes dans lequel l'âge est considéré comme une variable quantitative.

Les analyses multivariées ont respectivement été réalisées par régression logistique et par régression Tobit pas à pas descendante. Ont été inclus dans ces analyses, les facteurs liés en analyse univariée à la plombémie avec un degré de signification inférieur ou égal à 20 %. Les interactions entre variables du questionnaire n'ont pas été testées car aucune n'avait été précédemment décrite dans la littérature.

À partir du modèle initial comprenant l'ensemble des variables, les variables ont pu être exclues ou incluses selon les règles suivantes :

- seuil de 10 % pour l'exclusion d'une variable ;
- seuil de 5 % pour l'inclusion d'une variable.

À partir du modèle complet, les variables sont éliminées une par une au cours d'étapes successives. À chaque étape, le modèle de l'étape précédente est comparé aux modèles obtenus après élimination de chacune des variables prises une par une. La variable éliminée du modèle à cette étape sera celle pour laquelle le degré de signification de la comparaison des modèles sera le plus grand et sera supérieur à 10 % (seuil d'exclusion). Une variable éliminée peut être réintroduite au cours d'une étape ultérieure. Le seuil retenu pour la comparaison des modèles est alors de 5 % pour l'inclusion de la variable dans le modèle.

Le modèle final a donc inclus l'ensemble des variables liées à la plombémie au seuil de signification de 10 %.

Pour éviter dans une même analyse la présence de variables très corrélées entre elles entraînant de trop faibles effectifs pour des modalités combinées de variables, certains facteurs n'ont pas été inclus dans l'analyse multivariée.

Les analyses ont été réalisées par la Cire Île-de-France à l'aide du logiciel Stata (version 9).

2.3 ENQUÊTES ENVIRONNEMENTALES

En application de l'article L.1334-1 du Code de la santé publique, la Ddass doit réaliser une enquête environnementale autour des cas dont la plombémie est supérieure à 100 µg/l. Cependant, dans le cadre de cette campagne, le comité scientifique a recommandé la réalisation de l'enquête environnementale pour tout enfant présentant une plombémie supérieure à 50 µg/l, valeur proche de la médiane des plombémies enregistrées de 1995 à 2002 au primo-dépistage en France (45 µg/l) [10].

L'enquête réalisée par le Service santé environnement de la Ddass de Seine-Saint-Denis grâce à une visite au domicile et par questionnaire (annexe 6) a visé à identifier toutes les sources de plomb auxquelles les enfants pouvaient être exposés autres que les sols. Une entreprise spécialisée (Arcalia) est également venue réaliser des mesures de plomb dans les peintures. Enfin la Ddass a fait réaliser un contrôle de la qualité de l'eau distribuée par le réseau d'eau potable vis-à-vis du plomb, dans l'école et chez trois particuliers vivant dans la cité (deux résidents de l'immeuble collectif, une résidente en pavillon). Deux types de prélèvements ont été réalisés, le premier correspondant au premier jet, le deuxième après au moins 30 min de stagnation dans le réseau. Un recensement des canalisations au plomb a été demandé à la compagnie générale des eaux en août 2004.

Les résultats de ces enquêtes n'ont pas fait l'objet d'une saisie informatique.

3. Résultats

3.1 PARTICIPATION DE LA POPULATION

La campagne de dépistage a été réalisée du 21 au 29 juin 2004 pour les élèves du groupe scolaire, et s'est poursuivie pendant les mois de juillet et août 2004 pour les autres personnes (notamment les résidents de la cité).

À l'issue de la campagne de dépistage, et après saisie et vérification de la base de données, il apparaît que 204 enfants et 27 adultes ont bénéficié du dépistage. Les questionnaires ont été renseignés pour la totalité d'entre eux.

Parmi les enfants dépistés, 177 étaient scolarisés à l'école Louise Michel, ce qui porte la participation des écoliers (n=245) à hauteur de 72 %. Le taux de participation des enfants résidents dans la Cité de la Poudrette est du même ordre de grandeur (78 enfants dépistés sur une centaine d'enfants estimée [7 ter]).

Les résultats du dépistage sont présentés pour les personnes âgées de moins de 18 ans, résidentes, scolarisées ou gardées sur le quartier de la Poudrette. Ne sont pas représentées les plombémies concernant trois enfants qui n'étaient ni résidents (même temporaires) ni scolarisés sur le site, ni celle des personnes de 18 ans ou plus, toutes largement inférieures à 100 µg/l.

L'analyse porte donc sur une population de 201 enfants et adolescents de moins de 18 ans.

3.2 CARACTÉRISTIQUES DE LA POPULATION ÉTUDIÉE

Le tableau 1 décrit les caractéristiques individuelles, les comportements et les facteurs d'exposition liés au quartier de la Poudrette et à l'alimentation des 201 enfants inclus dans l'analyse.

TABLEAU 1		DESCRIPTION DES CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES, DES COMPORTEMENTS ET DES FACTEURS D'EXPOSITION LIÉS AU QUARTIER DE LA POUURETTE ET À L'ALIMENTATION DES 201 ENFANTS INCLUS DANS L'ÉTUDE
		% (effectif)
Sexe	Masculin	50,8 % (100)
	Féminin	49,2 % (97)
	X	4
Âge (années)	Moyenne ± écart type	7,4 ± 3,0
	Minimum – maximum	1,3 - 17,1
	<2	2,5 % (5)
	[2;4[	7,5 % (15)
	[4;6[	27,9 % (56)
	[6;8[	19,4 % (39)
	[8;10[	16,9 % (34)
	10 et +	25,9 % (52)
	X	0
Taille de la fratrie	1	10,5 % (19)
	2	30,4 % (55)
	3	20,4 % (37)
	4	17,1 % (31)
	≥5	21,5 % (39)
	X	20
Porter les mains à la bouche	Oui	47,0 % (94)
	X	1
Se laver les mains avant les repas	Presque toujours	68,2 % (135)
	X	3

X: nombre d'informations manquantes.

TABLEAU 1

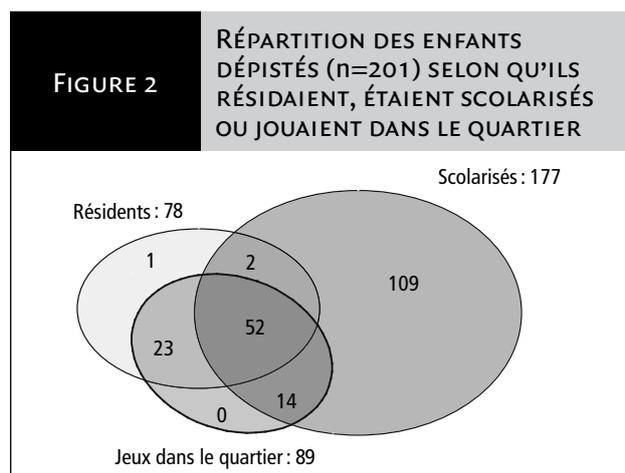
DESCRIPTION DES CARACTÉRISTIQUES INDIVIDUELLES, DES COMPORTEMENTS
ET DES FACTEURS D'EXPOSITION LIÉS AU QUARTIER DE LA POUDRETTE ET À L'ALIMENTATION
DES 201 ENFANTS INCLUS DANS L'ÉTUDE (SUITE)

	% (effectif)
Résidence passée ou actuelle sur le site	
Oui	38,8 % (78)
X	0
Pour les résidents, durée de résidence (années)	n=78
Moyenne ± écart type	6,5 ± 3,3
Minimum – maximum	1,2 - 16,2
≥6 ans	50,6 % (39)
X	1
Pour les résidents, présence d'un jardin privatif dans l'une ou l'autre des résidences	n=78
Oui	68 % (52)
X	2
Scolarisation sur le site	
Oui	88 % (177)
X	0
Parmi les enfants scolarisés	n=177
Maternelle	44,6 % (79)
Primaire	55,4 % (98)
X	0
Parmi les enfants scolarisés, durée de scolarisation (années)	n=177
Moyenne ± écart type	3,6 ± 2,4
Minimum – maximum	0,4 - 9,8
≥3 ans	48,0 % (85)
X	0
Garderie sur le site	
Oui	6,4 % (13)
X	0
Jeux sur le site	
Oui	44 % (89)
X	0
Fréquence de jeu en été chez les enfants jouant sur le site (heures/semaine)	n=89
Moyenne ± écart type	3,6 ± 1,6
Minimum – maximum	0,5 - 6,0
X	0
Fréquence de jeu en hiver chez les enfants jouant sur le site (heures/semaine)	n=89
Moyenne ± écart type	1,3 ± 1,0
Minimum – maximum	0,5 - 6,0
X	0
Consommation de légumes et de fruits produits sur le site	
Oui	4,0 % (8)
X	0
Consommation d'œufs ou de volailles produits sur le site	
Oui	0,0 % (0)
X	0
Origine de l'eau consommée	
Eau en bouteille exclusivement	32,0 % (64)
Eau du robinet avec ou sans eau en bouteille	68,0 % (136)
X	1

X: nombre d'informations manquantes.

La consommation de légumes, fruits, œufs ou volailles produits sur le site concernait de faibles effectifs. Ces facteurs n'ont donc pas été étudiés par la suite.

La figure 2 indique la répartition des enfants (n=201) selon qu'ils résidaient, étaient scolarisés ou jouaient dans le quartier.

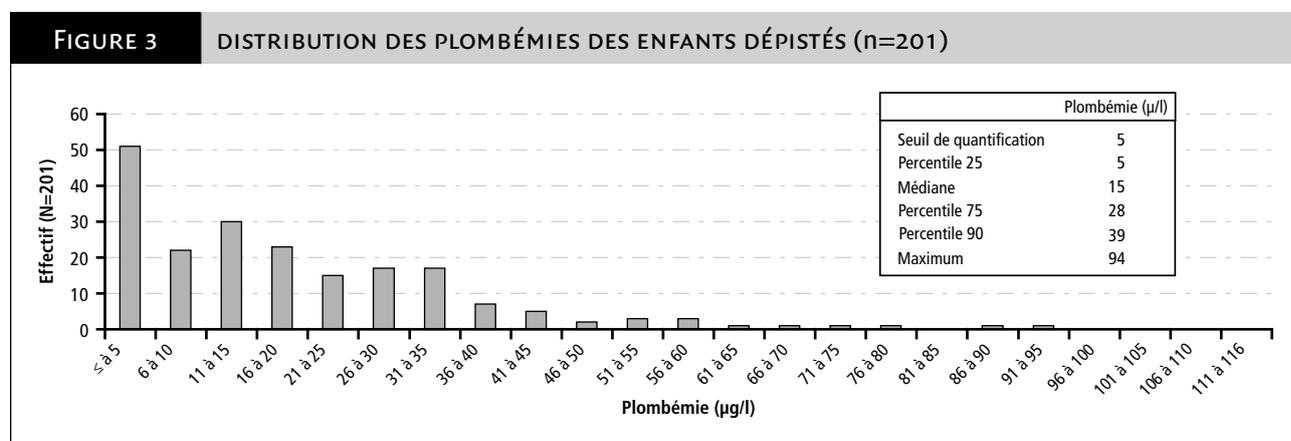


Au total, un quart des enfants dépistés (54 sur 201) était à la fois résident de la Cité et scolarisé dans le groupe scolaire Louise Michel.

Les enfants gardés temporairement sur le quartier (n=13) étaient tous soit déjà scolarisés, soit résidents sur la Cité actuellement ou par le passé. La variable n'a pas été retenue dans les analyses ultérieures, car il n'était donc pas possible d'identifier un groupe d'enfants uniquement gardés dans le quartier.

3.3 DISTRIBUTION DES PLOMBÉMIES SUR L'ENSEMBLE DE LA POPULATION

La distribution des plombémies est représentée par la figure 3. Cette distribution est asymétrique et peut être approchée par une distribution log-normale. Le calcul de la moyenne géométrique est donc plus approprié pour éviter l'influence des plombémies extrêmes. On note que 25 % des données (n=51) sont censurées à gauche.



Le tableau 2 présente les moyennes arithmétique et géométrique et l'écart-type arithmétique selon les deux méthodes de prise en compte des données censurées à gauche (substitution et imputation simple).

TABEAU 2 MOYENNES ET VARIANCES ESTIMÉES DE LA PLOMBÉMIE EN FONCTION DE LA MÉTHODE DE PRISE EN COMPTE DES DONNÉES CENSURÉES (n=201 ENFANTS)

	Moyenne arithmétique	Écart-type arithmétique	Moyenne géométrique
Substitution par LOQ	19,9 µg/l	16,73 µg/l	14,4 µg/l
Substitution par $LOQ/\sqrt{2}$	19,5 µg/l	17,07 µg/l	13,2 µg/l
Imputation simple	20,0 µg/l	16,66 µg/l	14,4 µg/l

Il ressort des résultats du dépistage les points suivants :

- aucun enfant ne présentait une plombémie supérieure au seuil de 100 µg/l définissant le cas de saturnisme infantile ;
- 51 dosages étaient en dessous du seuil de quantification analytique (LOQ), soit 25 % de données censurées à gauche ;
- la valeur médiane était à 15 µg/l ;
- le 90° percentile (P90), valeur de plombémie au dessus de laquelle se situe 10 % de l'effectif d'enfants dépistés, était de 39 µg/l ;

- 12 enfants (6 %) présentaient une plombémie comprise entre 50 et 100 µg/l ;
- les moyennes et écart-types de plombémie différaient très peu en fonction de la méthode de prise en compte des données censurées ;
- la méthode d'imputation simple étant la plus robuste des trois, on retient une moyenne géométrique de plombémie de 14,4 µg/l.

3.4 RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIÉS À UNE PLOMBÉMIE SUPÉRIEURE AU 90^E PERCENTILE (P90)

Selon la distribution des plombémies, le 90^e percentile (P90) est égal à 39 µg/l.

3.4.1 Résultats des analyses univariées

Relation "âge" et "plombémie supérieure à 39 µg/l"

Le pourcentage de plombémies supérieures à 39 µg/l tend à diminuer avec l'âge (tableau 3) mais la tendance n'est pas statistiquement significative. Le test de la linéarité de la relation entre la plombémie en deux classes et l'âge ne permet pas de rejeter l'hypothèse de linéarité de la relation. Dans les analyses multivariées, l'âge en année sera considéré comme une variable quantitative.

TABLEAU 3	POURCENTAGE D'ENFANTS PRÉSENTANT UNE PLOMBÉMIE SUPÉRIEURE À 39 µG/L EN FONCTION DE L'ÂGE			
	< 4 ans	[4;6[	≥ 6 ans	p
Effectifs	20	56	125	
Plombémie supérieure à 39 µg/l	20,0 %	10,7 %	8,0 %	0,24 tendance: 0,15

Relation entre "plombémie supérieure à 39 µg/l" et les autres facteurs

Le tableau 4 donne les pourcentages d'enfants qui ont présenté une plombémie supérieure à 39 µg/l en fonction des caractéristiques, comportements et facteurs d'exposition au plomb relevés dans le questionnaire. Dans la dernière colonne figure le résultat du test de comparaison.

TABLEAU 4	RELATION UNIVARIÉE ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES, COMPORTEMENTS ET FACTEURS D'EXPOSITION AU PLOMB DES ENFANTS ET LA PLOMBÉMIE RÉPARTIE EN DEUX CLASSES (≤ 39 µG/L; > 39 µG/L)		
	Effectif	% enfants présentant une plombémie > 39 µg/l (nombre)	p
Sexe			
Masculin	100	10,0 % (10)	0,94
Féminin	97	10,3 % (10)	
X	4		
Taille de la fratrie			
1 à 2	74	4,1 % (3)	0,03
3	37	10,8 % (4)	
≥ 4	70	17,1 % (12)	
X	20		
Porter les mains à la bouche			
Non	106	12,3 % (13)	0,26
Oui	94	7,5 % (7)	
X	1		
Se laver les mains avant les repas			
Jamais à souvent	63	9,5 % (6)	0,85
Presque toujours	135	10,4 % (14)	
X	3		
Résidence sur le quartier			
Non	123	4,1 % (5)	<0,0001
Oui	78	19,2 % (15)	
X	0		
Durée de résidence parmi les résidents			
< 5 ans	29	17,2 % (5)	0,77
≥ 5 ans	48	20,8 % (10)	
X	1		

X: nombre de données manquantes.

TABLEAU 4

RELATION UNIVARIÉE ENTRE LES CARACTÉRISTIQUES, COMPORTEMENTS ET FACTEURS D'EXPOSITION AU PLOMB DES ENFANTS ET LA PLOMBÉMIE RÉPARTIE EN DEUX CLASSES ($\leq 39 \mu\text{G/L}$; $> 39 \mu\text{G/L}$) (SUITE)

	Effectif	% enfants présentant une plombémie $> 39 \mu\text{g/l}$ (nombre)	p
Pour les résidents, existence d'un jardin privatif	78		
Non	24	33,3 % (8)	0,06
Oui	52	13,5 % (7)	
X	2		
Résidence X jardin			
Non-résident	123	4,1 % (5)	$<0,0001$
Résident sans jardin	24	33,3 % (8)	
Résident avec jardin	52	13,5 % (7)	
X	2		
Scolarité sur le quartier			
Non	24	12,5 % (3)	0,71
Oui	177	9,6 % (17)	
X	0		
Parmi les scolarisés	177		
Durée < 3 ans	92	10,9 % (10)	0,55
Durée ≥ 3 ans	85	8,2 % (7)	
X	0		
Parmi les scolarisés			
Maternelle	79	11,4 % (9)	0,47
Primaire	98	8,2 % (8)	
X	0		
Jeux sur le site			
Non	112	3,6 % (4)	0,001
Oui	89	18,0 % (16)	
X	0		
Temps passé à jouer l'été sur le site (heures/semaine)			
Ne joue pas	112	3,6 % (4)	$<0,0001$
< 3 heures	40	10,0 % (4)	
≥ 3 heures	49	24,5 % (12)	
X	0		
Temps passé à jouer l'hiver sur le site (heures/semaine)			
Ne joue pas	112	3,6 % (4)	$<0,0001$
< 1 heure	40	10,0 % (4)	
≥ 1 heure	49	24,5 % (12)	
X	0		
Consommation d'eau du robinet			
Non	64	1,6 % (1)	0,006
Oui	136	14,0 % (19)	
X	1		

X: nombre de données manquantes.

La plombémie est significativement liée à :

- la taille de la fratrie : la proportion d'enfants présentant une plombémie supérieure à $39 \mu\text{g/l}$ augmente avec la taille de la fratrie ($p=0,03$);
- le fait de résider, ou d'avoir résidé, sur le site : la proportion d'enfants présentant une plombémie supérieure à $39 \mu\text{g/l}$ est plus élevée parmi les résidents que parmi les non-résidents ($p<0,0001$). La proportion de plombémies supérieures à $39 \mu\text{g/l}$ est plus élevée chez les enfants ne possédant pas de jardin privatif par rapport à ceux en possédant un ($p=0,06$);
- le fait de jouer à l'extérieur sur le site : la proportion d'enfants présentant une plombémie supérieure à $39 \mu\text{g/l}$ est plus élevée

parmi les enfants jouant sur les pelouses ou dans les jardins privés du quartier que parmi les enfants n'y jouant pas ($p=0,001$). Cette proportion augmente également avec le temps passé chaque semaine, été comme hiver, à jouer sur ces espaces verts ($p<0,0001$);

- la consommation d'eau du robinet exclusivement ou en partie : la proportion d'enfants présentant une plombémie supérieure à $39 \mu\text{g/l}$ est plus élevée parmi les enfants buvant de l'eau du robinet que parmi les enfants buvant exclusivement de l'eau embouteillée ($p=0,006$).

Cette première analyse nous a permis d'identifier les facteurs significativement liés à la plombémie mais elle ne permet pas de mesurer l'effet propre de ces facteurs. Par exemple la relation constatée entre les plombémies "les plus élevées" et la consommation d'eau du robinet pourrait être le reflet d'une plus grande proportion de consommateurs d'eau du robinet parmi les résidents de la cité, comparativement aux non-résidents.

Aussi, les analyses multivariées présentées au paragraphe suivant ont visé à tester si les relations mises en évidence entre la plombémie et certaines variables explicatives persistaient, une fois prise en compte l'influence des autres variables.

3.4.2 Résultats de l'analyse multivariée

Sélection des variables à inclure dans l'analyse

Les variables "résidence sur le site" ou "résidence avec présence ou non d'un jardin" d'une part, et "jeux sur le site", "nombre hebdomadaire d'heures de jeux en été" ou "nombre hebdomadaire d'heures de jeux en hiver" d'autre part, sont fortement corrélées et n'ont pas pu être incluses dans la même analyse.

Deux modèles initiaux ont été construits, incluant les variables suivantes liées à la plombémie avec une probabilité $p < 0,20$:

- modèle initial n°1 :
 - l'âge en années,

- résidence sur le site avec présence ou non d'un jardin (non-résident, résident sans jardin, résident avec jardin),
- la taille de la fratrie en trois classes (1-2, 3, ≥ 4),
- la consommation d'eau du robinet (non, oui);

- modèle initial n° 2 :

- l'âge en années,
- le temps (nb d'heures/semaine) passé à jouer l'été sur le site (non, < 3 , ≥ 3),
- la taille de la fratrie en trois classes (1-2, 3, ≥ 4),
- la consommation d'eau du robinet (non, oui).

Résultats du modèle n°1 de régression

Le modèle final porte sur 178 personnes (tableau 5):

- indépendamment de la consommation d'eau du robinet, les enfants résidant dans le quartier présentaient plus souvent que les non-résidents une plombémie supérieure à 39 $\mu\text{g/l}$ et ce, qu'ils aient bénéficié ou non d'un jardin privatif. L'odds ratio (OR) associé à l'absence de jardin privatif chez les résidents est presque trois fois plus élevé que l'OR associé à la présence de jardin privatif mais la différence est non significative ($p=0,11$);
- indépendamment du fait de résider dans le quartier, les enfants qui consommaient l'eau du robinet ont plus souvent présenté une plombémie supérieure à 39 $\mu\text{g/l}$ (au seuil de 10 %) que ceux qui consommaient exclusivement de l'eau embouteillée;
- on ne met plus en évidence un effet de la taille de la fratrie après prise en compte des autres variables.

TABLEAU 5	MODÈLE 1 : ANALYSE MULTIVARIÉE DES FACTEURS DE RISQUE DE LA PLOMBÉMIE SUPÉRIEURE À 39 $\mu\text{G/L}$				
	Modèle initial 1 (n=178)		Modèle final (n=178)		
	OR [#]	p	OR	IC ^{##} (95 %)	p
Âge (années)	0,88	0,18	-	-	-
Taille de la fratrie					
1-2	1		-	-	-
3	1,47	0,67			
≥ 4	2,18	0,32			
Résidence X jardin					
Non	1		1		
Oui, sans jardin	6,33	0,02	9,81	[2,56-37,60]	0,001
Oui, avec jardin	3,09	0,10	3,74	[1,02-13,75]	0,05
Eau du robinet					
Non	1		1		
Oui	5,45	0,12	6,08	[0,76-48,79]	0,09

[#] Odds ratio.

^{##} Intervalle de confiance.

Résultats du modèle n°2 de régression

TABLEAU 6	MODÈLE 2 : ANALYSE MULTIVARIÉE DES FACTEURS DE RISQUE DE LA PLOMBÉMIE SUPÉRIEURE À 39 µG/L					
	Modèle initial (n=180)			Modèle final (n=180)		
	OR [#]	p	OR	IC ^{##} (95%)	p	
Âge (années)	0,89	0,22	-	-	-	
Taille de la fratrie						
1-2	1		-	-	-	
3	1,86	0,48				
≥4	2,10	0,35				
Durée de jeu en été						
Pas de jeu	1		1			
<3h/ semaine	2,20	0,36	3,05	[0,63-14,68]	0,16	
≥3h/ semaine	5,36	0,03	8,01	[2,09-30,64]	0,002	
Eau du robinet						
Non	1		1			
oui	6,16	0,09	6,85	[0,86-54,49]	0,07	

[#] Odds ratio.

^{##} Intervalle de confiance.

Le modèle final porte sur 180 enfants :

- indépendamment de la consommation d'eau du robinet, le risque pour les enfants de présenter une plombémie supérieure à 39 µg/l augmente avec la durée de jeu à l'extérieur en été sur le site ;
- indépendamment du temps passé à jouer à l'extérieur sur le site, les enfants qui consommaient l'eau du robinet ont plus souvent une plombémie supérieure à 39 µg/l (au seuil de 10%) que ceux qui consommaient exclusivement de l'eau embouteillée ;
- on ne met plus en évidence un effet de la taille de la fratrie sur la plombémie, après prise en compte des autres variables.

Conclusion sur les facteurs associés aux plombémies supérieures au 90^e percentile

Les analyses multivariées ont mis en évidence, chez les enfants, deux facteurs augmentant le risque de présenter une plombémie supérieure à 39 µg/l :

- **le fait de résider dans le quartier** : les enfants résidant dans le quartier présentaient significativement plus souvent une plombémie supérieure à 39 µg/l que les non-résidents ;
- **le temps passé à jouer à l'extérieur sur le site** : plus le temps passé à jouer sur le site en été était important, plus le risque de présenter une plombémie "élevée" était important.

Indépendamment des deux facteurs pré-cités, un troisième facteur était à la limite de la significativité :

- le fait de consommer, partiellement ou exclusivement, de l'eau du robinet : les enfants qui consomment l'eau du robinet ont présenté

plus souvent une plombémie supérieure à 39 µg/l (au seuil de 10%) que ceux qui ne consomment que de l'eau embouteillée.

La relation initialement mise en évidence par les analyses univariées entre la taille de la fratrie et la plombémie disparaît après prise en compte des autres variables, ce qui peut suggérer que cette relation était le reflet du temps passé à jouer dehors, possiblement plus important pour les grandes fratries du fait de l'exiguïté dans le logement.

Les deux modèles de régression satisfont les critères de convergence. L'étendue importante des intervalles de confiance des OR traduit une grande imprécision dans leur estimation. Cette imprécision peut s'expliquer par le faible nombre d'enfants présentant une plombémie supérieure à 39 µg/l pour les différentes modalités des variables.

3.5 RECHERCHE DES FACTEURS ASSOCIÉS À LA PLOMBÉMIE MOYENNE

3.5.1 Résultats de l'analyse univariée

Plombémie moyenne et âge

Le tableau 7 donne les coefficients de régression Tobit ainsi que le pourcentage de valeurs inférieures à la LOQ en fonction de la répartition des enfants par classe d'âge.

TABLEAU 7	PLOMBÉMIE MOYENNE PAR CLASSE D'ÂGE ET % DE VALEURS < LOQ					
	< 4 ans	[4;6] ans	[6;8] ans	[8;10] ans	≥ 10 ans	p
Effectifs	20	56	39	34	52	
Coefficient*	0	0,066	0,217	0,081	-0,223	0,38
% de valeurs inférieures au seuil de détection	30,0	23,2	20,5	23,5	30,8	0,79

* Régression Tobit.

La relation entre l'âge et la plombémie moyenne n'est pas linéaire. En particulier la plombémie n'est pas plus élevée dans la classe d'âge réputée plus sensible vis-à-vis du plomb du fait de facteurs comportementaux (< 4 ans) : le coefficient Tobit pour cette classe d'âge est en effet inférieur aux coefficients des trois classes d'âge suivantes. On observe une baisse de la plombémie chez les enfants de plus de 10 ans (coefficient Tobit négatif).

Plombémie moyenne en fonction des autres facteurs

Le tableau suivant décrit les relations existant entre la plombémie moyenne et les caractéristiques, comportements et facteurs d'exposition au plomb relevés dans le questionnaire, en donnant les coefficients de régression Tobit, leur écart-type et leur degré de signification. Le degré de signification global de chaque variable est également précisé.

TABEAU 8		RELATION UNIVARIÉE ENTRE LA PLOMBÉMIE MOYENNE ET LES CARACTÉRISTIQUES, COMPORTEMENTS ET FACTEURS D'EXPOSITION AU PLOMB DES ENFANTS				
	Effectifs	Coefficient estimé	Écart-type	p	p global	
Sexe	197					
Masculin	100	0				
Féminin	97	-0,01	0,153	0,95	0,95	
Âge	201					
< 6 ans	76	0				
[6-10[	73	0,105	0,174	0,55	
≥ 10 ans	52	-0,271	0,193	0,16	0,15	
Taille de la fratrie	181					
1-2	74	0				
3	37	0,422	0,214	0,05		
≥ 4	70	0,241	0,179	0,18	0,12	
Porter les mains à la bouche	200					
Non	106	0				
Oui	94	0,038	0,153	0,81	0,81	
Se laver les mains avant les repas	198					
Jamais à souvent	63	0				
Presque toujours	135	-0,144	0,165	0,38	0,38	
Résidence sur le quartier	201					
Non	123	0				
Oui	78	0,154	0,155	0,32	0,32	
Parmi les résidents durée de résidence	77					
< 5 ans	29	0				
≥ 5 ans	48	0,347	0,292	0,24	0,24	
Pour les résidents, existence d'un jardin privatif	78					
Non	24	0				
Oui	52	-0,556		0,07	0,07	
X	2					
Résidence X jardin	199					
Non résidence	123	0				
Résidence sans jardin	24	0,492	0,235	0,04		
Résidence avec jardin	52	-0,04	0,178	0,81	0,09	
Scolarité sur le quartier	201					
Non	24	0				
Oui	177	0,287	0,238	0,23	0,23	
Parmi les enfants scolarisés, durée de la scolarisation	177					
< 1 an	38					
[1;3[	54	-0,020	0,218	0,93	
[3;5[	40	-0,466	0,236	0,05	
≥ 5 ans	45	-0,109	0,228	0,63	0,15	
Parmi les enfants scolarisés	177					
Maternelle	79	0				
Primaire	98	-0,142	0,159	0,37	0,37	

TABLEAU 8		RELATION UNIVARIÉE ENTRE LA PLOMBÉMIE MOYENNE ET LES CARACTÉRISTIQUES, COMPORTEMENTS ET FACTEURS D'EXPOSITION AU PLOMB DES ENFANTS (SUITE)				
	Effectifs	Coefficient estimé	Écart-type	p	p global	
Jeux sur le site						
Oui	201					
Non	112	0				
Temps passé à jouer l'été (heure/semaine)						
Ne joue pas	112	0				
< 3 heures	40	0,178	0,197	0,37		
≥ 3 heures	49	0,121	0,185	0,51	0,61	
Temps passé à jouer l'hiver (heure/semaine)						
Ne joue pas	112					
< 1 heure	40	-0,002	0,198	0,99		
≥ 1 heure	49	0,266	0,183	0,15	0,32	
Consommation d'eau du robinet						
Non	64	0				
Oui	136	0,02	0,164	0,9	0,9	

La plombémie moyenne est significativement plus élevée chez les enfants résidents ne disposant pas de jardin privatif, comparativement aux enfants non-résidents ($p=0,04$). En limitant l'analyse aux résidents, la plombémie moyenne est également plus élevée chez les résidents ne disposant pas de jardin privatif, comparativement aux enfants résidents qui disposent d'un jardin (relation à la limite de la significativité $p=0,07$).

La plombémie moyenne est significativement plus élevée ($p=0,05$) pour les fratries qui comptent 3 enfants par rapport à celles qui comportent 1-2 enfants, mais cette relation n'est pas retrouvée pour les plus grandes fratries.

Enfin, la plombémie moyenne n'apparaît pas liée à la consommation d'eau du robinet : elle n'est pas plus élevée chez les enfants consommant de l'eau du robinet comparativement aux enfants consommant de l'eau en bouteille.

3.5.2 Résultats de l'analyse multivariée

Sélection des variables à inclure dans l'analyse

Les variables "âge" et "durée de la scolarisation" n'ont pu être incluses dans un même modèle du fait de leur trop forte corrélation, et l'âge a été retenu. La variable "résidence sur le site X présence d'un jardin" a été incluse dans le modèle pour pouvoir tenir compte de l'interaction décrite plus haut.

Un modèle initial a été construit, incluant les variables liées en univarié à la plombémie avec un $p < 0,20$:

- l'âge (<6 ans, [6-10[ans, ≥10 ans) ;
- la taille de la fratrie en trois classes (1-2, 3, ≥4) ;
- résidence sur le site X présence d'un jardin (non résidence ; résidence sans jardin ; résidence avec jardin).

Résultats

Le tableau suivant présente les résultats de l'analyse multivariée.

TABLEAU 9		ANALYSE MULTIVARIÉE DES FACTEURS DE RISQUE DE LA PLOMBÉMIE MOYENNE				
	Modèle initial (n=179)		Modèle final (n=179)			p global
	Coefficient	p	Coefficient	Écart-type	p	
Âge						
<6 ans	0					
[6;10[	0,07	0,70				
≥10 ans	-0,317	0,14	-	-	-	-
Taille de la fratrie						
1-2	0		-	-	-	-
3	0,338	0,12				
≥4	0,214	0,28				
Résidence et jardin						
Non-résidence	0		0			
Résidence sans jardin	0,425	0,09	0,546	0,242	0,03	
Résidence avec jardin	0,092	0,63	0,098	0,186	0,60	0,08

Le modèle final porte sur 179 personnes.

La plombémie moyenne des enfants résidant sur le site et ne disposant pas de jardin privatif est significativement plus élevée ($p=0,03$) que celle des enfants non résidents. Aucune relation n'est mise en évidence pour les enfants résidents possédant un jardin privatif. La relation entre plombémie moyenne et taille de la fratrie disparaît également.

Conclusion sur les facteurs associés à la plombémie moyenne

La plombémie moyenne des enfants résidents ne disposant pas de jardin privatif est significativement plus élevée ($p=0,03$) que celle des enfants non-résidents.

3.6 RÉSULTATS DES ENQUÊTES ENVIRONNEMENTALES

Douze enfants présentaient une plombémie comprise entre 50 et 100 $\mu\text{g/l}$. Au moment de l'enquête, neuf d'entre eux vivaient dans la cité. Parmi ces enfants tous ceux en âge d'être scolarisés l'étaient dans le groupe scolaire Louise Michel.

Une enquête environnementale a été réalisée au foyer de ces douze enfants afin de rechercher l'ensemble des sources d'exposition au plomb auxquelles ils pouvaient être soumis. Les résultats de ces enquêtes sont synthétisés dans le tableau 10. Les résidences accueillant ces enfants ont été diagnostiquées par la société Arcalia : toutes les recherches de plomb dans les peintures se sont révélées négatives. Aucun objet ou aucune pratique susceptible de mettre l'enfant en contact avec du plomb n'a été détecté dans les logements. En ce qui concerne le contrôle de l'eau distribuée par le réseau d'eau potable, les résultats des analyses réalisées dans l'école au niveau des lavabos et chez trois résidents étaient tous inférieurs à la limite de quantification du laboratoire ($<3 \mu\text{g/l}$). Les concentrations de plomb dans l'eau respectaient donc la limite de qualité actuelle fixée par la

Direction générale de la santé (25 $\mu\text{g/l}$) ainsi que la valeur recommandée par l'OMS pour tenir compte des individus les plus sensibles comme les nourrissons (10 $\mu\text{g/l}$). Selon la Générale des eaux sollicitée par la Ddass de Seine-Saint-Denis, il n'y avait pas de canalisations publiques en plomb au niveau de l'école Louise Michel ni au niveau de la cité, les seules canalisations publiques en plomb qui subsisteraient encore sur le quartier concerneraient des entreprises et entrepôts. Concernant les canalisations des parties privatives, l'ODHLM a précisé à la Ddass de Seine-Saint-Denis que les branchements d'eau individuels étaient en "PVC" (probablement PEHD) et devaient être remplacés à nouveau par du PVC en 2004. Enfin, aucun de ces enfants ne consommait de fruits et légumes produits dans les potagers recensés sur la zone.

Parmi les neuf enfants résidents sur la cité, quatre enfants âgés de 4 à 11 ans étaient issus d'une même fratrie. Leur mère a grandi à la cité de la Poudrette. Elle a témoigné de la difficulté de faire respecter l'interdiction d'accéder aux pelouses. La visite sur place par les enquêteurs de la Ddass de Seine-Saint-Denis durant l'été 2004 a confirmé également la présence d'enfants et d'adultes sur les pelouses malgré les barrières.

Au travers des témoignages, on notera la grande stabilité des familles dans ce quartier : pour huit enfants sur douze, la mère ou le père a également grandi dans la cité.

Enfin, pour deux enfants sur douze, le père occupait un emploi susceptible de l'exposer aux poussières chargées en éléments métalliques. Les mesures de prévention visant à protéger la famille, comme le changement de tenue après le travail et le lavage de la tenue de travail hors du domicile, semblaient être connues et respectées.

En conclusion, les enquêtes environnementales menées pour les douze enfants (6 %) ayant présenté une plombémie supérieure à 50 $\mu\text{g/l}$ n'ont pas mis en évidence de source d'exposition au plomb commune à tous ces enfants, hormis le jeu sur les pelouses ou dans les jardins de la cité qui persistaient pour certains enfants malgré la pose des barrières.

TABEAU 10 SYNTHÈSE DES ENQUÊTES ENVIRONNEMENTALES RÉALISÉES POUR LES 12 ENFANTS DONT LA PLOMBÉMIE ÉTAIT SUPÉRIEURE À 50 µg/L

Plombémie (µg/l)	Sexe	Âge (ans)	N° ID	Résidence actuelle	Durée de résidence	Jeux extérieurs sur les pelouses ?	Eau: RO=robinet, BO=bouteille	Autre
51	F	10	199	Pavillon avec jardin, Poudrette	5 ans (pavillon) + 5 ans (collectif)	"Très souvent"	Non renseigné	Fratrie de 6 enfants, tous les autres ayant plus de 14 ans. Parents résidents depuis 1979.
55	M	6	292	Hors secteur	---	"Jamais"	Non renseigné	Fratrie de 3 enfants et le seul enfant dépisté >50 µg/l.
55	F	2	256	Collectif, Poudrette	2 ans	"Souvent"	BO exclusivement	Fratrie de 5 enfants et la seule enfant dépistée >50 µg/l. Mère a grandi dans la cité. Profession du père potentiellement sensible.
56	F	5	168	Collectif, Poudrette	5 ans	"Souvent"	Non renseigné	Fratrie de 3 enfants et la seule enfant dépistée >50 µg/l. Mère vivant dans la cité depuis l'âge de 2 ans.
59	F	4	261	Collectif, Poudrette	3 mois	"Souvent" y compris depuis la pose des barrières	Non renseigné	Sœur des enfants ID 244, 243, 260. Mère a grandi dans la cité.
60	F	8	182	Hors secteur*	---	"Souvent"	BO majoritaire	Fratrie de 6 enfants et la seule enfant dépistée >50 µg/l parmi les trois plus jeunes. Le père a grandi sur la Cité. Mettrait "plus souvent les mains à la bouche". Profession du père potentiellement sensible.
65	F	2	196	Pavillon, Poudrette	2 ans	"Souvent"	BO exclusivement	Parents résidents depuis 1996. Fratrie de 4 enfants, et seule enfant dépistée >50 µg/l.
66	M	9	244	Collectif, Poudrette	3 mois	"Souvent" y compris depuis la pose des barrières	Non renseigné	Frère des enfants ID 261, 243, 260. Mère a grandi dans la cité.
75	M	11	243	Collectif, Poudrette	3 mois	"Souvent" y compris depuis la pose des barrières	Non renseigné	Frère des enfants ID 261, 244, 260. Mère a grandi dans la cité.
80	M	5	149	Hors secteur*	---	"Souvent"	BO majoritaire	Pas de frère ni sœur. Tendance à mettre les mains à la bouche.
90	F	5	154	Pavillon avec jardin, Poudrette	En pavillon depuis sa naissance	"Souvent"	RO majoritaire	Fratrie de 3 enfants et la seule dépistée > 50 µg/l. Mère a grandi dans la cité.
94	M	6	260	Collectif, Poudrette	3 mois	"Souvent" y compris depuis la pose des barrières	Non renseigné	Frère des enfants ID 243, 244, 260. Mère a grandi dans la cité.

* Mais souvent sur la cité du fait de liens familiaux.

4. Discussion

4.1 SUR LA PARTICIPATION AU PROGRAMME DE DÉPISTAGE

La population a bien adhéré au programme de dépistage : 72 % des écoliers du groupe scolaire et un taux du même ordre de grandeur parmi les enfants résidents. Ces taux permettent de considérer les résultats de l'étude des facteurs d'exposition comme extrapolables à l'ensemble de la population d'étude.

Parmi les raisons qui peuvent avoir favorisé cette bonne participation, il nous semble que doivent être soulignées :

- la constance de la municipalité et la mobilisation de l'équipe enseignante de l'école à maintenir une communication rapprochée et régulière avec les riverains et parents d'élèves ;
- l'organisation du dépistage en un mois grâce à une mobilisation rapide de l'ensemble des partenaires ;
- la discussion en avril 2004 entre la Cire Île-de-France, le représentant des habitants de la cité de la Poudrette, la Ddass de Seine-Saint-Denis et la mairie des Pavillons-sous-Bois, à l'occasion d'une visite spontanée sur site, et qui a permis de prendre note des modalités d'organisation qui semblaient les plus acceptables par les populations (notamment le lieu où devait se dérouler les prélèvements).

4.2 SUR LES RÉSULTATS DE LA CAMPAGNE DE DÉPISTAGE DU SATURNISME INFANTILE

Le dépistage du saturnisme infantile, justifié a priori par l'estimation des plombémies calculées à partir des concentrations de plomb présent

dans les sols selon le modèle recommandé par l'InVS [1], a finalement mis en évidence des plombémies inférieures aux valeurs prédites par modélisation. Ce décalage, déjà noté par certains auteurs [13], peut avoir deux explications :

- les hypothèses de calcul qui sous tendent la modélisation des plombémies seraient maximalistes. L'InVS et l'École des hautes études de santé publique contribuent à une réflexion pour réviser les paramètres de ce calcul, notamment la contribution de la voie alimentaire, la biodisponibilité du plomb, et la quantité de sol ingéré ;
- pour certains enfants, les plombémies ont pu être plus élevées avant la mise en place des barrières neuf mois plus tôt. En effet, on estime qu'à l'arrêt d'un processus d'intoxication, la plombémie diminue avec une demi-vie de 20 à 30 jours jusqu'à un nouvel équilibre dont le niveau est fonction du stock osseux.

Les résultats du dépistage peuvent être comparés avec une enquête de prévalence réalisée par la Ddass du Val d'Oise et le Centre hospitalier d'Argenteuil entre 2002 et 2004 [12]. Cette étude avait porté sur 446 enfants de 6 mois à 6 ans, pris en charge en consultation ou en hospitalisation au CH d'Argenteuil, pour des pathologies sans rapport direct avec le saturnisme mais nécessitant une prise de sang. Par le nombre d'enfants inclus et les modalités de leur recrutement, les résultats de cette enquête peuvent être considérés comme représentatifs de l'imprégnation au plomb d'une population générale d'enfants, sans exposition particulière au plomb. Les résultats sont présentés dans le tableau 11.

TABLEAU 11

COMPARAISON DES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE DANS LA CLIENTÈLE DU CH D'ARGENTEUIL ET SUR LE QUARTIER DE LA POUURETTE

Enfants présentant une plombémie	Enquête sur l'imprégnation saturnine au CH Argenteuil (n=446)	Dépistage du saturnisme infantile sur le quartier de la Poudrette (n=201)
Supérieure ou égale à 100 µg/l	0,9 % (n=4)	0 % (n=0)
Supérieure ou égale à 50 µg/l	11 % (n=48)	6 % (n=12)
Moyenne géométrique de la plombémie	24,1 µg/l	14,4 µg/l*
	IC 95% = [22,9;25,4] µg/l	IC 95% = [12,6;16,6] µg/l

* Avec estimation des dosages inférieurs au seuil de quantification de 5 µg/l par imputation simple.

Ainsi, les imprégnations au plomb des enfants du quartier de la Poudrette, au moment où elles ont été mesurées, étaient en moyenne en deçà des imprégnations au plomb mesurées au sein d'un échantillon d'enfants du Val d'Oise qui ne présentait pas a priori de facteurs de risque vis-à-vis du plomb. Comme souligné plus haut, il n'est pas exclu que les plombémies des enfants fréquentant le quartier de la Poudrette aient pu être plus élevées avant la mise en place des barrières limitant l'accès aux pelouses collectives et jardins privés. On ne peut pas non plus exclure un effet "laboratoire" puisque les laboratoires impliqués dans le dépistage à la Poudrette et l'enquête dans le Val d'Oise différaient.

On notera par ailleurs que les plombémies mesurées sur le quartier de la Poudrette étaient largement inférieures à celles observées chez les enfants ayant bénéficié d'un dépistage en France en 2003 et 2004. En effet, selon le rapport de l'InVS [11], la plombémie médiane des 17 241 enfants ayant bénéficié d'un primo-dépistage en 2003-2004 était de 27 µg/l (contre 15 µg/l à la Poudrette). En 2004 le pourcentage d'enfants présentant une plombémie supérieure à 100 µg/l dans le département de Seine-Saint-Denis était de 5,2 % (contre 0 % à la Poudrette). Ces résultats montrent que les enfants dépistés sur le quartier de la Poudrette présentaient des expositions moindres que les enfants dépistés sur la présence de facteurs de risques liés à l'habitat ancien et dégradé.

4.3 SUR LES APPORTS RESPECTIFS DES MÉTHODES STATISTIQUES

Sur la base des questionnaires renseignés entre juin et août 2004 pour la totalité des enfants dépistés, deux méthodes statistiques ont été mises en œuvre pour identifier les facteurs de risque liés à la plombémie.

Compte tenu de la proportion importante de plombémie inférieure au seuil de quantification analytique (25 % de plombémies inférieures à 5 µg/l), la priorité a été donnée à la mise en œuvre d'une analyse par régression logistique permettant de rechercher les facteurs liés à la survenue d'une plombémie supérieure au 90^e percentile. Implémentée

dans la plupart des logiciels de traitement statistique, cette méthode couramment utilisée a permis l'analyse et la présentation des résultats sous un mois après le recueil des questionnaires.

Une analyse complémentaire, également applicable en présence de 25 % de données censurées a ensuite été conduite selon la régression Tobit pour rechercher les facteurs de risque pouvant influencer la plombémie moyenne.

Le tableau suivant résume les relations mises en évidence, par chacune des méthodes, entre le niveau de plombémies et les variables testées.

TABLEAU 12 COMPARAISON DES RÉSULTATS MIS EN ÉVIDENCE PAR LES DEUX APPROCHES STATISTIQUES		
	Sur les plombémies supérieures au P90 (39 µg/l)	Sur la plombémie moyenne
Résultats mis en évidence	Première analyse par régression logistique (deux modèles testés)	Deuxième analyse par régression Tobit
Influence d'une résidence dans la cité sans jardin privatif	p<0,01	p<0,05
Influence d'une résidence dans la cité avec jardin privatif	p<0,05	
Influence du temps passé à jouer sur le site en été	p<0,01 (si au moins 3h/semaine)	
Influence de la consommation exclusive d'eau du robinet	p<0,10	

Il faut noter que dans la régression logistique, le modèle cherche à identifier les facteurs explicatifs d'une plombémie élevée supérieure au percentile 90. Le modèle Tobit, quant à lui, cherche à identifier les facteurs influençant les plombémies moyennes. Il est donc possible que les deux modèles n'aboutissent pas aux mêmes résultats.

Les deux approches donnent néanmoins ici des résultats cohérents. Comme pour la plombémie supérieure au percentile 90, la plombémie moyenne des enfants résidents ne disposant pas de jardin privatif est significativement plus élevée que celle des enfants non-résidents. La régression Tobit n'a pas mis en évidence d'autres facteurs influençant la plombémie que ceux identifiés par la régression logistique, mais cependant alors que les plombémies supérieures au percentile 90 (>39 µg/l) sont liées à la consommation d'eau du robinet (au seuil de 10 %), la plombémie moyenne n'est pas significativement plus élevée chez les enfants consommant de l'eau du robinet comparativement aux enfants consommant exclusivement de l'eau en bouteille.

Dans le contexte de la Poudrette caractérisé par l'exposition des populations au plomb présent dans les sols superficiels, l'usage de la régression logistique, méthode plus usuelle qui ne nécessite pas la vérification d'hypothèses sur la distribution de la plombémie, a suffi pour identifier rapidement les usages favorisant l'exposition et orienter les mesures de gestion, et ce en dépit de la perte d'information induite par la répartition des plombémies en deux classes.

4.4 SUR LES FACTEURS DE RISQUE IDENTIFIÉS À L'ISSUE DES ANALYSES STATISTIQUES

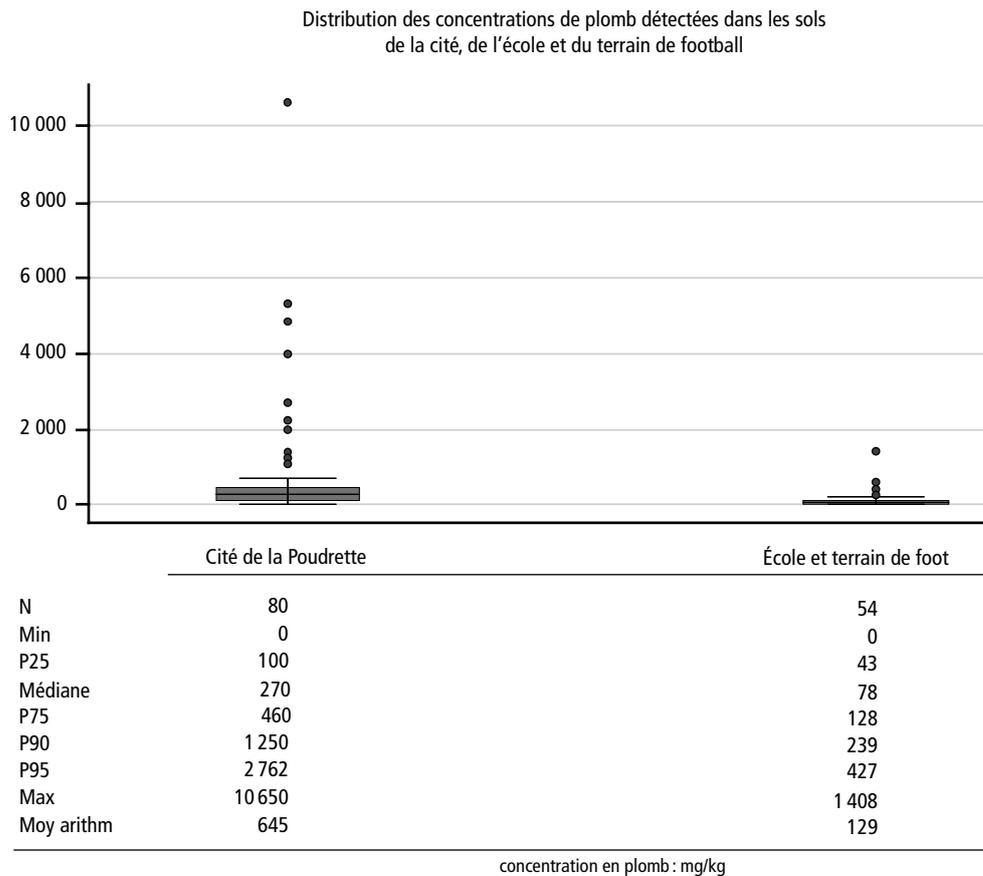
La scolarisation à l'école Louise Michel, située dans la zone impactée par l'ancienne décharge, n'influait pas le niveau de plombémie des enfants

Les investigations environnementales complémentaires menées durant l'été 2005 [7 bis] ont confirmé, *a posteriori*, que les teneurs en plomb détectées dans les sols de surface au niveau de l'école et du terrain de football étaient notablement plus faibles qu'au droit de la cité et de la friche qui devait accueillir le projet Erea (cf figure 4). Ce constat était aussi observé pour les autres polluants : cuivre, PCB, arsenic, nickel et mercure. Le bureau d'étude a pu avancer l'hypothèse que des terres végétales neutres avaient été apportées lors de la construction de l'école.

Le fait de résider dans la cité était un facteur de risque vis-à-vis de la plombémie

Au-delà du statut de résident de la cité, le temps passé à jouer sur le site pourrait expliquer cette relation. En effet l'analyse statistique a montré une relation "dose-effet" significative entre le temps passé à jouer l'été dans le quartier et le risque de présenter une plombémie supérieure à 39 µg/l.

FIGURE 4

**PRINCIPAUX RÉSULTATS DES ANALYSES DE SOLS SUPERFICIELS PRÉLEVÉS DANS LA CITÉ,
LE GROUPE SCOLAIRE ET LE TERRAIN DE FOOT ADJACENT**


Source : URS 2005.

Les enquêtes environnementales ont pu montrer, pour chacun des 12 enfants qui présentaient une plombémie supérieure à 50 µg/l, que la seule source commune d'exposition au plomb était le jeu sur les pelouses et jardins de la cité, qui perdurait malgré la pose des barrières pour au moins quatre d'entre eux.

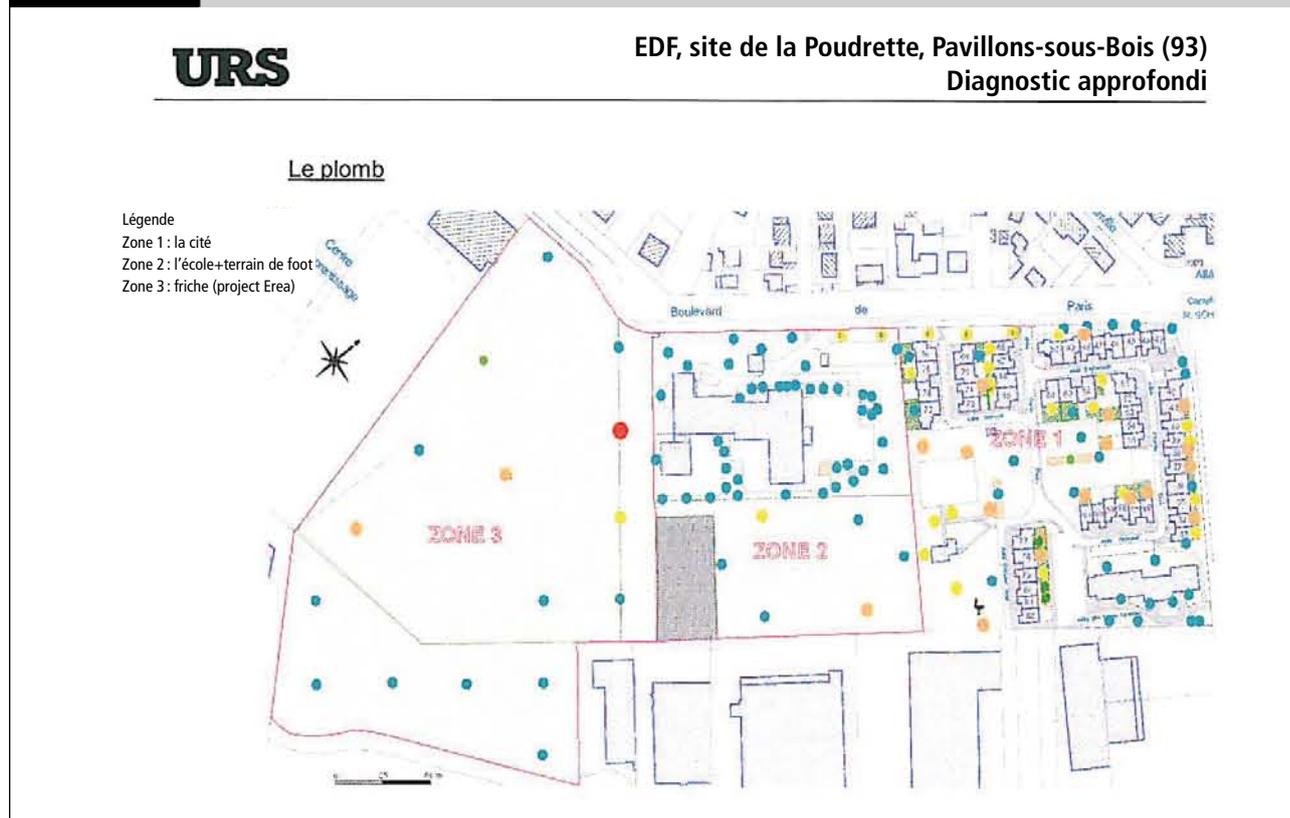
Ce résultat est cohérent avec les investigations environnementales complémentaires réalisées par le bureau d'études URS durant l'été 2005 [7 bis]. En effet, les 81 prélèvements de sols superficiels effectués au niveau des pelouses et jardins privés ont montré une pollution conséquente des sols par le plomb ([Pb] moy=645 mg/kg), distribuée de façon hétérogène sur la zone, avec des concentrations localement plus élevées ([Pb] max=10 650 mg/kg) dans la partie supérieure de la zone 1. Les teneurs détectées dans les sols de surface au niveau de l'école Louise Michel étaient notablement plus faibles qu'au droit des autres zones, comme l'illustre la figure 5 page suivante.

Les enfants de la cité ayant un jardin privé semblent moins exposés que les enfants de la cité n'ayant pas de jardin privé

La plombémie moyenne des enfants résidents ne disposant pas de jardin privé est significativement plus élevée que celle des enfants non-résidents, alors que l'on ne met pas en évidence de relation pour les enfants résidents ayant un jardin.

Les résidents, qu'ils disposent ou non d'un jardin privé, ont plus souvent une plombémie supérieure à 39 µg/l que les enfants non-résidents. Bien que non significatif, l'odds ratio associé à l'absence d'un jardin est presque trois fois plus élevé que celui associé à la présence d'un jardin.

Ce résultat pourrait provenir d'une pollution moindre des jardins privés ou d'une fréquentation moins importante des espaces extérieurs chez les enfants disposant d'un jardin privé. Les analyses de sols dans les jardins privés comparativement aux pelouses collectives et au terrain de foot n'étaient pas en faveur de la première hypothèse (figure 5).



Source : URS 2005.

L'hypothèse d'une moindre fréquentation des espaces extérieurs a donc été testée: les enfants sans jardin privatif passaient en effet plus de temps à jouer dehors que les enfants disposant d'un logement avec jardin privatif ($p=0,07$ en été). Les relations mises en évidence entre l'existence d'un jardin privatif et la plombémie des enfants pourraient donc être en partie liées au nombre d'heures passées dehors (que ce soit dans le jardin privatif ou sur les pelouses collectives).

Indépendamment de la résidence dans la cité, on a observé une relation à la limite de la significativité entre les plombémies les plus élevées ($\geq 39 \mu\text{g/l}$) et la consommation exclusive d'eau du robinet

Si, sur le plan théorique, on peut envisager que l'ingestion de plomb via l'eau d'alimentation contribue à l'imprégnation de l'organisme, il est plus étonnant de mettre en évidence une telle relation chez les enfants de la Poudrette. En effet, les résultats des analyses réalisées dans l'école au niveau des lavabos et chez trois résidents étaient tous inférieurs à la limite de quantification du laboratoire ($< 3 \mu\text{g/l}$). Ces contrôles se sont donc révélés parfaitement conformes tant à la valeur limite de qualité française ($25 \mu\text{g/l}$) qu'à la valeur recommandée par l'OMS pour protéger les nourrissons ($10 \mu\text{g/l}$). La Ddass de Seine-Saint-Denis a également contrôlé l'historique de la qualité de l'eau distribuée sur la cité et n'a pas mis en évidence d'anomalie. L'analyse des facteurs d'exposition pouvant influencer la plombémie moyenne n'a pas retrouvé cette relation.

Enfin, on ne met pas en évidence de relation entre l'âge et la plombémie

On observe que les enfants les plus âgés (> 10 ans) ont présenté des plombémies en moyenne plus faibles que les autres, et que le pourcentage d'enfants présentant une plombémie "élevée" ($\geq 39 \mu\text{g/l}$) diminuait avec l'âge. Cependant ces relations n'étaient pas statistiquement significatives. En particulier la distribution des plombémies par classes d'âge n'a pas montré le traditionnel "pic" aux âges les plus sensibles (1-2 ans), mais le nombre d'enfants dans cette classe d'âge était très faible ($n=5$).

4.5 SUR LES ENQUÊTES ENVIRONNEMENTALES RÉALISÉES DANS UN CONTEXTE DE SOLS POLLUÉS

Lors des enquêtes réalisées au domicile des enfants avec une plombémie supérieure à $50 \mu\text{g/l}$, la discussion avec les familles a permis de répondre aux interrogations sur la conduite à tenir vis-à-vis de l'enfant, aux inquiétudes soulevées par la campagne de dépistage et plus globalement aux questions concernant la situation du quartier de la Poudrette. Néanmoins, selon la Ddass de Seine-Saint-Denis, ces enquêtes se sont révélées plutôt anxiogènes pour les familles. Pour les familles, il a en effet semblé contradictoire d'être informées qu'aucun enfant n'était intoxiqué et de bénéficier dans le même temps d'enquêtes pour certains d'entre eux.

5. Conclusions

Face à la pollution détectée dans les sols du quartier de la Poudrette en lien avec une ancienne activité de décharge, et compte tenu des plombémies attendues d'après modélisation, les experts sanitaires ont recommandé l'organisation rapide et prioritaire d'un dépistage du saturnisme infantile parmi les enfants fréquentant le quartier, ainsi qu'une étude des facteurs d'exposition au plomb. En permettant d'identifier les cas d'intoxications nécessitant une prise en charge sanitaire et les comportements ou usages susceptibles d'augmenter l'exposition, ces démarches pouvaient apporter un bénéfice individuel aux populations ainsi que des informations utiles pour la réduction des expositions, en attendant la réalisation d'une évaluation quantitative des risques validée par l'État.

Le dépistage du saturnisme infantile, mis en place en juin 2004, a concerné 204 enfants mineurs et 27 adultes. Aucun enfant n'a présenté de plombémie dépassant les 100 µg/l, seuil retenu par les autorités sanitaires pour définir un cas d'intoxication. Les imprégnations au plomb des enfants du quartier de la Poudrette, au moment où elles ont été mesurées, étaient en moyenne en deçà des imprégnations au plomb mesurées au sein d'un échantillon d'enfants du Val d'Oise qui ne présentait pas a priori de facteurs de risque vis-à-vis du plomb. Cependant, on ne peut exclure que les plombémies aient pu être plus élevées chez certains enfants avant la suppression de l'accès aux pelouses en septembre 2003.

L'étude des facteurs d'exposition a montré l'existence d'une relation entre la fréquentation des espaces extérieurs de la Cité (pelouses collectives ou jardins privatifs) et le niveau de plombémie des enfants. En revanche, la scolarisation dans l'école Louise Michel n'influçait pas le niveau des plombémies. Les investigations complémentaires, menées sur les sols du quartier en 2005, ont d'une part confirmé la pollution importante des sols superficiels de la Cité par le plomb, et d'autre part suggéré fortement l'apport de terres neutres sous le groupe scolaire au moment de sa construction. Ces éléments ont été présentés en réunion publique en mars 2005.

Deux approches statistiques ont été mises en œuvre pour l'étude des facteurs d'exposition et ont fourni des résultats cohérents. On notera cependant que dans le contexte de la Poudrette caractérisé par l'exposition des populations au plomb présent dans les sols superficiels, l'usage de la régression logistique, méthode plus usuelle qui ne nécessite pas la vérification d'hypothèses sur la distribution de la plombémie, a suffi pour identifier rapidement les facteurs favorisant l'exposition et orienter les mesures de gestion, et ce en dépit de la perte d'information induite par la répartition des plombémies en deux classes.

6. Suites données au dossier

Sur la base de ces résultats identifiant un impact de la pollution des sols sur l'exposition au plomb des enfants résidant dans la cité, le comité scientifique a recommandé la réalisation d'une étude d'imprégnation des résidents de la cité âgés de plus de 10 ans vis-à-vis de l'arsenic et du cadmium, deux autres éléments traces métalliques détectés dans les sols à des niveaux supérieurs aux valeurs de référence du ministère en charge de l'Environnement. Annoncée en réunion publique en mars 2005 et mise en œuvre selon un protocole élaboré par la Cire Île-de-France et le Centre antipoison de Paris, l'étude a été réalisée en juin 2005 par le Careps⁴ mandaté par la mairie des Pavillons-sous-Bois. Les résultats des dosages individuels d'arsenic et de cadmium ne dépassaient pas les repères toxicologiques de référence mais la faible participation des habitants (n=11 sur 215 environ [7 ter]) n'a pas permis de réaliser d'étude statistique sur les facteurs d'exposition.

L'évaluation quantitative des risques, jugée recevable par le comité de suivi en décembre 2005, a calculé les risques sanitaires engendrés par l'exposition chronique aux pollutions du site, estimées à partir de 212 échantillons de sol et 129 échantillons d'air. Pour les enfants résidents de la cité, et dans une moindre mesure pour les adultes résidents, les risques sanitaires étaient légèrement supérieurs à la valeur acceptable pour les effets à seuil et de l'ordre de grandeur de la valeur acceptable pour les effets cancérigènes. Toutes les pollutions métalliques et volatiles ont été prises en compte dans cette évaluation de risques. Le plomb et l'ingestion de sols se sont révélés être les paramètres contribuant le plus aux risques sanitaires. Pour tous les autres usagers du quartier (élèves, gardien et personnel de l'école, enfants ou adultes jouant au foot régulièrement, se promenant régulièrement sur la zone en friche, employés de la zone industrielle et résidents hors site), les niveaux de risques calculés étaient compris dans les valeurs acceptables.

Fin 2005, l'ensemble des études disponibles identifiait donc le contact avec les sols pollués de la cité comme la voie d'exposition préoccupante à supprimer. La Cire Île-de-France et la Ddass de Seine-Saint-Denis n'ont pas recommandé de renouveler le dépistage du saturnisme infantile [communiqué de presse préfecture janvier 2006].

La municipalité a pu enlever les barrières Vauban mises en place au niveau des espaces verts de l'école permettant ainsi de retrouver un

usage habituel des espaces de récréation et espace de vie. En revanche les barrières limitant l'accès aux pelouses collectives de la Cité ont été maintenues jusqu'à ce jour mais elles ne sont plus respectées, offrant ainsi une protection très limitée.

La recherche d'une solution pérenne pour supprimer le contact avec les terres polluées a été étudiée dès 2005 par le comité de suivi dans une réflexion plus large sur la réhabilitation du site. Deux textes parus fin 2005 ont pesé sur la démarche de réhabilitation. En effet, le décret n° 2005-1170 du 13 septembre 2005 précise qu'à l'arrêt définitif d'une installation classée, et sauf négociation entre les parties prenantes ou précisions dans l'arrêté préfectoral d'autorisation, l'usage pour lequel doivent être rendus les terrains doit être comparable à celui de la dernière période d'exploitation de l'installation, autrement dit un usage industriel. En cas de modification ultérieure de l'usage du site, l'exploitant ne peut se voir imposer de mesures complémentaires induites par ce nouvel usage sauf s'il est lui-même à l'initiative de ce changement d'usage, ce qui n'était pas le cas pour ce site. De plus, un arrêt du conseil d'État (n° 247976 du 8 juillet 2005. Société Alusuisse-Lonza-France), rendu à l'occasion d'un litige portant sur la prescription opposable à des arrêtés préfectoraux de remise en état d'installations classées, a établi la prescription trentenaire comme nouveau principe général du droit issu de l'article 2262 du Code civil. En conséquence la préfecture de Seine-Saint-Denis a estimé ne pas pouvoir imposer de travaux de dépollution à l'ancien exploitant de la décharge située sur le quartier de la Poudrette, du fait des délais écoulés depuis la cessation de l'activité.

En mars 2006, la municipalité des Pavillons-sous-Bois soumettait à l'Agence nationale pour la rénovation urbaine (ANRU) un projet global modifiant l'usage du quartier, reposant sur la destruction de l'école, des cités de la Poudrette et de Sainte Anne et la reconversion des terrains libérés en zone industrielle, la reconstruction de l'école et d'autant de logements collectifs et pavillons que ceux détruits sur un terrain bordant le canal de l'Ourcq, et le processus de relogement des habitants des cités. Été 2008, la convention passée avec l'ANRU était en cours de signature. Enfin, la friche qui devait accueillir l'Erea n'a pas fait l'objet de nouveau projet immobilier [communication personnelle de M. Dallier, sénateur maire des Pavillons-sous-Bois].

⁴ Centre Rhône-Alpes d'épidémiologie et de prévention sanitaire.

Références bibliographiques

Études environnementales sur le quartier de la Poudrette

- Sur le site du projet de construction de l'établissement régional d'enseignement appliqué
 - [1] Évaluation détaillée des risques pour la santé humaine, zone de la Poudrette, rapport Gester pour la DDE de Seine-Saint-Denis, document n° 215.02.0018.E.1.A, 20/02/03
 - [2] Évaluation détaillée des risques pour la santé humaine (annexes), rapport Gester pour la DDE de Seine-Saint-Denis, document n° 215.02.0018.E.3.B, 28/02/03
- Sur l'école Louise Michel
 - [3] Rapport constat de pollution, géotechnique appliquée Île-de-France, document n°03/1655/PGAIDF/11734, avril 2003
 - [4] Étude complémentaire de pollution des sols, groupe scolaire Louise Michel, les Pavillons-sous-Bois. Rapport CEBTP pour la mairie des Pavillons-sous-Bois, document n° 03/B312.8.148-version 1, 03/09/2003
 - [5] Évaluation détaillée des risques, risques sanitaires, groupe scolaire Louise Michel, les Pavillons-sous-Bois. Rapport Ginger Environnement / CEBTP pour la mairie des Pavillons-sous-Bois, document n° 03/B312.8.165-version 5, 05/04/2004
- Sur la cité de la Poudrette
 - [6] Évaluation détaillée des risques sanitaires (rapport et annexes), cité la Poudrette, les Pavillons-sous-Bois, rapport Ginger Environnement / CEBTP pour l'ODHLM, documents n° 03/B312.8.168 version 2, 19/03/2004
- Sur l'ensemble du quartier
 - [7] Étude historique et documentaire, zone de la Poudrette, les Pavillons-sous-Bois (93), rapport URS, projet N°43741580-1906, avril 2005
 - [7 bis] Diagnostic approfondi, site de la Poudrette, les Pavillons-sous-Bois (93), rapport URS, projet N°43741580-1906, août 2005
 - [7 ter] Évaluation détaillée des risques, site de la Poudrette, les Pavillons-sous-Bois (93), rapport URS, projet N°43741580-1906, août 2005

Exposition au plomb

- [8] Glorennec P, Ledrans M, Dor F, Rouil L, Pelinski P, Beau C *et al.* Dépistage du saturnisme autour des sources industrielles de plomb. Analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage: du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions. 1-72. 2002. St-Maurice (Fra), Institut de veille sanitaire; Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Ouest
- [9] Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Organisation des programmes de dépistage et évaluation de l'efficacité des mesures de réduction de l'exposition. 1-71. 2001. St-Maurice (Fra), Institut de veille sanitaire. Cellule interrégionale d'épidémiologie (Cire) Rhône-Alpes Auvergne
- [10] Dépistage du saturnisme de l'enfant en France de 1995 à 2002. 1-60. 2006. St-Maurice (Fra), Institut de veille sanitaire
- [11] Chatelot J, Bretin P, Lecoffre C. Dépistage du saturnisme de l'enfant en France en 2003 et 2004. Saint-Maurice (Fra), Institut de veille sanitaire, 2008, 59 p
- [12] La Ruche G, Le Loc'h H, Feliers 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. BEH 2004;(50)233-4
- [13] Glorennec P. Aide à la décision d'un dépistage du saturnisme infantile autour des sites industriels en France. Université de Rennes 1;2006

Analyses statistiques

- [14] Baccarelli A, Pfeiffer R, Consonni D *et al.* Handling of dioxin measurement data in the presence of non-detectable values: Overview of available methods and their application in the Seveso chloracne study. Chemosphere 2005;(60)898-906
- [15] Helsel DR. Less than obvious. Environ. Sci. Technol. 1990;vol24(12)1766-74
- [16] Lubin JH, Colt JS, Camann D *et al.* Epidemiologic evaluation of measurement data in the presence of detection limits. Environmental Health Perspective 2004;vol112(17):1691-6
- [17] Allison PD. Missing Data. Series: Quantitative Applications in the Social Sciences, number 07-136. Ed: Sage University Paper

Annexe 1 - Composition du comité de suivi Configuration en plénière

Préfecture de Seine-Saint-Denis (pilotage)

M. Jacob, sous-préfet chargé de mission auprès du préfet et de l'arrondissement de Bobigny
Mme Labussiere, direction de la réglementation
Melle Durand, chef du bureau des installations classées et de l'environnement
M. Rode, adjoint au chef du bureau des installations classées et de l'environnement
Melle Fagnon, rédacteur au bureau des installations classées et de l'environnement

Mairie des Pavillons-sous-Bois

M. Dallier, sénateur-maire des Pavillons-sous-Bois
Mme Coppi, adjointe au maire chargée de l'enseignement et de la jeunesse
M. Bruas, adjoint au maire délégué à l'urbanisme
M. Chretien, directeur général des services
Mme Manka, directrice des services techniques

ODHLM 93

M. Kern, président
M. Nedelec, directeur général
M. Hugueniot, directeur des services techniques

Société EDF

M. Tabary, chargé de mission

Ville de Paris

Mme Ballant, attachée d'administration gestion du domaine/navigation/contentieux, service des canaux
M. Seeberger, ingénieur travaux publics, service des canaux
Mme Masi, chargée d'étude, direction de l'urbanisme

Conseil général

M. Sarda, responsable des grands travaux, direction de l'eau et de l'assainissement

Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass)

Mme Estay, directrice adjointe
M. Creusvaux, médecin inspecteur de santé publique
Mme Somarriba, responsable du service santé-environnement

Cellule interrégionale d'épidémiologique (Cire) Île-de-France

Mme Legout, ingénieur évaluateur de risque
M. Mathieu, ingénieur évaluateur de risque

Direction départementale de l'équipement (DDE)

Mme Gautheron, chargée de l'environnement au GEP

Service technique interdépartemental d'inspection des installations classées (STIIIC)

M. Alquier, chef de département de la Seine-Saint-Denis
Mme Guillotin, adjointe au chef de département

Rectorat de Créteil

M. Andry, service constructeur

Inspection académique de la Seine-Saint-Denis

Mme Candor, secrétaire générale
Mme Gault, médecin de prévention

Annexe 2 - Composition du comité scientifique

Configuration en plénière

Centre antipoison de Paris

Dr Garnier, médecin toxicologue, responsable du Centre antipoison de Paris

Cire Île-de-France

Dr Hubert Isnard, coordonnateur de la Cire

Céline Legout, ingénieur évaluateur de risque

Référent Institut de veille sanitaire : Mme Nadine Fréry

Rectorat

Mme le Dr Ammouial, médecin responsable de prévention

Inspection académique de Seine-Saint-Denis

Mme Leroy-Hiest, Mme le Dr Raymond, Mme le Dr Gault, Service de promotion de la santé en faveur des élèves

Mme Roche, infirmière conseillère technique

Centre municipal de santé

Mme Blanc, Mme le Dr Duval

Service départemental de PMI

Mme le Dr Cuesta, Mme Juguet

Circonscription de PMI, secteur des Pavillons-sous-Bois / Livry-Gargan

Mme La Loggia, Mr le Dr Benayoun

Hôpital Avicenne, Unité de pathologies professionnelles et environnementales

M. le Pr Breau, Mr le Pr Guyon

Hôpital Jean Verdier, Service de pédiatrie

Mr le Pr Gaudelus

Laboratoire de biologie

Mme le Dr Sancho

CPAM

Mme le Dr Carzon, médecin conseil chef de service

Mme Parenti, Département prévention et actions sanitaires et sociales

Médecin du travail régional

Mme le Dr Gillet

Direction générale de la santé

Mme le Dr Nicoulet

Annexe 3 - Matériel utilisé pour les prélèvements et techniques analytiques mises en œuvre par le laboratoire

Prélèvements

Sang total recueilli sur héparinate de sodium.

Matériel utilisé :

- aiguilles, épicroâniennes ;
- tubes de 7 ml vacutainer ;
- pochettes de transport ;
- corps vacutainer ;
- patchs anti-douleur Emla ;
- coton, alcool, pansements, gants latex, garrots, draps examen, containers à aiguilles souillées ;
- réfrigérateur pour stockage des tubes.

Techniques analytiques

- Analyseur : analyseur de la plombémie ESA, modèle 3010 B ;
- Principe de dosage : polarographie inverse ;
- Domaine de mesure : 10-1 800 µg/l ;
- Limite de détection adoptée par le laboratoire : 5 µg/l ;
- Réactifs et calibrants : METEXCHANGE REAGENTS, ESA, INC.

Contrôles qualité du laboratoire

Contrôles internes : passés au cours de chaque série de dosages

- société Biorad, Lyphotec
Whole Blood control
Level 1, level 2
- société Utak (Fournisseur Ingen)
Blood lead
Level 1, level 4

Contrôles externes :

- Neqas, fournisseur Teqas, University of Surrey – 3 contrôles mensuels ;
- Contrôle national de la qualité, plombémie fourni par l’Afsaps – 3 à 4 contrôles par trimestre.

Par ailleurs le laboratoire de biologie de l’Hôpital de Saint-Denis transmet régulièrement, et sur la base du volontariat, les résultats de ses contrôles externes à la Drass Île-de-France dans le cadre d’un contrôle qualité supplémentaire proposé aux laboratoires impliqués dans la lutte contre le saturnisme infantile en Île-de-France.

Annexe 4 - Fonctions des différents partenaires lors de la campagne de dépistage

COMPTE RENDU DE LA RÉUNION DU COMITÉ SCIENTIFIQUE, 11 JUIN 2004 [EXTRAIT]

Tâches	Cible ?	Qui fait ?	Remarques
Prélèvements biologiques (plombémie) École Louise Michel	Élèves: tous Non concerné=adultes (enseignant, personnel municipal, gardien) Enfants d'âge scolaire Non concerné=adultes Employés	Enfants >5 ans: infirmières du CMS Enfants <5 ans: demande de mobilisation d'infirmières du service de pédiatrie de l'hôpital Jean Verdier, Paris CMS	Avant le 30 juin 2004 Après le 30 juin 2004
Cité HLM Cimetière Transport des échantillons		CMS CH Saint Denis	Après le 30 juin 2004
Questionnaires, formulaires, autorisations diverses Sujets dépistés		Médecins et infirmières scolaires pour école Louise Michel Médecins et infirmières CMS pour les habitants de la cité HLM	Archivage au niveau du service de promotion de la santé Archivage au niveau du Centre municipal de santé
Analyses Plombémie Autres polluants	Enfants (cf. précédemment) Adultes (cf. précédemment)	CH Delafontaine, Saint-Denis À identifier ultérieurement	Charge de travail supplémentaire + délai de remise des résultats (environ 3 semaines)
Résultats Interprétation des résultats Analyse statistique des résultats Rendu individuel des résultats		Médecin CMS + médecins traitants Cire Information individuelle pour courrier et copie aux médecins traitants Ddass / Misp	Définir modalités Cnil Puis notification InVS et enquête environnementale en cas de résultats positifs
Signalement / notification	Pour toute plombémie > 100 µg/l		
Suivi sanitaire Suivi sanitaire		CMS Médecins traitants PMI Services hospitaliers (hôpital Jean Verdier...)	Médecins référents en PMI ou services pédiatrie hôpitaux de Paris Si résultats positifs (selon le polluant considéré), seront dans un premier temps recherchés les effets précoces puis dans un 2 ^e temps sera mis en place une surveillance au long cours

N° anonymat :

I _ I _ I _ I

Si oui : pouvez-vous nous fournir quelques informations sur ce logement ou ces logements si vous avez déménagé dans le quartier :

	Date d'Arrivée et date de Départ ((mois, année)	Situation sur la zone de la Poudrette	Aviez-vous un jardin ?
Habitat n°1	A : |_|_| |_|_| D : |_|_| |_|_|	Localiser l'habitat en écrivant « H1 » sur le plan	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Habitat n°2	A : |_|_| |_|_| D : |_|_| |_|_|	Localiser l'habitat en écrivant « H2 » sur le plan	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>
Habitat n°3	A : |_|_| |_|_| D : |_|_| |_|_|	Localiser l'habitat en écrivant « H3 » sur le plan	Oui <input type="checkbox"/> Non <input type="checkbox"/>

3- Scolarité de l'enfant

3.1- Votre enfant est-il scolarisé à l'école Louise Michel ? oui non

si oui :
➤ depuis quelle date : mois |_|_| |_|_| | année |_|_| |_|_|
➤ dans quelle classe actuellement : maternelle primaire
➤ Si maternelle : nombre de ½ journées par semaine |_|_|

si non 2.2 : est-il (possibilité de cocher plusieurs OUI)
➤ gardé à votre domicile actuel ? oui non
➤ gardé au domicile d'une personne vivant à la Poudrette ? oui non
Si oui ; situer sur la carte le lieu avec la lettre G1
➤ gardé ou scolarisé ailleurs ? oui non

4- Loisirs de votre enfant sur le site de la Poudrette

4.1- Avant la mise en place des barrières, votre enfant avait-il l'habitude de jouer à l'extérieur dans le quartier de la Poudrette ? oui non

➤ **Si non** : aller en question 5.

4.2- Si oui, pouvez vous situer sur la carte les principaux lieux de jeux extérieurs de votre enfant (incluant votre jardin si nécessaire) ? (repérer ces lieux en notant L1, L2, L3 sur la carte)

Si votre enfant est scolarisé :

4.3 : En semaine, combien de temps votre enfant passe-t-il dehors, sur la quartier de la Poudrette, chaque jour ?

N° anonymat :

I _ I _ I _ I

En hiver (octobre à avril) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H
En été (mai à septembre) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H

4.4 : Le mercredi, les WE, les jours fériés ou pendant les vacances, combien de temps votre enfant passe-t-il dehors, sur la quartier de la Poudrette, chaque jour ?

En hiver (octobre à avril) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H
En été (mai à septembre) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H

Si votre enfant n'est pas scolarisé :

4.5 : En semaine, combien de temps votre enfant passe-t-il dehors, sur la quartier de la Poudrette, chaque jour ?

En hiver (octobre à avril) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H
En été (mai à septembre) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H

4.6 : Le mercredi, les WE, les jours fériés ou pendant les vacances, combien de temps votre enfant passe-t-il dehors, sur la quartier de la Poudrette, chaque jour ?

En hiver (octobre à avril) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H
En été (mai à septembre) : moins d'une heure 1h à 3H 3 à 5H plus de 5H

5- Alimentation de votre enfant

5.1- Votre enfant consomme-t-il des **fruits et légumes** en provenance d'un jardin de la zone de la poudrette (frais, en bocaux ou congelés) ? oui non

Si oui, quelle proportion cela représente-t-il sur la totalité des fruits et légumes qu'il(elle) consomme ?

5.2- En hiver : rien moins du quart plus du quart
5.3- En été : rien moins du quart plus du quart

5.4- Votre enfant consomme-t-il des **des volailles ou des œufs** élevés dans un jardin de la zone de la poudrette ? oui non

Si oui, quelle proportion cela représente-t-il sur la totalité des volailles et des œufs qu'il(elle) consomme ?

5.5- En hiver : rien moins du quart plus du quart
5.6- En été : rien moins du quart plus du quart

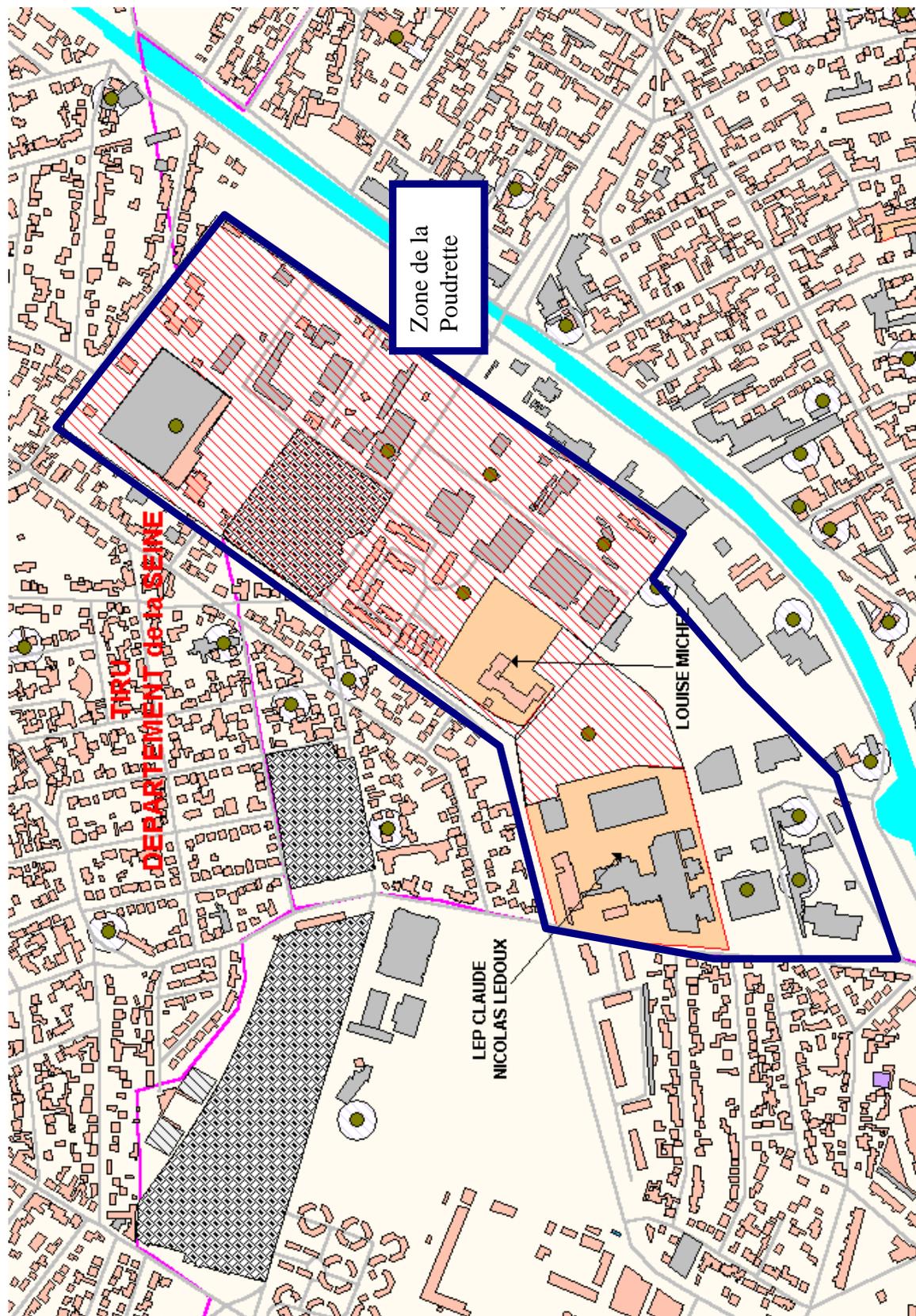
5.7- Votre eau du robinet provient-elle : du robinet exclusivement (*réseau public*)
d'un puits privé

5.7- L'eau que votre enfant consomme provient-elle :

d'eau en bouteille exclusivement
d'eau du robinet exclusivement
un peu des deux

Résultat de la plombémie, en µg/l :

.....



DREIF/DNRS/unité risques technologiques (CC) : emprises des installations industrielles et des établissements scolaires
IGN : BD TOPO de l'IGN : couches bâtiments et cimetières ;
IGN : Géoroute : couche rues

DREIF/DNRS/unité risques technologiques

Annexe 6 - Questionnaire utilisé pour les enquêtes environnementales (liste des variables)

Les variables recueillies étaient les suivantes :

- renseignements généraux sur la famille :
 - nombre d'enfants,
 - prénom et âge des enfants,
 - prénom des enfants dont la plombémie est excessive,
 - profession de la mère,
 - profession du père,
 - lieux de résidence de la mère depuis son enfance (avec précision si région minière, fonderie, hauts fourneaux...);

- renseignements sur la résidence actuelle :
 - adresse exacte,
 - nom et adresse du propriétaire,
 - date d'arrivée dans le logement,
 - date de construction,
 - en cas de travaux : date des travaux, nature, localisation, support sur lequel ont été faits ces travaux, personnes les ayant réalisés, personnes présentes lors des travaux;

- renseignements sur la résidence antérieure dans laquelle l'enfant a vécu :
(mêmes items que le point précédent);

- alimentation :
 - utilisation de plats en terre vernis utilisés à froid ou au four,
 - consommation de laitages dans des pots de terre cuite et réutilisation de ces pots;

- renseignements sur les enfants présentant une plombémie > 50µg/l :
 - date de naissance,
 - plombémies (dates de prélèvement et taux),
 - voyages à l'étranger (dates et lieux),
 - boissons habituelles (eau minérale / eau du robinet),
 - enfant allaité ou non,
 - consommation de nourriture servie dans des plats à tajine,
 - consommation de laitages en pots de terre,
 - utilisation de maquillage (fréquence, type, origine du maquillage),
 - consommation de boissons rituelles,
 - utilisation d'autres porte-bonheur,
 - jouet fétiche,
 - suce son pouce ou non,
 - bijoux artisanaux (type et origine),
 - lieux de jeu en extérieur,
 - présence lors de travaux de réhabilitation (logements actuel et antérieurs),
 - écoles fréquentées par l'enfant (dates d'entrée et coordonnées),
 - autres lieux de vie (assistante maternelle, crèche, halte-garderie, grands-parents, autre personne de la famille, autre),
 - si l'enfant est le seul dont la plombémie est excessive dans la fratrie, quelle différence possible dans le mode de vie par rapport aux autres?

Exposition au plomb des enfants fréquentant le quartier de la Poudrette aux Pavillons-sous-bois (Seine-Saint-Denis)

Résultats du dépistage du saturnisme – juin 2004

Résultats de l'étude des facteurs d'exposition au plomb selon des méthodes d'analyse de "données censurées à gauche"

En réponse à la pollution détectée dans les sols du quartier de la Poudrette en lien avec une ancienne décharge, et compte tenu des plombémies modélisées, l'accès aux terres polluées a été interdit puis un dépistage du saturnisme infantile et une étude des facteurs d'exposition au plomb ont été organisés au bénéfice des enfants fréquentant le quartier.

Deux cent quatre enfants résidents ou scolarisés dans le quartier ont été dépistés en juin 2004. Aucun enfant n'a présenté de plombémie supérieure ou égale à 100 µg/l. Les plombémies étaient en moyenne en deçà des résultats d'une enquête menée dans le Val d'Oise sur un échantillon d'enfants non ciblé selon le risque d'exposition.

L'étude des facteurs d'exposition a montré l'existence d'une relation entre la fréquentation des pelouses extérieures du quartier et le niveau de plombémie, tandis que la scolarisation dans l'école n'influait pas le niveau de plombémie. Motivées par le pourcentage élevé de données censurées à gauche (25 % des plombémies inférieures au seuil de quantification du laboratoire), deux analyses ont été réalisées, la première à l'aide d'une régression logistique et la seconde en utilisant la régression Tobit. Dans ce contexte, caractérisé par l'exposition des populations au plomb présent dans les sols superficiels, l'usage de la régression logistique, méthode plus usuelle qui ne nécessite pas la vérification d'hypothèses sur la distribution de la plombémie, a suffi pour identifier rapidement les usages favorisant l'exposition et orienter les mesures de gestion, en dépit de la perte d'information induite par la répartition des plombémies en deux classes.

En 2005, les investigations complémentaires ont confirmé la pollution importante des sols superficiels par le plomb au niveau des logements de la cité, et l'apport de terres neutres sous le groupe scolaire lors de sa construction. Ce quartier fait actuellement l'objet d'un projet de rénovation urbaine.

Mots clés : saturnisme infantile, exposition au plomb, sols pollués, données censurées à gauche

Lead exposure of children in the area known as "la Poudrette", Pavillons-sous-Bois", Seine-Saint-Denis (Greater Paris)

Results of screening for lead poisoning – June 2004

Results of the study on exposure factors to lead, using "left censored data" analytical methods

In response to ground pollution detected in the area of la Poudrette, and linked to a disused landfill site, and given the expected blood lead levels calculated in children after modelling, access to polluted soil was prohibited, a programme to screen children for lead poisoning was set up, and a study was conducted on the exposure factors for children attending the area.

In June 2004, 204 children attending the area of la Poudrette were screened. None of them had blood lead levels equal to or higher than 100 µg/l. The test results here, in a north-eastern district of outer Paris, were on average below blood lead levels reported in a prevalence study in the general population in another region in the outskirts of Paris.

The study of exposure factors found a relationship between time spent on the public lawns or private gardens in the housing estate of la Poudrette, and the blood lead levels of children; attendance at the local school had no impact on blood lead levels. Because of the percentage of left censored data (25% of blood lead levels below the detection threshold for the pathology laboratory), two analyses were conducted: the first using logistic regression, and the second was a parametric method using Tobit regression. In this context, characterized by the exposure of the local community to lead present in surface soils, there was no need for anything more than logistic regression, i.e. the standard method not requiring a double check of the working hypothesis on the distribution of blood lead levels; this method was sufficient to quickly identify behaviour patterns involving exposure and guide management measures, despite the loss of information due to the distribution of blood lead levels in two categories.

In 2005, additional environmental investigations clearly suggested that the unimproved land under the school complex at the time it was built was contributing to the phenomenon. An urban redevelopment plan is currently being drawn up for the district.

Citation suggérée :

Exposition au plomb des enfants fréquentant le quartier de la Poudrette aux Pavillons-sous-Bois (Seine-Saint-Denis) – Résultats du dépistage du saturnisme – Juin 2004 – Résultats de l'étude des facteurs d'exposition au plomb selon des méthodes d'analyse de "données censurées à gauche". Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, juin 2009, 35 p. Disponible sur : www.invs.sante.fr

INSTITUT DE VEILLE SANITAIRE

12 rue du Val d'Osne

94 415 Saint-Maurice Cedex France

Tél. : 33 (0)1 41 79 67 00

Fax : 33 (0)1 41 79 67 67

www.invs.sante.fr

ISSN : 1958-9719

ISBN NET : 978-2-11-098678-8

ISBN : 978-2-11-198491-3

Tirage : 70 exemplaires

Impression : France Repro – Maisons Alfort

Réalisé par DIADEIS-Paris

Dépôt légal : juin 2009