

# **Nouvelle enquête sur l'imprégnation saturnine des enfants à Bourg Fidèle – Juin 2002**

**Marielle Schmitt <sup>1</sup>, Françoise Deshayes <sup>1</sup>, Marie-Reine Fradet <sup>1</sup>**

**Sandrine Coquet <sup>2</sup>, Nadège Brun <sup>2</sup>, Bernard Humbert <sup>2</sup>**

**Remerciement à Martine Ledrans <sup>3</sup> et Alain Letertre <sup>3</sup> pour leur contribution à l'étude**

<sup>1</sup> Cellule InterRégionale d'Epidémiologie Est

<sup>2</sup> Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales des Ardennes

<sup>3</sup> Institut de Veille Sanitaire

**MINISTERE DE LA SANTE, DE LA FAMILLE  
ET DES PERSONNES HANDICAPEES**

**DRASS DE LORRAINE, CIRE Est  
DDASS DES ARDENNES**



**INSTITUT DE  
VEILLE SANITAIRE**

# SOMMAIRE

I. CONTEXTE ET OBJECTIFS .....	1
I.1. Présentation de la situation jusqu'en 1997 .....	1
I.2. Principales investigations et études menées sur le site depuis 1997 .....	1
I.2.1. Investigations environnementales.....	1
I.2.2. Etudes sur les risques sanitaires pour les populations exposées.....	2
I.3. Mesures mises en œuvre visant à réduire les expositions des travailleurs et de la population..	3
I.4. Justification de la réalisation d'une nouvelle enquête sur l'imprégnation saturnine et objectifs de l'étude.....	4
II. MATERIELS ET METHODES .....	5
II.1. Organisation de l'enquête.....	5
II.2. Type d'enquête .....	5
II.3. Population d'étude et inclusion des enfants .....	5
II.4. Recueil des variables .....	6
II.4.1. Plombémie.....	6
II.4.2. Questionnaire.....	6
II.5. Prélèvements .....	9
II.5.1. Modalités .....	9
II.5.2. Matériel .....	9
II.5.3 Conservation et acheminement vers le laboratoire de dosage.....	9
II.6 Dosages .....	9
II.6.1. Délais de réalisation, transmission des résultats, conservation des prélèvements .....	9
II.6.2. Techniques analytiques, seuil de détection, sensibilité, contrôle de qualité .....	9
II.7. Restitution des résultats individuels, enquêtes environnementales et prise en charge des enfants .....	10
II.8. Aspects éthiques .....	10
II.9. Saisie et traitements statistiques des données.....	10
III. RESULTATS .....	11
III.1. Participation à l'enquête.....	11
III.2. Vérification des critères d'inclusion .....	11
III.3. Description de la population étudiée.....	11
III.3.1. Age .....	11
III.3.2. Sexe.....	11
III.3.3. Fratries .....	11
III.3.4. Habitudes d'hygiène .....	12
III.3.5. Dosages antérieurs de la plombémie.....	12
III.3.6. Catégories socioprofessionnelles et exposition professionnelle des parents .....	12
III.3.6. Habitat, scolarisation, jeux à l'extérieur, alimentation .....	13
III.3.7. Variables construites : exposition à travers les lieux de vie .....	15
III.4. Plombémie .....	17
III.4.1. Distribution des enfants suivant leur plombémie.....	17

III.4.2. Analyse unifactorielle .....	17
III.4.3. Enquêtes environnementales .....	20
III.4.4. Analyse multifactorielle .....	21
IV. DISCUSSION .....	24
IV.1. Prise en charge des enfants présentant des imprégnations saturnines excessives .....	24
IV.2. Distribution des plombémies .....	25
IV.2.1. Comparaison des distributions des plombémies observées en 1998 et 2002 .....	25
IV.2.2. Comparaison des moyennes des plombémies pour les enfants prélevés lors des différentes campagnes de dépistage organisées par la DDASS .....	27
IV.2.3. Comparaison avec la moyenne régionale .....	28
IV.2.4. Comparaison avec d'autres études menées en France autour de sites industriels travaillant le plomb .....	28
IV.2.5. Comparaison des résultats par rapport aux estimations de l'EDR.....	32
IV.3. Facteurs de risques mis en évidence .....	32
V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS .....	35
V.1. Conclusions générales .....	35
V.2. Recommandations .....	35
REFERENCES.....	37
ANNEXES .....	39
Annexe 1 : Teneurs en métaux des particules (PM10) prélevées dans l'air ambiant du village en 2001	
Annexe 2 : Métal Blanc, bilan de la situation environnementale au 3 juin 2002 (document DRIRE)	
Annexe 3 : Lettre d'information aux parents	
Annexe 4 : Lettre d'invitation pour la participation à l'enquête	
Annexe 5 : Formulaire de consentement	
Annexe 6 : Questionnaire	
Annexe 7 : Rose des vents	
Annexe 8 : Laboratoire de toxicologie professionnelle de la faculté de médecine de Lille : méthode pour le dosage du plomb sanguin	

## **I. CONTEXTE ET OBJECTIFS**

### **I.1. Présentation de la situation jusqu'en 1997**

En 1968, la société Métal Blanc s'est installée à Bourg Fidèle, commune du département des Ardennes de 750 habitants. Elle y exerce, sur un site de fonderie existant, une activité de fonderie de métaux non ferreux (recyclage de déchets de plomb et de batteries usagées, dans le but de produire des alliages de plomb). Par arrêté préfectoral du 24 décembre 1996, le préfet accorde l'autorisation d'extension des activités avec une mise aux normes. La capacité de production, de 10 000 tonnes/an en 1984, peut ainsi progressivement atteindre 25 000 tonnes/an au fur et à mesure des investissements réalisés. Cette extension suscite une mobilisation des riverains, compte tenu des nuisances déjà existantes (fumées, odeurs, bruits, ...) d'autant que, pendant les travaux d'extension en avril-mai 1997, l'usine continue de fonctionner mais avec des dispositions de protection de l'environnement largement déficientes. Une commission locale d'information et de surveillance est créée en juillet 1997. La Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS) rédige un rapport au Préfet courant octobre 1997 et le maire, à la demande du préfet, prend un arrêté conservatoire interdisant la consommation de légumes sur les parcelles environnant l'usine et l'accès à une aire de jeux pour enfants située à proximité.

### **I.2. Principales investigations et études menées sur le site depuis 1997**

De nombreuses études portant sur l'usine (étude des sources de pollution, caractérisation des rejets, ...), sur son environnement (analyse des sols, des végétaux, de l'air ...) et sur les risques pour la santé liés aux pollutions identifiées ont été menées de 1998 à 2001.

#### **I.2.1. Investigations environnementales**

Les premières investigations environnementales [1, 2, 3] portaient principalement sur les rejets de l'usine et sur la contamination des sols alentours et des sédiments du ruisseau bordant l'usine (la Murée) et de l'étang en aval. Elles ont permis d'établir que la population avoisinant l'usine était potentiellement soumise à une exposition significative au plomb par inhalation. L'exposition au plomb par consommation de légumes du jardin était également possible et, pour les enfants, l'exposition par ingestion de poussières à l'extérieur et à l'intérieur des maisons. L'exposition à l'arsenic et au cadmium par les mêmes voies pouvait également être envisagée.

Des études ultérieures ont porté sur la contamination des végétaux autour de l'usine : l'INRA a prélevé chaque année de 1998 à 2002 des fruits et légumes dans 4 jardins de Bourg Fidèle situés à moins de 200 mètres de l'usine.

Les résultats montrent des teneurs élevées de plomb pour les végétaux exposés aux retombés atmosphériques (légumes feuilles et fruits) [5]. La moyenne des teneurs en plomb dans ces végétaux non lavés ni épluchés est de 7 mg/kg de matière fraîche (données 2001). Elle est de 1 mg/kg dans ces végétaux une fois lavés, épluchés et relavés (données 2002), soit supérieure aux valeurs limites fixées par le règlement CE n°466/2001 de la commission du 8 mars 2001 (teneurs maximales de 0,1 mg/kg pour les fruits et légumes en général, de 0,3 mg/kg pour les brassicées (famille des choux), légumes feuilles et champignons, de 0,2 mg/kg pour les baies et petits fruits).

Les teneurs en plomb dans les végétaux protégés des retombés atmosphériques (légumes racines) sont bien inférieures : moyenne de 0,3 mg/kg dans les légumes racines non lavés ni épluchés (données 2001), moyenne de 0,08 mg/kg dans ces végétaux lavés, épluchés, relavés (données 2002).

Les teneurs en cadmium dans les végétaux exposés et non-exposés aux retombées sont faibles. Même pour les végétaux non-lavés, la moyenne des teneurs en cadmium est inférieure aux valeurs limites du règlement CE n°466/2001 (0,05 mg/kg de matière fraîche pour les fruits ; 0,1 mg/kg pour les légumes-tiges et légumes-racines ; 0,2 mg/kg pour les légumes-feuilles, fines herbes, céleri-rave et champignons).

Par ailleurs, depuis 1999, l'usine Métal Blanc réalise des mesures en continu des poussières émises ainsi que des retombées au niveau de 4 jauges. Toujours depuis 1999, un préleveur automatique en continu des particules de diamètre inférieur à 10 µm est installé dans le village, sous les vents dominants et permet d'effectuer des mesures de plomb, cadmium et arsenic. Ce capteur placé dans la cour de l'école jusqu'en janvier 2001 a dû être déplacé du fait de la construction d'un préau. Après avoir été placé de manière transitoire dans la cour de l'usine, il a été implanté à proximité du gymnase (à 80 mètres de l'entrée de l'usine, sous le vent) à partir du 11 avril 2001 [7].

Les teneurs en métaux des poussières prélevées du 11 avril 2001 à fin 2001 sont présentées en annexe 1. Sur cette période, 23 % des jours présentent des teneurs en plomb supérieures à 0,5 µg/m<sup>3</sup> (valeur limite du décret 2002-213 du 15 février 2002 pour la moyenne annuelle des valeurs journalières). Des teneurs particulièrement élevées sont observées en mai-juin 2001 avec 2 pics très importants (16,4 µg/m<sup>3</sup> le 18/05 ; 43 µg/m<sup>3</sup> le 04/06). Ces teneurs élevées correspondent à de fortes émissions de poussières de mai à juillet 2001 du fait de colmatages des médias filtrants des installations de filtration de Métal Blanc. Il importe également de noter que du 27/07/01 au 27/08/01, mois de fermeture de l'entreprise Métal Blanc, les teneurs en plomb sont quasiment nulles. En ce qui concerne le cadmium, les teneurs mesurées se situent généralement entre 0 et 20 ng/m<sup>3</sup>, sachant que l'OMS recommande une moyenne annuelle inférieure à 5 ng/m<sup>3</sup>. Les teneurs relevées 44% des jours du 11 avril au 31 décembre 2001 sont supérieures à 5 ng/m<sup>3</sup>. Des pics importants en cadmium sont également observés en mai-juin (265 ng/m<sup>3</sup> le 18/05 ; 263 ng/m<sup>3</sup> le 04/06). Les teneurs en arsenic sont, la plupart du temps, nulles. Cependant, 5 jours se caractérisent par des valeurs très élevées (autour de 2000 ng/m<sup>3</sup>), ces valeurs ne sont pas corrélées avec des valeurs élevées en plomb et cadmium et l'une d'elle se situe durant la période d'arrêt de l'usine (le 04/08).

En 2002, durant les mois ayant précédé le dépistage, le préleveur a fonctionné en janvier, février et mars mais était en panne en avril et mai. Sur les trois mois de fonctionnement, les concentrations moyennes se sont élevées à 0,22 µg/m<sup>3</sup> pour le plomb, à 5,5 ng/m<sup>3</sup> pour le cadmium et étaient nulles en ce qui concerne l'arsenic.

## **I.2.2. Etudes sur les risques sanitaires pour les populations exposées**

### **➤ *Evaluation de l'exposition des enfants aux polluants émis par l'usine***

En juin 1998, le Réseau National de Santé Publique (RNSP) et la DDASS organisaient une enquête afin de déterminer chez les enfants séjournant à Bourg Fidèle ou dont l'un des parents travaillait à l'usine Métal Blanc l'importance de l'exposition au plomb, au cadmium et à l'arsenic (dosage du plomb sanguin, du cadmium urinaire et de l'arsenic d'origine non alimentaire dans les urines) [8]. La toxicité de ces trois polluants a été décrite dans le rapport d'enquête.

96 enfants de 1 à 11 ans (sur 132 ciblés) avaient bénéficié d'un dosage de plombémie. 22 % présentaient une plombémie supérieure à 100 µg/l. La moyenne géométrique ajustée des plombémies des enfants de 1 à 6 ans était de 78 µg/l à comparer à celle des enfants de 1 à 6 ans de Champagne Ardennes établie à 37 µg/l. L'analyse montrait un rôle important joué par certains facteurs : décroissance de la plombémie avec l'âge, croissance avec l'exposition professionnelle des parents et la proximité du lieu d'habitation et de jeu par rapport à l'usine.

Concernant le cadmium, seul l'âge jouait un rôle significatif et contribuait à diminuer la cadmiurie. La comparaison des valeurs trouvées avec celles observées en 1997 dans une population d'enfants dans le sud de la France non exposée à une source spécifique suggérait qu'une surexposition d'origine environnementale était vraisemblable mais ne pouvait être quantifiée précisément en l'absence de données strictement comparables en termes de population et de techniques analytiques. Aucun enfant ne dépassait le seuil de référence (une seule valeur excessive relevée en juin 1998, corrigée en novembre 1998 après un nouveau dosage). Il était néanmoins proposé que soient réalisées des investigations environnementales visant à mieux caractériser la contamination des milieux par le cadmium (produits végétaux notamment) afin d'évaluer la pertinence d'un dépistage

des imprégnations excessives au cadmium chez les adolescents et les adultes, plus exposés à ce risque du fait de l'effet cumulatif du cadmium dans l'organisme.

L'analyse de l'imprégnation des enfants par l'arsenic n'avait pu être réalisée que dans un deuxième temps sur 65 prélèvements d'urine collectés en novembre 1998. Les niveaux d'arsenic observés étaient comparables à ceux retrouvés en dehors de zones polluées dans des populations françaises et européennes [9].

#### ➤ *Plombémies de suivi*

Des plombémies de suivi étaient proposées en novembre 1998, juin 1999 et juin 2000 aux enfants dont la dernière plombémie était supérieure ou égale à 70 µg/l. La tendance relevée était généralement une réduction des plombémies pour les enfants concernés mais certains conservaient dans le temps des plombémies supérieures à 100 µg/l.

Ces plombémies de suivi entraient dans le cadre d'une prise en charge individuelle des enfants et ne pouvaient en aucun cas permettre d'évaluer l'impact sanitaire des actions mises en œuvre pour réduire l'exposition collective de la population.

Par ailleurs, en juin 2000, 29 enfants avaient bénéficié d'une première plombémie (sur 67 invités) car ils n'en avaient jamais eu jusqu'alors pour diverses raisons (enfants nouvellement arrivés sur la commune, nés après le 1<sup>er</sup> mai 1997, n'ayant pas participé au dépistage de juin 1998). Deux enfants sur ces 29 avaient une plombémie supérieure à 100 µg/l.

#### ➤ *Evaluation détaillée des risques*

En 2000, à la demande de la DRIRE, la Société Métal Blanc a fait réaliser une évaluation détaillée des risques (EDR) du site industriel par le bureau d'étude ANTEA [10]. Divers scénarios d'exposition des enfants de Bourg Fidèle au plomb ont été proposés. Pour chacun de ces scénarios, ont été calculées la valeur médiane de la plombémie pour la population exposée et la probabilité, pour un individu exposé, que sa plombémie dépasse la valeur de 100 µg/l. Deux voies principales d'exposition spécifique des enfants au plomb ont été considérées : l'ingestion de sols et poussières contaminés et l'inhalation de poussières. L'apport par l'alimentation générale a aussi été pris en compte. Il a été considéré que si les prescriptions de l'arrêté préfectoral de 1996 étaient respectées en ce qui concerne les rejets atmosphériques, la valeur limite du décret 2002-213 du 15 février 2002 pour la moyenne annuelle de plomb dans l'air ambiant (0,5 µg/m<sup>3</sup>) pouvait également être respectée. Dans ces conditions, pour une concentration de plomb dans les sols fréquentés égale à 500 mg/kg (niveau en dessous duquel il n'était pas considéré nécessaire de préconiser une dépollution), la valeur médiane de la plombémie calculée chez les enfants de 0 à 7 ans exposés s'élevait à 88 µg/l et la probabilité pour qu'un enfant exposé ait une plombémie supérieure à 100 µg/l était de 38,2 %. Ainsi, l'évaluation menée par ANTEA montrait que, dans des conditions de respect de l'arrêté préfectoral de 1996, des enfants pouvaient encore présenter des plombémies supérieures à 100 µg/l nécessitant une prise en charge spécifique (même si peu d'enfants de Bourg Fidèle fréquentent des sols présentant des teneurs en plomb supérieures ou égales à 500 mg/kg).

### **I.3. Mesures mises en œuvre visant à réduire les expositions des travailleurs et de la population**

Depuis 1998, un certain nombre de mesures ont été mises en œuvre, visant à réduire les émissions polluantes de l'usine dans l'environnement, à surveiller ces émissions et à renforcer les mesures d'hygiène industrielle (Cf. annexe 2). Les principales mesures sont les suivantes :

- pollution atmosphérique :
  - fermeture du bâtiment de stockage des scories en décembre 1998 ;
  - nettoyage des voiries par eau sous pression depuis septembre 1999 ;
  - lavage des roues des poids lourds sortant de l'établissement depuis décembre 1999 ;
  - modification des conduits d'évacuation des cheminées afin d'obtenir des vitesses d'éjection suffisantes en étés 2000 et 2001 ;

- mesures en continu des poussières émises, contrôle des retombées au niveau de 4 jauges, prélèvement et analyse des poussières au niveau du village depuis mars 1999.
- pollution des eaux et des sols :
  - mise en place d'une cuve tampon en aval du traitement des eaux industrielles en février 1999 ;
  - mise en place d'une station de traitement des eaux pluviales en mars 2000 avec cuve tampon en aval ;
  - travaux, achevés en mai 2000, de réhabilitation, par décapage ou bêchage profond, des parcelles de 5 propriétaires situées à proximité immédiate de l'usine et dont la teneur en plomb était supérieure à 500 ppm ;
  - récupération des sédiments de l'ancien canal de rejet de l'usine en août 2001 et stockage sur les remblais de l'usine avant confinement ;
  - confinement des remblais : la couverture intermédiaire (de type décharge de classe II) a été achevée en avril 2002, la couverture définitive (de type décharge de classe I) sera effectuée ultérieurement.
  - autosurveillance des eaux pluviales et industrielles ; analyses mensuelles des eaux de la Murée ; analyses semestrielles des eaux de nappe ; suivi des végétaux et des sols au niveau des terrains décapés.
- autres actions :
  - mise en conformité des douches et vestiaires et mise en place d'une circulation du personnel adaptée en juillet 1999 ;
  - travaux d'assainissement de l'atmosphère des ateliers en 2000 et 2001 ;
  - depuis janvier 2002, suppression du traitement des fines et des déchets d'oxydes et de sulfates de plomb, diminution de la capacité de production annuelle (capacité prévue pour 2002 : environ 7 000 tonnes), réduction du stockage des scories, inertage des scories avant mise en décharge confié à la société MétalEurop à Noyelles/Godault.

#### **I.4. Justification de la réalisation d'une nouvelle enquête sur l'imprégnation saturnine et objectifs de l'étude**

Le rapport du RNSP relatif à l'étude épidémiologique menée en juin 1998 prévoyait que soit menée une nouvelle étude, une fois les mesures de réduction des expositions mises en œuvre, dans le but de caractériser l'imprégnation saturnine des enfants, de comparer les résultats à ceux de l'enquête de juin 1998 et ainsi d'évaluer l'impact sanitaire des mesures.

Fin 1999, une mission d'inspection diligentée par le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement préconisait également d'engager « une nouvelle campagne épidémiologique complète, portant sur la même population cible que celle définie pour la première enquête de juin 1998, après que les travaux d'assainissement prescrits pour l'usine auront été achevés » [11].

Compte tenu des mesures mises en œuvre ces 4 dernières années pour réduire les expositions des travailleurs et de la population et du fait que la persistance de risques sanitaires liés à l'exposition des enfants au plomb ne pouvait cependant pas être écartée (cf. résultats de l'EDR), il semblait pertinent de réaliser une nouvelle enquête sur l'imprégnation saturnine des enfants séjournant à Bourg Fidèle ou dont l'un des parents travaille à Métal Blanc. **Les deux objectifs de l'étude étaient :**

- **repérer et prendre en charge les enfants présentant toujours une exposition excessive au plomb ;**
- **évaluer si les mesures mises en œuvre depuis 1998 pour réduire les émissions polluantes et les expositions permettaient en 2002 une protection suffisante de la santé des enfants vis-à-vis du risque saturnin.**

Il n'a pas été décidé de caractériser, comme en 1998, l'exposition des enfants à l'arsenic et au cadmium. En effet, aucune surexposition particulière à l'arsenic n'avait été relevée en 1998. Pour le cadmium, une surexposition environnementale apparaissait vraisemblable mais aucun enfant ne dépassait le seuil de référence et ne nécessitait donc de prise en charge particulière (une seule valeur excessive avait été repérée en juin 1998 et avait pu être corrigée en novembre 1998 après un nouveau dosage). Considérant que l'exposition au cadmium avait probablement diminué depuis 1998 du fait des mesures de réduction des rejets, il a été jugé probable l'absence d'imprégnation au-delà du seuil chez les enfants résidant en 2002 à Bourg Fidèle. Ainsi un dépistage visant à caractériser l'exposition au cadmium des enfants n'était pas susceptible de leur apporter un bénéfice individuel. De plus, en raison de l'accumulation du cadmium dans l'organisme, le risque d'intoxication au cadmium est supérieur chez les adultes. Cependant, il n'a pas non plus été envisagé de réaliser des cadmiuries chez les adultes résidant à Bourg Fidèle dans la mesure où une évaluation succincte du risque à partir des données environnementales disponibles dans les sols, les végétaux et l'air n'aboutissait pas à des niveaux excessifs d'exposition.

## **II. MATERIELS ET METHODES**

### **II.1. Organisation de l'enquête**

L'enquête a été organisée localement par la DDASS avec l'appui de la CIRE Est (Cellule InterRégionale d'Epidémiologie de l'Est) et en lien avec un comité de pilotage mis en place et animé par la DDASS. Ce comité de pilotage réunissait :

- le Médecin Inspecteur de Santé Publique et l'Ingénieur du Génie Sanitaire de la DDASS,
- un Médecin du Service de Promotion de la Santé en faveur des Elèves,
- un Médecin de la Protection Maternelle et Infantile,
- le chef de service de pédiatrie du Centre Hospitalier Manchester de Charleville Mézières,
- le directeur de l'école de Bourg Fidèle,
- le maire de Bourg Fidèle,
- le Médecin du travail de l'usine Métal Blanc,
- la Cellule InterRégionale d'Epidémiologie de l'Est,
- un représentant de l'association des habitants de Bourg Fidèle,
- un représentant de l'association de protection et de défense de l'environnement de Bourg Fidèle,
- un représentant de l'association solidarité Métal Blanc.

### **II.2. Type d'enquête**

Il s'agissait d'une enquête transversale destinée à évaluer l'importance de l'exposition au plomb des enfants fréquentant Bourg Fidèle ou dont les parents travaillent à l'usine Métal Blanc.

### **II.3. Population d'étude et inclusion des enfants**

La population d'étude était constituée de tous les enfants répondant à au moins un des deux critères suivants :

- scolarisés à Bourg Fidèle ;
- nés entre le 1<sup>er</sup> janvier 1991 et le 1<sup>er</sup> mai 2001 habitant ou gardés à domicile à Bourg Fidèle ou dont l'un des deux parents travaille à l'usine Métal Blanc.

La liste exhaustive des enfants à inclure dans l'enquête a été constituée après recherche auprès :

- du service de la Protection Maternelle et Infantile,
- du directeur de l'école primaire de Bourg Fidèle,
- du maire de Bourg Fidèle,
- du directeur de l'usine de Métal Blanc.



Une lettre a été envoyée aux parents (Cf. annexe 3), leur proposant de participer à une réunion d'information préalable et leur expliquant la démarche. Ils ont ensuite été destinataires d'un nouveau courrier (Cf. annexe 4) début juin pour les inviter à se présenter avec leur(s) enfant(s) à la salle des fêtes de Bourg Fidèle les mercredi 12, jeudi 13 ou samedi 15 juin 2002 au matin pour la réalisation d'un prélèvement sanguin et le remplissage d'un questionnaire. Afin d'éviter des attentes trop longues, il était proposé aux parents de passer à l'école de Bourg Fidèle la semaine précédente pour s'inscrire sur un planning au jour et à l'heure qui leur convenaient le mieux. Le courrier était accompagné d'un formulaire de consentement (Cf. annexe 5) que les parents devaient remettre juste avant le prélèvement.

Un courrier a également été envoyé à l'ensemble des médecins généralistes du secteur dans l'objectif de leur présenter l'enquête et de les inviter à une réunion d'information spécifique, ceci afin qu'ils puissent constituer un relais d'information auprès des familles.

## **II.4. Recueil des variables**

### **II.4.1. Plombémie**

Comme lors de l'enquête de juin 1998, un dosage de la plombémie a été effectué chez tous les enfants inclus dans l'enquête.

La plombémie donne un reflet du taux de plomb en circulation dans le sang au moment où elle est réalisée. Elle dépend de l'exposition récente mais aussi du stock interne de plomb (dans les tissus mous et les os). La plombémie constitue un indicateur standardisé de référence. La plombémie constitue à ce jour, dans le cadre de programmes de dépistage, l'indicateur le mieux adapté. Les programmes de surveillance, de prévention et d'intervention dans le domaine de l'environnement de l'enfant ont été définis sur la base des différents niveaux observés de plombémies [12].

### **II.4.2. Questionnaire**

Un questionnaire, présenté en annexe 6, a été rempli lors d'un entretien avec un parent ou un tuteur de l'enfant. Ces entretiens ont eu lieu les 12, 13 et 15 juin au matin, au même moment que les prélèvements sanguins. Les enquêteurs chargés des entretiens étaient des agents de la DDASS, du service de la Protection Maternelle et Infantile et du Service de Promotion de la Santé en faveur des Elèves. Ils étaient formés sur les risques sanitaires présentés par le plomb, les messages de prévention primaire pouvant être transmis à la population, le protocole de l'enquête, notamment les méthodes de prélèvements et d'analyses et les règles de recueil de données auprès de la population. Ils étaient chargés :

- de l'accueil des parents (avec leurs enfants),
- de rappeler les objectifs de l'enquête et les bénéfices attendus pour les enfants,
- d'obtenir le consentement écrit des parents,
- d'administrer le questionnaire.

Chaque questionnaire portait un numéro d'anonymat attribué à l'enfant. Ce numéro était reporté sur une feuille indépendante sur laquelle figurait l'identité de l'enfant et les coordonnées de ses parents. Etait joint à chaque questionnaire une carte de Bourg Fidèle permettant de situer les différents lieux de vie de l'enfant.

Le questionnaire visait à recueillir des variables concernant les facteurs individuels susceptibles d'influer sur la plombémie.

Il reprenait des items du questionnaire qui avait été utilisé lors de l'enquête de 1998 et dont l'analyse des réponses avait abouti à mettre en évidence deux principaux facteurs de risque : l'exposition professionnelle des parents et la distance du lieu d'habitation et de jeu à l'usine.

### II.4.2.1. Variables individuelles

Date de naissance, sexe, taille de la fratrie, comportements d'hygiène, réalisation d'une plombémie antérieurement, profession des parents.

### II.4.2.2. Variables décrivant l'exposition

➤ Exposition aux milieux susceptibles d'être contaminés par l'usine :

- Air et sols : distance et orientation par rapport à l'usine des principaux lieux de vie.

L'exposition aux poussières et fumées émanant de l'usine est conditionnée non seulement par la distance des lieux de vie de l'enfant mais aussi par l'orientation de ces lieux par rapport à la rose des vents représentative du secteur. Il a été considéré la rose des vents de la station automatique de Régniovez utilisée lors de l'enquête de 1998 (Cf. annexe 7). Les vents sont répartis en trois classes selon leur vitesse : 1) des vents de moins de 2 m/s qui soufflent pendant 61,1 % du temps, 2) des vents compris entre 2 et 5 m/s qui soufflent pendant 37,1 % du temps, 3) des vents de 5 à 8 m/s pour 1,7 %.

La rose des vents est divisée en 18 secteurs de 20° chacun. La direction et la vitesse des vents ont été mesurées de janvier 1994 à décembre 1996 (en valeurs trihoraires). Les vents dont la vitesse est supérieure à 2 m/s ont été distribués selon leur direction dans les différents secteurs.

Trois zones ont été définies :

La zone 3 comprend les secteurs où le pourcentage des vents est supérieur à 2,5 % ;

La zone 2 comprend les secteurs où le pourcentage des vents est compris entre 2 et 2,5 % ;

La zone 1 comprend les secteurs où le pourcentage de vents est inférieur à 2 %.

Les zones sont présentées figure 1. La zone 3 qui représente 27 % du territoire reçoit 41 % des vents venant de l'usine et est la plus exposée au vent de l'usine. La zone 2 qui représente 27 % du territoire reçoit 28 % des vents venant de l'usine. La zone 1 qui représente 46 % du territoire reçoit 31 % des vents venant de l'usine et est la moins exposée au vent de l'usine.

Cette cartographie permet de définir un gradient croissant d'exposition aux vents de l'usine exprimé par un indice de vent correspondant au numéro de la zone.

**Six variables** ont été construites pour rendre compte de l'exposition liée aux lieux de vie :

1. Distance entre l'usine et l'habitation à 50 m près ;
2. Indice de « vent » de l'habitation ;
3. Distance entre l'usine et l'école ou le lieu de garde habituel à 50 m près ;
4. Indice de « vent » de l'école ou du lieu de garde habituel ;
5. Distance entre l'usine et le terrain de jeux extérieurs principal (en dehors des lieux de jeux situés à proximité immédiate de l'habitation) à 50 m près ;
6. Indice de « vent » du terrain de jeux extérieurs principal (en dehors des lieux de jeux situés à proximité immédiate de l'habitation).

- Alimentation : consommation de végétaux cultivés dans la commune.

➤ Exposition aux milieux susceptibles d'être contaminés en plomb par d'autres sources de pollution :

- Poussières domestiques : présence de plomb estimée par l'antériorité du logement par rapport à 1948, date à laquelle les peintures au plomb étaient quasiment abandonnées.
- Alimentation : présence de conduite en plomb dans le logement et consommation habituelle d'eau du robinet.

➤ Exposition para-professionnelle aux poussières ramenées par les parents depuis leur lieu de travail : déclaration par le père et/ou la mère de l'enfant d'une activité professionnelle à l'usine Métal Blanc ou dans une autre entreprise manipulant des métaux.

**Figure 1 : Définition sur la commune de Bourg Fidèle des différentes zones d'exposition au vent provenant de l'usine – Bourg Fidèle - 2002**

## **II.5. Prélèvements**

### **II.5.1. Modalités**

Un prélèvement de sang veineux de 5 ml a été effectué par deux infirmières expérimentées du Centre Hospitalier de Charleville-Mézières. Le sang a été prélevé sur un anticoagulant (EDTA). Le local de prélèvement (pièce annexe à la salle des fêtes) était nettoyé avant chaque séance de prélèvement. Il était fourni aux parents deux patches anesthésiants à apposer au pli du coude et sur le dos de la main de leur enfant, une à trois heures avant de se présenter pour le prélèvement.

Tous les échantillons portaient l'identité de l'enfant et son numéro d'anonymat.

### **II.5.2. Matériel**

Le matériel de prélèvement (tubes sous vide type VENOJECT, unités de prélèvement à ailettes) était fourni par le laboratoire doseur.

### **II.5.3 Conservation et acheminement vers le laboratoire de dosage**

Les prélèvements, immédiatement homogénéisés par retournements successifs, étaient ensuite maintenus à une température inférieure à + 4°C avant d'être acheminés vers le laboratoire doseur.

## **II.6 Dosages**

Les dosages ont été réalisés, comme en 1998, par le laboratoire de Toxicologie Professionnelle de la Faculté de Médecine de Lille.

### **II.6.1. Délais de réalisation, transmission des résultats, conservation des prélèvements**

Le laboratoire a réalisé les dosages et transmis les résultats d'analyses au médecin inspecteur de santé publique de la DDASS dans un délai de 2 semaines à compter de la réception des prélèvements.

Le laboratoire a conservé dans des conditions appropriées et pendant une durée de 21 jours le sang restant après analyse dans le cas où une vérification se serait avérée nécessaire.

### **II.6.2. Techniques analytiques, seuil de détection, sensibilité, contrôle de qualité**

La méthode pour le dosage du plomb sanguin utilisée par le laboratoire est détaillée en annexe 8. Le sang subit une déprotéinisation acide. Il est analysé par Spectrométrie d'Absorption Atomique (AAS) avec four, la correction de l'adsorption non spécifique s'effectue par effet ZEEMAN. La mesure est effectuée à 283,3 nm sur un tube graphite non pyrolytique. La technique des ajouts dosés est utilisée pour l'étalonnage.

La limite de détection est de 1 µg/l. Pour les valeurs de plombémies inférieures à 100 µg/l, la précision des résultats est de 10 % ; pour celles comprises entre 110 µg/l et 500 µg/l, la précision est de 6 à 7 %.

Outre les contrôles de qualité interne, le laboratoire participe, pour le plomb sanguin, aux contrôles de qualité externes suivants :

- AFSSAPS, ministère de la santé : tous les 3 mois.
- Programme de Comparaison Interlaboratoires : tous les 2 mois (organisé par le Centre de Toxicologie du Québec).

## **II.7. Restitution des résultats individuels, enquêtes environnementales et prise en charge des enfants**

Le Médecin Inspecteur de Santé Publique de la DDASS a envoyé par courrier les résultats individuels aux parents, au médecin traitant, au médecin de santé scolaire et, pour les enfants non encore scolarisés, au médecin de PMI afin que ces médecins puissent renseigner les parents sur la signification des résultats et les éventuelles mesures à prendre.

Pour chaque enfant ayant participé à l'enquête, le Médecin Inspecteur de la DDASS a rempli la fiche du Système National de Surveillance du Saturnisme Infantile et l'a envoyé au Centre Anti Poison de Nancy.

Pour les enfants présentant des plombémies supérieures à 100 µg/l, le Service Santé-Environnement de la DDASS a proposé aux parents de réaliser une enquête environnementale approfondie sur la base du protocole défini au niveau national. Ce type d'enquête vise à déterminer les sources majeures de plomb dans l'environnement de l'enfant et à établir des recommandations permettant de réduire autant que faire se peut l'exposition. Lorsque les parents ont accepté l'enquête, ils ont été destinataires du rapport d'enquête concernant leur enfant qui a également été envoyé au médecin traitant. Les médecins traitants ont été invités à veiller au suivi de ces enfants avec la réalisation d'un nouveau dosage 3 à 4 mois après.

## **II.8. Aspects éthiques**

Une demande d'avis a été déposée auprès du comité consultatif sur le traitement de l'information en matière de recherche dans le domaine de la santé. Le comité a donné un avis favorable. Une demande d'autorisation de constitution d'un fichier par traitement automatisé d'informations recueillies par questionnaire a été soumise à la Commission Nationale de l'Informatique et des Libertés qui a donné un avis favorable tacite.

Aucun prélèvement n'a été réalisé sans le consentement exprès des parents ou des tuteurs légaux, qui devaient remettre aux personnes en charge des prélèvements une autorisation écrite.

La confidentialité des données individuelles a été préservée.

Aucun nom ne figurait sur les questionnaires ni sur la liste des résultats de plombémies transmis à la CIRE par le médecin de la DDASS pour saisie et analyse. Seul le numéro d'anonymat permettait de repérer le sujet. Le fichier comportant les éléments d'identité des personnes et les correspondances avec le numéro d'anonymat est conservé sous la responsabilité du Médecin Inspecteur de Santé Publique de la DDASS qui est le seul à y avoir accès.

Les parents des enfants ont été informés des modalités d'exercice de leur droit d'accès. Les coordonnées de la personne auprès de laquelle celui-ci peut s'exercer figuraient dans la lettre qui leur a été individuellement adressée pour obtenir leur consentement.

## **II.9. Saisie et traitements statistiques des données**

Les données recueillies ont été saisies de manière anonyme sous Epi-Info. L'analyse des données sous Epi-Info a permis de procéder à :

- une vérification des critères d'inclusion ;
- une description de la population étudiée ;
- une description de la variable d'intérêt : distribution des enfants suivant leur plombémie, distribution de la plombémie dans différents sous groupes (âge, sexe) ... ;
- une analyse unifactorielle afin d'étudier l'association entre la plombémie et les facteurs individuels ou les facteurs d'exposition ;

Dans l'analyse unifactorielle, la plombémie (variable log-normale) a subi une transformation logarithmique. L'association de la plombémie avec les variables qualitatives a été étudiée par comparaison de deux ou plusieurs moyennes avec utilisation des tests statistiques (analyse de

variance, test de Kruskal-Wallis). La liaison entre la plombémie et les variables quantitatives a été recherchée en calculant le coefficient de corrélation de Pearson. Le seuil de significativité a été établi avec un risque de première espèce de 5 %.

L'analyse multifactorielle a été réalisée à l'aide du logiciel S-Plus. Un modèle additif généralisé [13] a été construit afin de déterminer, parmi les variables étudiées, les facteurs prédictifs de la variation de la plombémie. Pour certaines variables continues, des fonctions de lissage non paramétriques ont été employées [14]. Cette méthode permet une plus grande souplesse dans la modélisation des variables et ne requiert, a priori, aucune hypothèse sur la forme de la relation étudiée.

Les résultats des enquêtes environnementales ont été pris en compte pour écarter de l'analyse multifactorielle les enfants exposés à d'autres sources spécifiques de plomb (peintures écaillées et eau).

### III. RESULTATS

#### III.1. Participation à l'enquête

145 enfants ont été invités à participer à l'enquête. Au total, 97 enfants (67 %) se sont présentés avec leurs parents pour le prélèvement et l'administration du questionnaire : 47 le mercredi 12 juin, 23 le jeudi 13 juin et 27 le samedi 15 juin.

#### III.2. Vérification des critères d'inclusion

Les 97 enfants répondent aux critères d'inclusion.

Ils sont tous nés entre le 1<sup>er</sup> janvier 1991 et le 1<sup>er</sup> mai 2001 sauf deux nés en 1990 mais encore scolarisés à l'école de Bourg Fidèle.

81 enfants (83 %) habitent Bourg Fidèle. Parmi les 16 enfants n'habitant pas à Bourg Fidèle, 12 ont l'un de leurs parents qui travaille à Métal Blanc, 3 sont scolarisés à Bourg Fidèle, un y est gardé.

#### III.3. Description de la population étudiée

##### III.3.1. Age

La distribution des enfants selon l'âge montre un équilibre entre les différentes classes d'âge : les classes [2-4 ans[, [4-6 ans[, [6-8 ans[ et [8-10[ ans sont représentées de manière équivalente, les [1-2 ans[ et [10 ans et plus sont logiquement moins nombreux puisque ces classes d'âge n'englobent qu'une seule année.

**Tableau 1 : Distribution des enfants prélevés selon l'âge. Bourg Fidèle. 2002**

Classe d'âge	[1-2 ans[	[2-4 ans[	[4-6 ans[	[6-8 ans[	[8-10 ans[	[10 ans et +
Nombre (%)	6 (6 %)	20 (21 %)	18 (19 %)	20 (21 %)	20 (21 %)	13 (13 %)

##### III.3.2. Sexe

La population étudiée compte 34 garçons pour 63 filles soit un sexe ratio de 0,54.

##### III.3.3. Fratries

Plus de la moitié des enfants (59 %) font partie de famille de 2 enfants et environ un quart (26 %) font partie de famille de 3 enfants.

**Tableau 2 : Distribution des enfants prélevés selon le nombre total d'enfants dans la fratrie. Bourg Fidèle. 2002**

	1 enfant	2 enfants	3 enfants	4 enfants
Nbre (%)	12 (12 %)	57 (59 %)	25 (26 %)	3 (3 %)

Les 97 enfants prélevés appartiennent à 63 familles. Parmi ces familles, 4 ont eu 3 enfants ayant participé à l'enquête, 26 ont eu 2 enfants ayant participé à l'enquête et 33 un enfant.

### III.3.4. Habitudes d'hygiène

Le portage des mains ou d'objets à la bouche est signalé pour environ la moitié des enfants (46 enfants soit 47 %). Cette proportion varie avec la classe d'âge (100 % chez les moins de 2 ans, 60 % chez les 2-4 ans, 50 % chez les 4-6 ans et 36 % chez les plus de 6 ans). Pour 60 enfants (62 %), les parents indiquent qu'ils se lavent presque toujours les mains avant les repas.

**Tableau 3 : Distribution des enfants prélevés selon les habitudes d'hygiène. Bourg Fidèle. 2002**

	Portage mains ou objets à la bouche		Lavage des mains avant les repas			
	Oui	Non	Presque toujours (9 fois sur 10)	Le plus souvent (> une fois sur 2)	De temps en temps (< une fois sur 2)	Presque jamais (< une fois sur 10)
Nbre (%)	46 (47 %)	51 (53 %)	60 (62 %)	22 (23 %)	11 (11 %)	4 (4 %)

### III.3.5. Dosages antérieurs de la plombémie

56 enfants (58 %) ont déjà bénéficié d'un dosage de leur plombémie. Les parents de 23 d'entre eux indiquent qu'ils ont modifié, suite à ce dosage, certaines de leurs habitudes dans l'objectif de réduire l'exposition au plomb de leur enfant.

### III.3.6. Catégories socioprofessionnelles et exposition professionnelle des parents

#### ➤ Catégorie socioprofessionnelle du père

53 enfants ont un père ouvrier (68 % des 78 enfants pour lesquels on dispose de l'information). Ces 53 enfants appartiennent à 32 familles différentes.

**Tableau 4 : Distribution des enfants prélevés selon la catégorie socioprofessionnelle du père. Bourg Fidèle. 2002**

Catégorie socioprofessionnelle du père	Nombre d'enfants (% sur les renseignés)	Nombre de familles (% sur les renseignés)
Agriculteurs exploitants	0 (0 %)	0 (0 %)
Artisans, commerçants et chefs d'entreprise	0 (0 %)	0 (0 %)
Cadres et professions intellectuelles supérieures	4 (5 %)	3 (6 %)
Professions intermédiaires	13 (17 %)	8 (16 %)
Employés	6 (8 %)	5 (10 %)
Ouvriers	53 (68 %)	32 (64 %)
Retraités	1 (1 %)	1 (2 %)
Autres personnes sans activité professionnelle	0 (0 %)	0 (0 %)
Décédé	1 (1 %)	1 (2 %)
Non réponse	19	13
<i>Total</i>	97	63

➤ **Catégorie socioprofessionnelle de la mère**

37 enfants ont une mère n'ayant pas d'activité professionnelle et 19 enfants ont une mère employée (51 % et 26 % respectivement des 72 enfants pour lesquels on dispose de l'information).

**Tableau 5 : Distribution des enfants prélevés selon la catégorie socioprofessionnelle de la mère. Bourg Fidèle. 2002**

Catégorie socioprofessionnelle de la mère	Nombre d'enfants (% sur les renseignés)	Nombre de familles (% sur les renseignés)
Agriculteurs exploitants	0 (0 %)	0 (0 %)
Artisans, commerçants et chefs d'entreprise	2 (3 %)	1 (2 %)
Cadres et professions intellectuelles supérieures	1 (1 %)	1 (2 %)
Professions intermédiaires	7 (10 %)	5 (11 %)
Employés	19 (26 %)	13 (29 %)
Ouvriers	5 (7 %)	2 (4 %)
Retraités	0 (0 %)	0 (0 %)
Autres personnes sans activité professionnelle	37 (51 %)	22 (49 %)
Décédé	1 (1 %)	1 (2 %)
Non réponse	25	18
<i>Total</i>	<i>97</i>	<i>63</i>

➤ **Exposition professionnelle des parents**

19 enfants ont l'un des deux parents ou les deux qui travaillent à l'usine Métal Blanc (16 le père, un la mère et 2 le père et la mère).

Parmi les 78 enfants dont aucun des deux parents ne travaille à Métal Blanc, 31 ont un père qui travaille dans une autre entreprise où l'on manipule des métaux.

**III.3.6. Habitat, scolarisation, jeux à l'extérieur, alimentation**

➤ **Habitat**

81 enfants (83 %) habitent Bourg Fidèle. Parmi eux, 46 y habitent depuis leur naissance (57 %), 9 (11 %) y habitent depuis moins d'un an.

38 enfants habitent dans un logement antérieur à 1948. 8 enfants habitent dans un logement où des canalisations en plomb sont présentes.

**Tableau 6 : Distribution des enfants prélevés selon les caractéristiques de leur habitat. Bourg Fidèle. 2002**

	Habite à Bourg Fidèle		Logement antérieur à 1948			Présence de tuyaux en plomb		
	Oui	Non	Oui	Non	NSP*	Oui	Non	NSP*
Nbre (%)	81 (83 %)	16 (16 %)	38 (39 %)	51 (53 %)	8 (8 %)	8 (8 %)	62 (64 %)	27 (28 %)

\* Ne sait pas + 2 non réponses

➤ **Scolarisation**

86 enfants (89 %) sont scolarisés. Parmi eux, 69 (80 %) sont scolarisés à Bourg Fidèle. Les 11 enfants non scolarisés sont les 6 enfants de moins de 2 ans et 5 des 10 enfants de 2 ans.



### ➤ *Jeux à l'extérieur*

Pour tous les enfants habitant Bourg Fidèle, le principal lieu de jeux extérieurs dans le village de Bourg Fidèle se situe à proximité immédiate de l'habitation. 41 de ces enfants indiquent un autre lieu de jeux extérieurs dans le village. Par ailleurs, 5 des enfants n'habitant pas Bourg Fidèle signalent néanmoins jouer à l'extérieur dans le village.

Parmi les 86 enfants indiquant jouer à l'extérieur dans Bourg Fidèle (les 81 enfants habitant Bourg Fidèle et 5 autres), la majorité (54 % les jours d'école, 45 % les mercredi, W.E. et jours fériés) y jouent, en moyenne, moins d'une heure par jour en hiver, c'est-à-dire d'octobre à avril. Les temps moyens passés dehors sont nettement plus importants l'été, de mai à septembre (entre 1 et 5 heures les jours d'école, souvent plus de 5 heures les autres jours).

**Tableau 7 : Distribution des enfants prélevés selon les temps moyens passés par jour à l'extérieur dans le village de Bourg Fidèle. Bourg Fidèle. 2002. (N=86)**

	Hiver (d'octobre à avril)		Été (de mai à septembre)	
	jours d'école	mercredi, W.E., jours fériés	jours d'école	mercredi, W.E., jours fériés
Moins d'1h	47 (54 %)	39 (45 %)	6 (7 %)	4 (5 %)
1h à 3h	37 (43 %)	32 (37 %)	38 (44 %)	15 (17 %)
3h à 5h	2 (2 %)	11 (13 %)	37 (43 %)	28 (32 %)
Plus de 5h	0 (0 %)	4 (5 %)	5 (6 %)	39 (45 %)

Une variable a été construite reflétant le temps moyen passé à l'extérieur sur l'année. Les temps passés à l'extérieur les jours d'école et les autres jours en hiver et en été étaient codés 1 (moins d'1h), 2 (1h à 3h), 3 (3h à 5h) et 4 (plus de 5h). Pour chaque enfant, les valeurs des 4 codes correspondant aux temps passés les différents jours et saisons ont été additionnés et divisés par 4. Le résultat a été simplifié à l'entier le plus proche. En faisant l'approximation que, dans l'année, il y a autant de jours d'école que de jours sans et autant de jours « d'été » que de jours « d'hiver », la variable ainsi créée donne un score reflétant le temps passé à l'extérieur par jour en moyenne sur l'année. Sur les 86 enfants qui jouent dehors dans Bourg Fidèle, ce score est égal à 1 (moins d'1h) pour 19 enfants (22 %), à 2 (1h à 3h) pour 41 enfants (48 %), et à 3 (3h à 5h) pour 26 enfants (30 %).

### ➤ *Alimentation*

24 enfants (25 %) consomment des fruits produits à Bourg Fidèle et 30 enfants (31 %) des légumes. Au total, 38 enfants (39 %) consomment des fruits et/ou des légumes produits à Bourg Fidèle, parmi lesquels un enfant n'habitant pas Bourg Fidèle. La proportion des enfants consommant des végétaux produits à Bourg Fidèle parmi ceux qui y habitent est donc de  $37/81 = 46\%$ . Elle est nulle chez les moins de 2 ans et se situe autour de 50 % dans toutes les autres classes d'âge.

**Tableau 8 : Distribution des enfants prélevés selon la consommation de végétaux produits à Bourg Fidèle. Bourg Fidèle. 2002**

	Consomme des fruits produits à Bourg Fidèle		Consomme des légumes produits à Bourg Fidèle		Consomme des végétaux (fruits ou légumes) produits à Bourg Fidèle	
	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non
Nbre (%)	24 (25 %)	73 (75 %)	30 (31 %)	67 (69 %)	38 (39 %)	59 (61 %)

Parmi les 38 enfants consommant des végétaux en provenance de Bourg Fidèle, peu en consomment en hiver : 5 seulement consomment des fruits de Bourg Fidèle en hiver, 15 consomment des légumes de Bourg Fidèle en hiver. En été, 24 enfants consomment des fruits de

Bourg Fidèle et 30 enfants consomment des légumes de Bourg Fidèle mais la part que représentent les végétaux de Bourg Fidèle dans la consommation totale reste faible, inférieure à un quart pour la majorité des enfants.

**Tableau 9 : Distribution des enfants prélevés selon la part que représentent les végétaux produits à Bourg Fidèle dans la consommation totale. Bourg Fidèle. 2002. (N=38)**

Part des végétaux produits à Bourg Fidèle	Hiver (d'octobre à avril)		Été (de mai à septembre)	
	Fruits	Légumes	Fruits	Légumes
Nulle	33 (87 %)	23 (60 %)	14 (37 %)	8 (21 %)
Moins du ¼	3 (8 %)	6 (16 %)	18 (47 %)	13 (34 %)
Entre le ¼ et la ½	0 (0 %)	3 (8 %)	2 (5 %)	7 (18 %)
Entre le ½ et les ¾	1 (3 %)	5 (13 %)	3 (8 %)	4 (11 %)
Plus des ¾	1 (3 %)	1 (3 %)	1 (3 %)	6 (16 %)

Pour les 4 variables « fruits hiver », « fruits été », « légumes hiver » et « légumes été », les codes 0, 1, 2, 3 et 4 ont été attribués aux modalités « nulle », « moins du quart », « entre le quart et la moitié », « entre la moitié et les trois quarts » et « plus des trois quarts ». Pour chacun des 38 enfants consommant des végétaux produits à Bourg Fidèle, les valeurs des 4 codes ont été additionnées. Le résultat a été divisé par 4 et simplifié à l'entier le plus proche. Le score obtenu traduit la part, en moyenne sur l'année, représentée par les fruits et légumes produits à Bourg Fidèle dans la consommation totale. Pour 29 enfants sur les 38 (76 %) le score s'établit à 0 ou 1, c'est-à-dire que les végétaux produits à Bourg Fidèle représentent moins du quart de la consommation totale.

Parmi les 95 enfants pour lesquels on dispose de l'information, 68 (72 %) consomment exclusivement de l'eau en bouteille et seulement 7 (7 %) exclusivement de l'eau du robinet. Les 3 enfants dont l'habitation est alimentée par un puits particulier consomment exclusivement de l'eau en bouteille.

**Tableau 10 : Distribution des enfants prélevés selon l'origine de l'eau consommée. Bourg Fidèle. 2002 (N=95)**

Consomme comme eau de boisson			
	eau du robinet exclusivement	eau en bouteille exclusivement	parfois l'une, parfois l'autre
Nbre (%)	7 (7 %)	68 (72 %)	20 (21 %)

### III.3.7. Variables construites : exposition à travers les lieux de vie

#### ➤ *Lieu d'habitation*

Parmi les 81 enfants résidant à Bourg Fidèle, la distance entre l'habitation et l'usine se situe le plus souvent entre 350 mètres et 600 mètres. Par ailleurs, la plupart des habitations sont situées sous le vent de l'usine.

**Tableau 11 : Distribution des enfants prélevés selon la distance entre le lieu d'habitation et l'usine. Bourg Fidèle. 2002 (N=81)**

Distance de l'habitation	Nombre
100 à 300 m	20
350 à 600 m	38
650 à 900 m	18
Plus de 900 m	5

**Tableau 12 : Distribution des enfants prélevés selon l'indice de vent du lieu d'habitation. Bourg Fidèle. 2002 (N=81)**

<b>Indice de vent de l'habitation*</b>	<b>Nombre</b>
Indice 3	38
Indice 2	33
Indice 1	10

\* Indices de 1 à 3 exprimant un gradient croissant d'exposition aux vents de l'usine

➤ **Ecole ou lieu de garde**

74 enfants sont scolarisés ou gardés à Bourg Fidèle dont 69 sont à l'école de Bourg Fidèle située à 600 mètres de l'usine, sous les vents de l'usine (indice 3).

**Tableau 13 : Distribution des enfants prélevés selon la distance entre l'école ou le lieu de garde et l'usine. Bourg Fidèle. 2002 (N=74)**

<b>Distance de l'école ou du lieu de garde</b>	<b>Nombre</b>
350 à 600 m	73
650 à 900 m	1

**Tableau 14 : Distribution des enfants prélevés selon l'indice de vent de l'école ou du lieu de garde. Bourg Fidèle. 2002 (N=74)**

<b>Indice de vent de l'école ou du lieu de garde</b>	<b>Nombre</b>
Indice 3	71
Indice 2	3
Indice 1	0

➤ **Lieu de jeux**

En dehors du lieu de jeux extérieurs à proximité immédiate de l'habitation, 41 enfants résidant à Bourg Fidèle ont localisé un autre lieu de jeux dans le village, de même que 5 enfants n'habitant pas Bourg Fidèle. Ces lieux de jeux se situent, pour la plupart, à une distance de 350 mètres à 600 mètres de l'usine et sous les vents (indices 2 ou 3).

**Tableau 15 : Distribution des enfants prélevés selon la distance entre le lieu de jeux (hors proximité immédiate de l'habitation) et l'usine. Bourg Fidèle. 2002 (N=46)**

<b>Distance du lieu de jeux</b>	<b>Nombre</b>
100 à 300 m	7
350 à 600 m	30
650 à 900 m	9

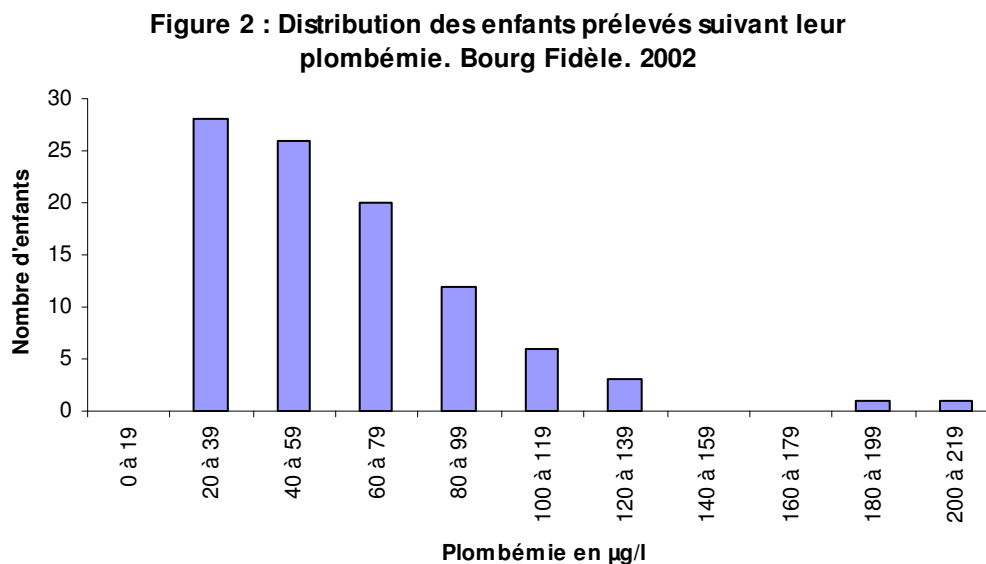
**Tableau 16 : Distribution des enfants prélevés selon l'indice de vent du lieu de jeux (hors proximité immédiate de l'habitation). Bourg Fidèle. 2002 (N=46)**

<b>Indice de vent du lieu de jeux</b>	<b>Nombre</b>
Indice 3	17
Indice 2	23
Indice 1	6

### III.4. Plombémie

#### III.4.1. Distribution des enfants suivant leur plombémie

La distribution des valeurs de plombémies est la suivante :



Les caractéristiques de cette distribution sont :

Moyenne arithmétique : 63 µg/l

Moyenne géométrique : 56 µg/l

Médiane : 51 µg/l

Percentile 25 : 38 µg/l

Percentile 75 : 80 µg/l

Maximum : 201 µg/l

Par rapport aux seuils de suivi sanitaire, 11 enfants (11 %) ont une plombémie supérieure à 100 µg/l et aucune plombémie n'est supérieure à 250 µg/l.

#### III.4.2. Analyse unifactorielle

Le tableau 17 présente les résultats de l'analyse unifactorielle. Les chiffres en gras signalent les associations significatives.

##### ➤ *Age*

Il n'apparaît pas de différence significative entre les moyennes géométriques des plombémies dans les différentes classes d'âge ( $p = 0,62$ ).

##### ➤ *Sexe*

Même si elle apparaît plus importante chez les garçons, la moyenne géométrique des plombémies ne diffère pas significativement selon le sexe (63 µg/l chez les garçons, 53 µg/l chez les filles,  $p = 0,15$ ).

##### ➤ *Fratrie*

La moyenne géométrique des plombémies ne diffère pas significativement selon la taille de la fratrie ( $p = 0,50$ ).

➤ **Autres variables**

En analyse unifactorielle, 7 variables apparaissent associées significativement aux variations de la plombémie.

- *Exposition professionnelle des parents :*

Le fait qu'un des deux parents (ou les deux) travaille à Métal Blanc tend à augmenter la plombémie.

- *Habitation :*

Lorsque la date de construction du logement de l'enfant est antérieure à 1948, la plombémie est supérieure ;

Les enfants qui habitent Bourg Fidèle ont une plombémie inférieure à ceux qui n'y habitent pas (à noter que 12 des 16 enfants qui n'habitent pas Bourg Fidèle ont un de leur parent qui travaille à Métal Blanc).

La plombémie des enfants qui habitent Bourg Fidèle diminue lorsque la distance du logement à l'usine augmente ;

La plombémie des enfants qui habitent Bourg Fidèle est, en moyenne, plus importante pour les 10 enfants qui n'habitent pas sous le vent de l'usine (indice 1) ;

- *Variables individuelles et habitudes de vie :*

La plombémie des enfants qui ne consomment pas de végétaux produits à Bourg Fidèle est plus importante que celle des enfants qui en consomment. En revanche, pour les enfants consommant des végétaux produits à Bourg Fidèle, la plombémie augmente lorsque la part représentée par ces végétaux dans la consommation totale augmente.

La plombémie des enfants ayant déjà bénéficié d'un dosage antérieurement est plus importante que celle des autres enfants.

**Tableau 17 : Résultats de l'analyse unifactorielle. Bourg Fidèle. 2002**

<b>Variabiles</b>	<b>Moyenne géométrique en µg/l</b>	<b>effectif</b>	<b>p (K-W)<sup>(1)</sup></b>
<b><i>Variabiles individuelles</i></b>			
<b>Sexe (N=97)</b>			
garçon	63	34	
filie	53	63	0,15
<b>Classe d'âge (N=97)</b>			
[1-2 ans[	61	6	
[2-4 ans[	58	20	
[4-6 ans[	53	18	
[6-8 ans[	59	20	
[8-10 ans[	60	20	
[10 ans et +	46	13	0,62
<b>Nombre d'enfants dans la fratrie (N=97)</b>			
1	47	12	
2	56	57	
3	63	25	
4	55	3	0,50
<b>Réalisation d'une plombémie antérieure (N=97)</b>			
Oui	61	56	
Non	50	40	<b>0,030</b>
Non réponse	(38) <sup>(2)</sup>	1	

<b>Variabes</b>	<b>Moyenne géométrique en µg/l</b>	<b>effectif</b>	<b>p (K-W)<sup>(1)</sup></b>
<b><i>Habitudes de vie – comportements et alimentation</i></b>			
<b>Portage mains ou objets à la bouche (N=97)</b>			
Oui	58	46	0,73
Non	55	51	
<b>Lavage des mains avant les repas (N=97)</b>			
Presque toujours	59	60	0,53
Le plus souvent	53	22	
De temps en temps	52	11	
Presque jamais	44	4	
<b>Origine de l'eau consommée (N=97)</b>			
eau du robinet exclusivement	63	7	0,72
eau en bouteille exclusivement	55	68	
parfois l'une, parfois l'autre	59	20	
non réponse	(53)	2	
<b>Part de la consommation représentée par les végétaux produits à Bourg Fidèle (N=97)</b>			
Nulle	64	59	0,0007
Moins du quart	43	29	
Plus du quart	58	9	
<b>Temps passé à l'extérieur dans Bourg Fidèle (N=86)</b>			
Moins d'1h	49	19	0,46
Entre 1h et 3h	54	41	
Entre 3h et 5h	58	26	
<b><i>Exposition professionnelle des parents</i></b>			
<b>Travail d'un des parents à Métal Blanc (N=97)</b>			
Oui	81	19	0,0004
Non	51	78	
<b>Travail du père dans une autre entreprise où l'on manipule des métaux (N=78)</b>			
Oui	49	31	0,61
Non	53	48	
<b><i>Habitation</i></b>			
<b>Logement antérieur à 1948 (N=97)</b>			
Oui	64	38	0,012
Non	50	51	
Ne sait pas	(60)	7	
Non réponse	(105)	1	
<b>Origine de l'eau distribuée (N=97)</b>			
Distribution publique	56	92	0,93
Puits particulier	54	3	
Non réponse	(53)	2	

<b>Variabes</b>	<b>Moyenne géométrique en µg/l</b>	<b>effectif</b>	<b>p (K-W)<sup>(1)</sup></b>
<b>Présence de tuyaux en plomb (N=97)</b>			
Oui	79	8	0,12
Non	54	62	
Ne sait pas	(56)	25	
Non réponse	(53)	2	
<b>Résidence à Bourg Fidèle (N=97)</b>			
Oui	53	81	<b>0,045</b>
Non	73	16	
<b>Distance du logement à l'usine (N=81)</b>			
100 à 300 m	68	20	<b>r<sup>(3)</sup> = -0,26</b>
350 à 600 m	47	38	
650 à 900 m	59	18	
+ de 900 m	36	5	
<b>Indice des vents du logement (N=81)</b>			
Indice 3	55	38	<b>0,015</b>
Indice 2	46	33	
Indice 1	74	10	
<b>Autres lieux de vie</b>			
<b>Distance de l'école ou du lieu de garde à l'usine (N=74)</b>			
350 à 600 m	51	73	<b>r<sup>(3)</sup> = -0,16</b>
650 à 900 m	48	1	
<b>Indice des vents de l'école ou du lieu garde (N=74)</b>			
Indice 3	51	71	0,67
Indice 2	54	3	
<b>Distance du lieu de jeux à l'usine (N=46)</b>			
100 à 300 m	64	7	<b>r<sup>(3)</sup> = -0,03</b>
350 à 600 m	53	30	
650 à 900 m	66	9	
<b>Indice des vents du lieu de jeux (N=46)</b>			
Indice 3	51	17	0,35
Indice 2	63	23	
Indice 1	54	6	

<sup>(1)</sup> p (K-W) : test de Kruskal-Wallis

<sup>(2)</sup> Les chiffres entre parenthèses n'ont pas été considérés dans les tests de comparaison des moyennes.

<sup>(3)</sup> r : coefficient de corrélation de Pearson

### III.4.3. Enquêtes environnementales

Il a été proposé la réalisation d'une enquête environnementale à domicile pour les 11 enfants présentant des plombémies supérieures à 100 µg/l et pour un dont la plombémie s'élevait à 99,1 µg/l. Ces 12 enfants appartenaient à 8 familles différentes. Sur ces 8 familles, 5 ont accepté l'enquête ce qui a permis à 7 enfants sur les 12 de bénéficier d'une enquête à domicile réalisée par le Service Santé Environnement de la DDASS durant l'été 2002 [15].

Parmi les 7 enfants ayant bénéficié d'une enquête environnementale, 5 ont un père salarié à Métal Blanc. Des prélèvements de poussières effectués à l'intérieur des habitations ainsi qu'à l'extérieur ou dans les habitacles des voitures ont montré des contaminations au plomb entre 150 et 600 µg/m<sup>2</sup> chez 3 d'entre eux et beaucoup plus fortes chez les deux autres (jusqu'à 17 500 µg/m<sup>2</sup>). Le seuil de

positivité retenu en France (en dessous duquel les études semblent montrer que peu d'enfants sont intoxiqués) est égal à 300 µg/m<sup>2</sup> (recommandation du comité technique plomb, 1994).

Chez 4 des 7 enfants, il y a des canalisations en plomb. Cependant, les parents ont indiqué que ces enfants ne boivent pas l'eau du robinet.

Chez un enfant, il a été observé l'existence de peintures anciennes contenant du plomb dans l'habitation peu accessible. En revanche, chez deux enfants, des boiseries (portes et fenêtres) entreposées à l'extérieur dans le jardin étaient recouvertes de peintures au plomb fortement dégradées susceptibles de constituer une source majeure d'intoxication.

Aucun des 5 enfants dont la plombémie était supérieure à 100 µg/l et pour lesquels les parents ont refusé l'enquête environnementale n'a de parent travaillant à Métal Blanc. Pour 4 de ces 5 enfants (2 des 3 familles concernées) une enquête environnementale avait en revanche été réalisée en 1998. Dans l'une des familles avait alors été mises en évidence des sources d'expositions particulières et importantes (eau d'un puits et peintures au plomb). L'enfant pour lequel il n'a pas été réalisé d'enquête à domicile ni en 1998, ni en 2002 habite une maison neuve.

Au final, 5 enfants ont été considérés comme probablement soumis à des sources spécifiques et importantes d'exposition au plomb, sans aucun lien avec Métal Blanc. Il s'agit des 2 enfants dans le jardin desquels étaient entreposées des boiseries et des 3 enfants au domicile desquels il n'a pas été réalisé d'enquête environnementale en 2002 mais pour lesquels l'enquête de 1998 avait mis en évidence des sources d'exposition particulières. Pour la suite de l'analyse des facteurs de risque (analyse multifactorielle), ces 5 enfants n'ont pas été pris en compte.

Une enquête environnementale a également été réalisée dans les écoles (maternelle et primaire). Des peintures récentes recouvrant des murs et des boiseries (portes) étaient écaillées d'où un risque d'accessibilité de peintures anciennes contenant du plomb.

#### **III.4.4. Analyse multifactorielle**

L'analyse multifactorielle n'a porté que sur les enfants habitant Bourg Fidèle et non soumis à une source d'exposition spécifique soit, au total, 78 enfants. En effet, pour faire tourner le logiciel, les variables introduites dans le modèle doivent être renseignées pour l'ensemble des enfants considérés. La variable « distance à l'usine » n'étant disponible et pertinente que pour les enfants habitant Bourg Fidèle, seuls ceux-ci ont été pris en compte dans l'analyse multifactorielle.

Les facteurs de risque suivants (dont l'association, dans l'analyse unifactorielle, était significative) ont été introduits dans le modèle :

- travail d'un des parents (ou des 2) à Métal Blanc ;
- logement antérieur à 1948 ;
- distance du logement à l'usine ;
- indice des vents du logement ;
- part de la consommation représentée par les végétaux produits à Bourg Fidèle.

La variable « résidence à Bourg Fidèle », bien que significative en analyse unifactorielle, n'a pas été considérée puisque seuls les enfants habitant Bourg Fidèle étaient pris en compte dans l'analyse.

En revanche, certaines variables proches de la significativité ( $p < 0,20$ ) ont été introduites dans le modèle (sexe, présence de tuyaux en plomb).

Par ailleurs, l'âge a également été retenu et imposé au modèle puisque, classiquement, la plombémie diminue avec l'âge. Ceci avait d'ailleurs été observé dans l'enquête réalisée en 1998 à Bourg Fidèle.

Dans le modèle final, seuls l'âge, le travail d'un des deux parents à Métal Blanc et la distance du logement à l'usine ont été retenus.

- Les variables « travail d'un des parents à Métal Blanc » et « distance du logement à l'usine » contribuaient à expliquer les variations de la plombémie de manière significative ( $p = 0,0005$  et  $p = 0,0002$  respectivement).



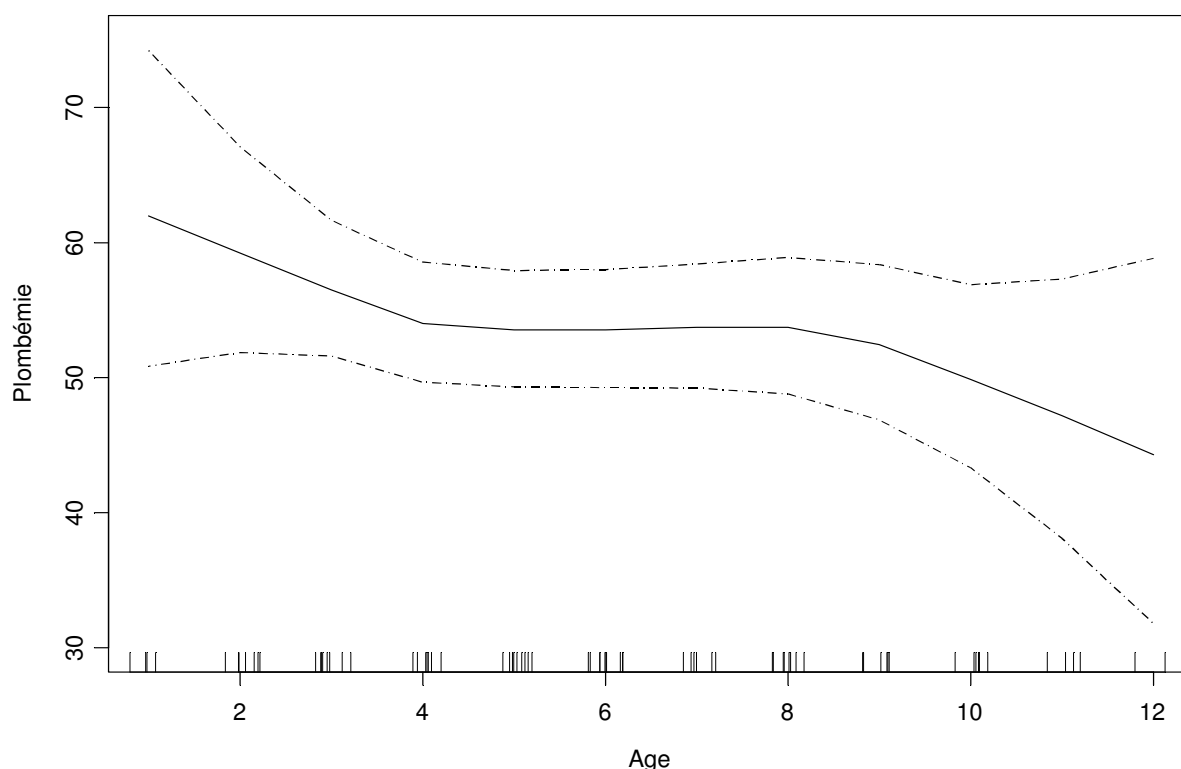
- L'âge a été conservé dans le modèle bien que sa contribution n'apparaisse pas significative.
- Les variables « logement antérieur à 1948 », « résidence à Bourg Fidèle », « indice des vents du logement », « sexe » et « présence de tuyau en plomb » n'étaient plus significatives dans l'analyse multifactorielle ( $p > 0,05$ ).
- La variable « part de la consommation représentée par les végétaux produits à Bourg Fidèle » restait significative ( $p = 0,01$ ), mais apparaissait incohérente avec des plombémies élevées pour les enfants non consommateurs ou fortement consommateurs de végétaux et des plombémies plus faibles pour les enfants consommateurs modérés.

Une fois le modèle final construit, une transformation de la variable plombémie par sa racine carrée a permis de stabiliser les résidus.

#### ➤ *Age*

La figure 3 montre la forme de la relation entre l'âge et la plombémie.

**Figure 3 : Evolution des niveaux de plombémies en fonction de l'âge. Modèle construit à partir de 78 observations (enfants résidant à Bourg Fidèle). Bourg Fidèle. 2002**



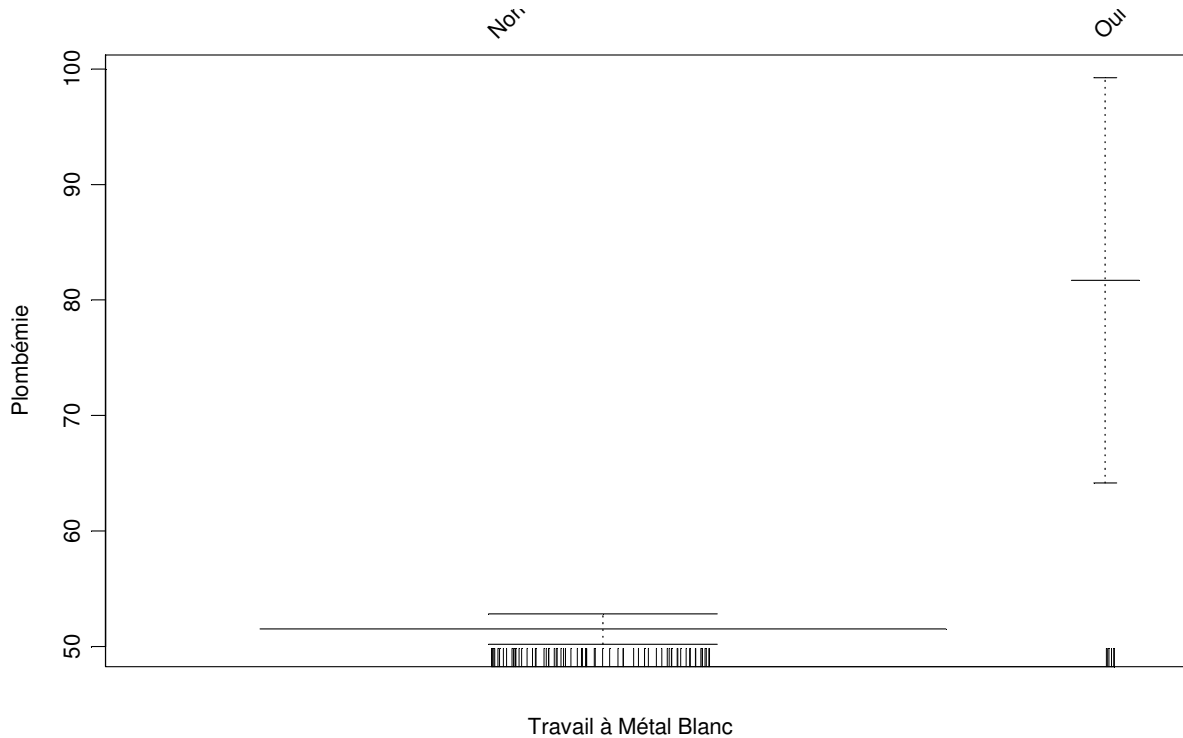
(Les tirets sur l'axe des abscisses du graphique correspondent chacun à une observation).

Bien que non significative, la relation indique une tendance à la décroissance de la plombémie avec l'âge.

#### ➤ *Travail d'un des parents (ou des 2) à Métal Blanc*

Comme l'indique la figure 4, la moyenne géométrique des plombémies pour les enfants dont au moins un des parents travaille à Métal Blanc (moyenne ajustée sur les autres facteurs de variation) est plus élevée que celle des autres enfants (82 versus 51  $\mu\text{g/l}$ ).

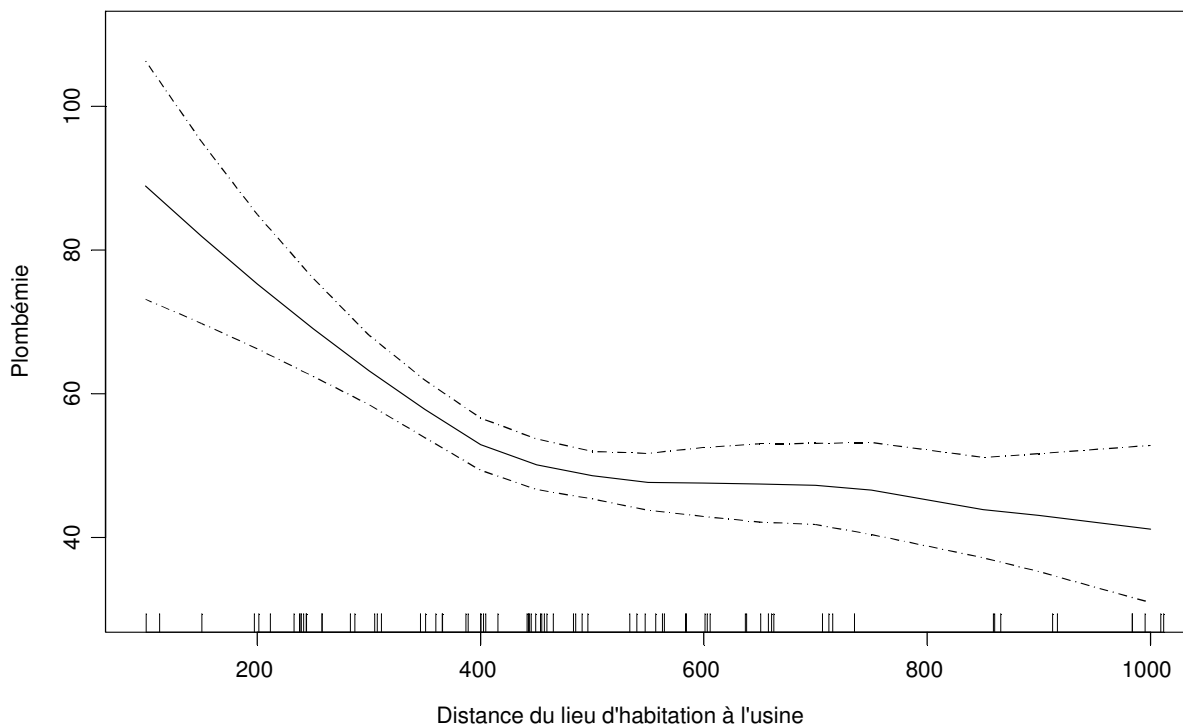
**Figure 4 : Relation entre le travail d'un des parents à Métal Blanc et la plombémie.  
Modèle construit à partir de 78 observations (enfants résidant à  
Bourg Fidèle). Bourg Fidèle. 2002**



➤ **Distance du logement à l'usine**

La figure 5 montre la forme de la relation entre la distance du logement à l'usine et la plombémie.

**Figure 5 : Evolution des niveaux de plombémies en fonction de la distance du logement à l'usine. Modèle construit à partir de 78 observations (enfants résidant à Bourg Fidèle). Bourg Fidèle. 2002**



L'analyse multifactorielle montre que la plombémie décroît avec la distance du logement à l'usine principalement entre 100 et 500 mètres. Ensuite, entre 500 et 1000 mètres, la relation s'atténue. Parmi les 81 enfants prélevés habitant Bourg Fidèle, 47 (58 %) habitent à 500 mètres ou moins de l'usine. La différence de plombémie prédite par le modèle entre un enfant qui habite à 300 mètres de l'usine et un enfant qui habite à 800 mètres est égale à 18 µg/l.

## IV. DISCUSSION

### IV.1. Prise en charge des enfants présentant des imprégnations saturnines excessives

Le premier objectif de cette nouvelle enquête était de repérer et prendre en charge les enfants présentant toujours une exposition excessive au plomb.

La valeur de 100 µg/l a été retenue par les autorités sanitaires françaises comme étant le seuil à partir duquel il y a imprégnation excessive au plomb et nécessité d'une prise en charge individuelle comprenant :

- des conseils d'hygiène ;
- la réalisation d'une enquête environnementale approfondie au domicile afin de rechercher les sources spécifiques d'exposition ;
- le suivi de la plombémie tous les 3-4 mois.

Au-delà de 250 µg/l, un bilan hospitalier doit être réalisé.

Un tiers des enfants invités à participer à l'enquête ne se sont pas présentés. Il ne peut être exclu que parmi ces enfants certains soient soumis à une exposition excessive au plomb et n'aient pas pu être repérés.

Parmi les 97 enfants prélevés, aucun enfant ne présentait de plombémie supérieure à 250 µg/l. Onze (11 %) présentaient une plombémie supérieure à 100 µg/l et une plombémie égale à 99,1 µg/l.

Six de ces 12 enfants dont la plombémie se situait entre 99,1 µg/l et 201,5 µg/l avaient plus de 6 ans. En 1999, l'INSERM, dans une expertise collective [16], estimait qu'environ 2 % des enfants de 1 à 6 ans en France présentaient une plombémie supérieure à 100 µg/l et, par conséquent, recommandait de développer des programmes de dépistage chez les enfants de 1 à 6 ans vivant dans un habitat ancien dégradé ou à proximité d'un site industriel exposé. Pour Bourg Fidèle, le choix de ne pas restreindre l'enquête aux seuls enfants de 1 à 6 ans mais d'inclure les enfants de 1 à 11 ans, afin que la population d'étude soit identique à celle de 1998, apparaît donc justifié a posteriori.

Sept enfants ont pu bénéficier d'une visite du service santé environnement de la DDASS (enquête environnementale et conseils individuels).

Pour 3 d'entre eux, la seule source d'intoxication relevée était les poussières ramenées de l'usine par le père. Pour deux autres, cette source semblait également participer de manière importante à l'exposition des enfants malgré l'existence d'une autre source spécifique. Les salariés prennent obligatoirement une douche et changent de vêtements et de chaussures après leur journée de travail. Les vêtements de travail sont lavés au sein de l'entreprise. Cependant, il semble qu'en traversant la cour de l'usine pour sortir, les salariés peuvent entraîner des poussières contaminées sur leurs chaussures « de ville ». Ces poussières se déposent dans les voitures (quand les trajets domicile-travail sont fait en voiture) et à l'intérieur des maisons.

Il est regrettable que cinq enfants n'aient pas pu bénéficier d'une enquête environnementale du fait d'un refus des parents. Des enquêtes avaient précédemment été réalisées au domicile de 4 d'entre eux (suite à l'étude de 1998), ce qui explique probablement en partie les refus. Malgré les conseils dispensés lors des enquêtes de 1998, ces 4 enfants restent exposés de manière excessive ce qui rend d'autant plus regrettable l'absence d'une nouvelle visite de la DDASS. Il reste que les médecins traitants de l'ensemble des enfants prélevés ont été informés des mesures de prise en charge nécessaires pour les enfants dont la plombémie dépasse 100 µg/l. Cela a peut-être permis

que les 5 enfants n'ayant pas bénéficié d'enquête environnementale aient reçu des conseils visant à réduire leur exposition.

## IV.2. Distribution des plombémies

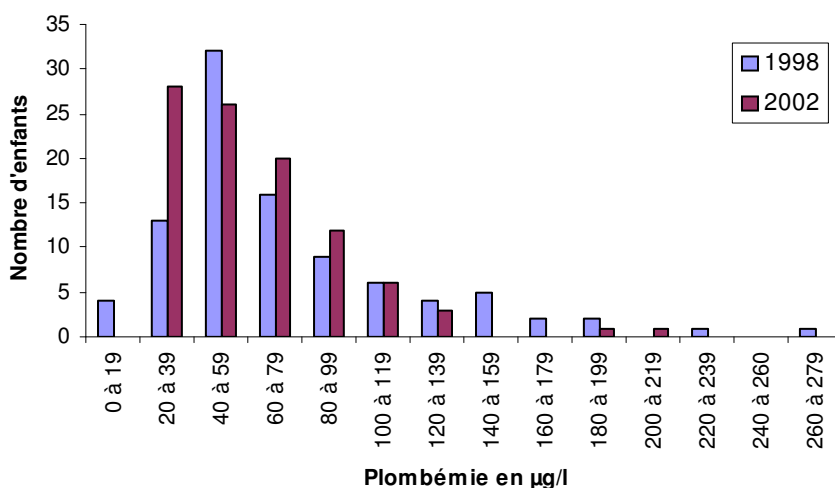
### IV.2.1. Comparaison des distributions des plombémies observées en 1998 et 2002

Le deuxième objectif de l'enquête était d'évaluer l'impact sanitaire des mesures de réduction des expositions mises en œuvre entre 1998 et 2002 en comparant les résultats des enquêtes de 1998 et 2002 réalisées selon des protocoles similaires.

A première vue, la comparaison des distributions des plombémies observées en 1998 et 2002 (figure 3 et tableau 18) donne :

- une diminution de 5 % de la moyenne géométrique des plombémies entre 1998 et 2002 ;
- un pourcentage des enfants qui dépassent la valeur seuil de 100 µg/l deux fois moins élevé en 2002.

**Figure 3 : Distribution des enfants prélevés en 1998 et en 2002 suivant leur plombémie. Bourg Fidèle. 2002**



**Tableau 18 : Distribution des enfants prélevés en 1998 et en 2002 suivant leur plombémie. Bourg Fidèle. 2002**

	1998	2002
Effectifs	N=95	N=97
Moyenne arithmétique	74 µg/l	63 µg/l
Moyenne géométrique	59 µg/l	56 µg/l
Médiane	57 µg/l	51 µg/l
Percentile 25	44 µg/l	38 µg/l
Percentile 75	89 µg/l	80 µg/l
Maximum	265 µg/l	201 µg/l
% > 100 µg/l	22 % (N=21)	11 % (N=11)
% > 250 µg/l	1 % (N=1)	0 % (N=0)

Il convient cependant de donner les limites d'une telle comparaison.

#### ➤ *Limite liée à la participation*

La principale limite de la comparaison tient au fait qu'en 1998 comme en 2002 l'ensemble de la population ciblée n'a pas participé.

En 1998, 95 enfants avaient participé à l'enquête sur les 132 invités, soit une participation de 72 %. La participation à la nouvelle enquête a été légèrement plus faible, égale à 67 % (97 enfants sur 145).

Cette baisse de participation marque probablement une certaine lassitude de la part de la population de Bourg Fidèle puisqu'en comptant les campagnes de plombémies de suivi, il s'agissait de la cinquième fois que des enfants du village étaient invités par la DDASS pour la réalisation d'une plombémie. 51 enfants sur les 97 prélevés en 2002 avaient d'ailleurs déjà participé à au moins une précédente campagne de dépistage organisée par la DDASS.

Par ailleurs, comme cela a pu être exprimé lors de la réunion publique d'information préalable à l'enquête, certains parents préfèrent un suivi individuel de leur enfant par son médecin traitant plutôt que de participer à une enquête organisée par la DDASS à qui ils ne font probablement pour certains qu'une confiance modérée. Il semble notamment que l'enquête judiciaire menée en 1998 au cours de laquelle la justice avait saisi à la DDASS les données individuelles de plombémies de l'enquête de 1998 ait eu des conséquences négatives sur la confiance de la population envers la DDASS. Cependant, la directrice de l'école de Bourg Fidèle a largement favorisé la participation des enfants à l'enquête 2002. La direction de l'usine Métal Blanc a indiqué avoir fait de même auprès de ses salariés.

La difficulté de comparer les résultats de 2002 avec ceux de 1998 réside dans le fait qu'il n'est pas possible de savoir si les populations des enfants prélevés lors de ces deux enquêtes sont représentatives de l'ensemble des enfants invités respectivement en 2002 et 1998. La question est en fait de savoir quelles sont les caractéristiques individuelles et d'exposition des enfants n'ayant pas participé aux enquêtes de 1998 et 2002, si ces caractéristiques sont particulières comparées à celles des autres enfants et si lors des deux enquêtes les enfants n'ayant pas participé se ressemblent. Ainsi différents éléments sont susceptibles de biaiser la comparaison des résultats de 2002 avec ceux de 1998 et notamment :

- le fait que les enfants aient ou non déjà bénéficié d'un dosage de plombémie et les niveaux de plombémies précédemment observés :
  - Les enfants qui ont déjà été invités à participer à l'enquête de 1998 ou à la campagne de dépistage de juin 2000 peuvent être venus davantage que les autres (plus concernés, mieux informés, moins d'appréhension ...) ou au contraire s'être moins mobilisés (impression de déjà fait).
  - Les enfants qui avaient des plombémies importantes lors des précédents dosages et qui ont donc bénéficié d'un suivi ultérieur ont peut-être moins participé que ceux qui avaient des plombémies antérieures faibles, le contraire étant également possible.
- le fait que l'adhésion à l'enquête ait pu être différente selon certaines caractéristiques d'exposition :
  - Les familles résidant à Bourg Fidèle ressentent peut-être une lassitude plus importante vis-à-vis du « problème Métal Blanc » que celles qui n'y résident pas ou, à l'inverse, se sentent toujours plus concernées.
  - Les salariés de Métal Blanc peuvent avoir davantage été incités à participer à l'enquête en 2002 qu'en 1998. A l'inverse, d'après la direction de Métal Blanc, l'enquête judiciaire de 1998 pourrait être à l'origine de certains refus de participer à l'enquête de 2002.

Des réponses partielles peuvent être apportées à ces hypothèses sur les biais possibles de participation en comparant, pour les enquêtes de 1998 et 2002, les populations d'enfants prélevés aux populations d'enfants invités.

En 1998, parmi les 132 enfants invités, il y avait 74 filles (56 %), 39 enfants dont l'un des parents travaillait à Métal Blanc (29 %), 98 enfants résidant à Bourg Fidèle (74 %). Parmi les 95 enfants prélevés il y avait 57 filles (60 %), 14 enfants dont l'un des parents travaille à Métal Blanc (15 %),

86 enfants résidant à Bourg Fidèle (90 %). La population prélevée était donc relativement représentative de la population invitée en ce qui concerne le sexe ratio. En revanche, les enfants des salariés avaient peu participé (taux de participation de 36 % chez les enfants de salariés et de 87 % chez les autres ; différence statistiquement significative). Comme l'exposition paraprofessionnelle était un important facteur de risque, la moyenne des plombémies qui aurait été obtenue chez les 132 enfants invités aurait certainement été supérieure à celle calculée pour les 95 enfants prélevés.

En 2002, parmi les 145 enfants invités, il y avait 77 filles (53 %), 30 enfants dont l'un des parents travaille à Métal Blanc (21 %), 117 enfants résidant à Bourg Fidèle (81 %). Parmi les 97 enfants prélevés, il y avait 63 filles (64 %), 19 enfants dont l'un des parents travaille à Métal Blanc (20 %), 81 enfants résidant à Bourg Fidèle (83 %). Sur les paramètres relatifs à l'activité professionnelle des parents et au lieu de résidence, la population prélevée semble assez représentative de la population invitée. En revanche, la mobilisation a été supérieure chez les filles que chez les garçons (81 % des filles invitées sont venues contre 50 % des garçons ; proportions significativement différentes). Compte tenu de la tendance observée de plombémies inférieures chez les filles par rapport aux garçons, la différence de mobilisation induit, probablement, une moyenne des plombémies chez les 97 enfants prélevés légèrement inférieures à la moyenne qui aurait été obtenue chez les 145 enfants invités.

#### ➤ *Limite liée à l'interprétation de l'évolution observée entre 1998 et 2002*

Une autre limite de la comparaison tient à son interprétation. L'objectif est d'évaluer l'efficacité, en terme de santé publique, des mesures mises en œuvre depuis 1998 pour réduire, de manière générale, l'exposition des enfants de Bourg Fidèle et des salariés de Métal Blanc (réduction des émissions, dépollution des sols, amélioration de l'hygiène industrielle). Cependant, la réduction apparente entre 1998 et 2002 des niveaux des plombémies des enfants peut également être en partie liée à des changements individuels ayant réduit l'exposition de certains enfants (rénovation de peintures dégradées, modification des habitudes de nettoyage du logement, changement des comportements alimentaires et d'hygiène personnelle ...). En effet, suite aux précédentes campagnes de dépistage, certaines familles (dont les enfants ont de nouveau été prélevés lors de cette enquête) ont pu bénéficier de conseils individuels. Il ressort d'ailleurs que, parmi les enfants prélevés en juin 2002 ayant eu un précédent dosage de plombémie, 41 % ont modifié leurs habitudes, cette proportion est de 64 % chez ceux ayant eu une plombémie supérieure à 100 µg/l lors d'un précédent dosage. De plus, la connaissance générale des habitants de Bourg Fidèle sur les risques d'exposition au plomb est probablement supérieure en 2002 à ce qu'elle était en 1998 du fait de l'ensemble des informations diffusées (courriers, réunions publiques ...) sans qu'il soit possible de dire si cette connaissance a engendré des modifications de comportements.

#### **IV.2.2. Comparaison des moyennes des plombémies pour les enfants prélevés lors des différentes campagnes de dépistage organisées par la DDASS**

51 enfants sur les 97 prélevés avaient déjà participé à au moins une des précédentes campagnes de dépistage organisées par la DDASS.

- 33 avaient eu un dosage de plombémie lors de l'enquête de 1998. En juin 1998, la moyenne géométrique des plombémies de ces 33 enfants était égale à 81 µg/l. En juin 2002, elle était de 60 µg/l.
- 27 avaient bénéficié d'une plombémie en juin 2000. Pour 18 d'entre eux, il s'agissait d'un premier dosage, pour 9 autres il s'agissait d'une plombémie de suivi (ils avaient déjà été prélevés en juin 1998). En juin 2000, la moyenne géométrique des plombémies des 27 enfants était égale à 67 µg/l. Elle était de 59 µg/l pour les 18 enfants nouvellement dépistés. En juin 2002, les moyennes géométriques des plombémies de ces enfants étaient de 75 µg/l pour les 27 et de 65 µg/l pour les 18.

Ainsi, les enfants pour lesquels on dispose d'un suivi présentent, en moyenne, des plombémies qui ont diminué entre 1998 et 2002 mais qui ont augmenté entre 2000 et 2002.

La difficulté dans l'interprétation de ces mesures tient notamment au fait que, classiquement, les plombémies individuelles des enfants décroissent avec l'âge. Ainsi, une diminution des plombémies au sein d'un groupe d'enfants suivis dans le temps peut être en partie liée au fait que les enfants grandissent. De plus, comme dans la comparaison des résultats des enquêtes de 1998 et 2002, mais de manière accentuée puisque tous les enfants ont eu un premier prélèvement au cours duquel leurs parents ont été sensibilisés au problème du plomb, il est impossible lorsqu'une baisse des plombémies est observée de faire la part entre ce qui relève d'une modification des comportements d'hygiène et ce qui relève d'une réduction des expositions liées à l'usine.

Cependant, quelles qu'en soient les causes, il apparaît clairement que la situation des enfants suivis dans le temps s'est améliorée entre 1998 et 2002, ce qui va dans le même sens que ce qui est observé par comparaison des enquêtes de 1998 et 2002. En revanche, la situation de ces enfants s'est dégradée entre 2000 et 2002 ce qui peut être en partie dû à un relâchement des comportements individuels d'hygiène mais pas seulement, d'autant que les enfants ont 2 ans de plus. Cette dégradation est donc aussi liée, de manière très probable, aux émissions importantes de l'usine en 2001 du fait d'un dysfonctionnement des filtres et, possiblement, au moindre respect des règles d'hygiène industrielle par les salariés (baisse de la vigilance).

#### **IV.2.3. Comparaison avec la moyenne régionale**

En 1995, une enquête nationale avait été menée par l'INSERM et le Réseau National de Santé Publique [17]. Elle avait permis d'estimer les plombémies moyennes régionales des enfants de 1 à 6 ans après ajustement sur des facteurs individuels (âge, sexe, origine ethnique et niveau d'études des parents, exposition liée aux loisirs ou à l'activité professionnelle d'un des parents) et environnementaux (ancienneté et état du logement, proximité du trafic automobile, exposition à l'eau de distribution). Chez les enfants de 1 à 6 ans de la région Champagne-Ardennes, la moyenne géométrique ajustée des plombémies était de 37 µg/l avec un percentile 95 à 68 µg/l. Il n'existe pas de données globales plus récentes sur la région. La moyenne géométrique des plombémies des 44 enfants de l'enquête âgés de 1 à 6 ans a été calculée. Elle s'établit à 56 µg/l (égale à la moyenne géométrique des plombémies de l'ensemble des 97 enfants), elle est de 91 chez les 8 enfants de moins de 6 ans des salariés de Métal Blanc et de 51 chez les autres. Comme en 1998, la population d'étude n'est probablement pas strictement comparable à la population des enfants de Champagne Ardennes en ce qui concerne les facteurs individuels de variation de la plombémie. Cependant, les différences entre les moyennes géométriques des plombémies des enfants prélevés lors de l'enquête avec celle des enfants de Champagne-Ardenne permet de conclure que les enfants de Bourg Fidèle et des salariés de Métal Blanc restent plus exposés au plomb que la moyenne des enfants de la région.

En écartant les 5 enfants pour lesquels une exposition domestique importante a été détectée ou suspectée, la moyenne géométrique des plombémies reste encore supérieure à la moyenne régionale : 53 µg/l pour l'ensemble des enfants de moins de 6 ans, 82 µg/l chez ceux des salariés de Métal Blanc, 49 µg/l chez les autres.

#### **IV.2.4. Comparaison avec d'autres études menées en France autour de sites industriels travaillant le plomb**

Ces dernières années, plusieurs programmes de dépistage ont été menés en France à proximité de sites industriels travaillant le plomb. Le tableau 19 page suivante issu de [18] en donne une synthèse.

La moyenne géométrique des plombémies observées à Bourg Fidèle reste importante par rapport à celles trouvées dans les autres études françaises récentes. Elle est supérieure aux moyennes géométriques observées à Seure en Côte d'Or et à Arnas dans le Rhône dans des études incluant des enfants d'une tranche d'âge équivalente. De même, par rapport à ces deux études, il y a toujours une proportion plus forte d'enfants dont la plombémie dépasse 100 µg/l à Bourg Fidèle. Les résultats

trouvés à Bourg Fidèle se rapprochent davantage de ceux trouvés chez les enfants vivant à proximité de la fonderie Noyelles Godault dans le Pas-de-Calais.

La moyenne géométrique des plombémies des enfants dont au moins l'un des parents travaille à Métal Blanc est de 81  $\mu\text{g/l}$  et 26 % de ces enfants (5 sur 19) ont une plombémie supérieure à 100  $\mu\text{g/l}$ . Si l'on ne tient pas compte des deux enfants de salariés de Métal Blanc pour lesquels une source spécifique au plomb a été trouvée, on obtient une moyenne géométrique de 73  $\mu\text{g/l}$  et 18 % des enfants au-delà de 100  $\mu\text{g/l}$ . Ces chiffres sont du même ordre de grandeur que ceux rapportés dans l'étude du Loiret concernant des enfants dont au moins un membre de la famille proche travaillait dans une fabrique de batteries ou une fonderie et pour laquelle il avait été montré l'importance du risque lié à l'exposition paraprofessionnelle.





**Tableau 19 : Résultats d'études menées en France autour de sites industriels pollués par le plomb**

Réf.	année <sup>a</sup>	Description des sites industriels			Résultats des dépistages					Remarques	
		Activité et lieu	Histoire <sup>b</sup>	zone <sup>c</sup> (m)	Teneur sol <sup>d</sup> (mg/kg)	Nombre Pb <sup>e</sup>	Tranche d'âge	Moy. géo. Pb (µg/l)	Distribution Pb (µg/l)		Taux Pb ≥ 100 µg/l
[19]	1994	Fonderie de 1 <sup>ère</sup> fusion, Noyelles-Godault, Pas-de-Calais	1920 / expl. <sup>f</sup>	≈ 500	> 1000	621	6 mois-6 ans	48	[2-395]	13 % <sup>g</sup> 24 % <sup>h</sup>	
[20]	1995	Fabrique de batteries Fonderie de 2 <sup>e</sup> fusion, Loiret	- <sup>i</sup> / expl.	-	-	125	6 mois-6 ans	69 <sup>j</sup>	<200	19 %	les 125 enfants avaient un membre de leur famille proche travaillant dans l'une des usines
[21]	1999	Fabrique de composants électroniques, Seure, Côte d'Or	1964 / expl.	≈ 600	[25-16668]	297	6 mois-âge sco <sup>k</sup> .	31	<182	8 %	profondeur sol : 30 cm
[18]	1999	Fonderie de 2 <sup>e</sup> fusion, Arnas, Rhône	1974 / expl.	800	< 600	626	6 mois-âge sco.	39	<150	2,4 %	profondeur sol : 0-15 cm

<sup>a</sup> Année du dépistage

<sup>b</sup> Date de début de l'exploitation et état du fonctionnement de l'installation au moment de l'étude

<sup>c</sup> Distance la plus éloignée du site industriel pour laquelle les auteurs indiquent des teneurs de plomb dans les sols

<sup>d</sup> Teneurs en plomb dans les sols observées [min-max] dans la zone d'étude

<sup>e</sup> Nombre de plombémies réalisées (Pb = plombémies)

<sup>f</sup> Expl. : en cours d'exploitation

<sup>g</sup> Zone de recrutement de 3500 m autour de la fonderie

<sup>h</sup> Pour les enfants résidant dans un rayon de 1000 m autour de la fonderie

<sup>i</sup> Date de début d'exploitation inconnue

<sup>j</sup> Pas de précision sur la nature de la moyenne

<sup>k</sup> Jusqu'au CM<sub>2</sub> (11 ou 12 ans)

#### **IV.2.5. Comparaison des résultats par rapport aux estimations de l'EDR**

Les niveaux des plombémies observés sont nettement inférieurs à ceux prédits par l'EDR dans une situation de respect des prescriptions de l'arrêté préfectoral de 1996, sans tenir compte de l'exposition paraprofessionnelle : médiane des plombémies pour les enfants de 0 à 7 ans égale à 88 µg/l, probabilité pour qu'un enfant ait une plombémie supérieure à 100 µg/l de 38,2 %. Certaines valeurs entrées dans le logiciel IEUBK utilisé dans cette EDR pour effectuer les estimations des distributions des plombémies dans la population sont très probablement surestimées et notamment celles influant de manière importante sur le résultat en sortie : concentration dans les sols (prise égale à 500 ppm, ce qui ne correspond pas à la situation réelle), quantités de sols et poussières ingérées (entre 85 et 135 mg/jour selon la tranche d'âge), temps passés à l'extérieur (4h pour les 1-2 ans, 6h pour les 2-3 ans, 8h pour les 3-7 ans, ce qui ne correspond pas aux habitudes décrites par la population).

#### **IV.3. Facteurs de risques mis en évidence**

L'analyse des facteurs de risque a montré que les niveaux de plombémie dans la population des enfants prélevés dépendaient de deux facteurs : le travail d'un des parents à Métal Blanc et la distance du logement à l'usine. L'influence de ces deux facteurs sur les niveaux de plombémie avait également été trouvée en 1998.

Au final, 3 variables ont été conservées dans le modèle construit dans l'analyse multifactorielle : l'âge, le travail d'un des parents à Métal Blanc et la distance du logement à l'usine. Il apparaît que ces variables sont identiques à celles qui avaient été retenues dans le modèle construit avec les données de l'enquête réalisée en 1998.

##### **➤ *Age***

La modélisation de la relation entre l'âge et la plombémie après ajustement sur les autres variables indique une tendance à la décroissance de la plombémie avec l'âge. Cependant, cette relation n'est pas significative. D'ailleurs, le pourcentage d'enfants dont la plombémie est supérieure à 100 µg/l est exactement identique (égal à 11 %) chez les enfants de moins de 6 ans et chez ceux de 6 ans et plus. Cette observation n'est pas concordante avec les données de la littérature selon lesquelles, dans des environnements similaires, les enfants de moins de 6 ans sont plus exposés que les plus grands du fait de leurs comportements. Ce phénomène avait d'ailleurs été observé lors de l'enquête de 1998 dans laquelle l'âge apparaissait associé à une décroissance de la plombémie de manière significative. Il apparaît difficile d'expliquer pourquoi ce résultat n'est pas retrouvé en 2002. Il est envisageable de penser que les parents sont plus vigilants par rapport aux risques d'exposition de leurs jeunes enfants pour avoir été informés de leur sensibilité particulière.

##### **➤ *Travail d'un des parents à Métal Blanc***

Le travail d'un des parents à Métal Blanc entraîne une augmentation de la plombémie moyenne de 30 µg/l. Les résultats des enquêtes environnementales confirment que chez les salariés de Métal Blanc du plomb peut être retrouvé dans les poussières de la maison ou du véhicule familial [15]. Des résultats absolument équivalents avaient été trouvés en 1998 avec, à l'époque, une augmentation de la plombémie moyenne de 28 µg/l lorsqu'un des parents travaillait à Métal Blanc. Il semble donc que l'exposition para-professionnelle reste un facteur de risque majeur pour les enfants et que les mesures d'hygiène industrielle mises en place depuis 1998 n'ont pas permis de réduire les risques liés à cette exposition.

##### **➤ *Distance du logement à l'usine***

La distance du logement à l'usine est un facteur de variation de la plombémie avec une différence de plombémie estimée par le modèle de 18 µg/l entre un enfant habitant à 300 mètres de l'usine et un enfant habitant 800 mètres. Il importe de rappeler que pour l'ensemble des enfants le lieu

d'habitation est aussi le principal lieu de jeux extérieurs. En 1998, la différence de plombémie prédite par le modèle entre un enfant habitant à 300 mètres de l'usine et un enfant habitant à 800 mètres était de 42 µg/l. Ces résultats indiquent la persistance de l'influence des rejets atmosphériques de l'usine dans l'exposition des enfants avec, cependant, une réduction de cette influence par rapport à 1998. Une amélioration de la situation est donc confirmée à ce niveau certainement liée aux réductions des émissions canalisées et diffuses de l'usine. La différence de 18 µg/l entre un enfant habitant à 300 mètres de l'usine et un enfant habitant 800 mètres reste cependant importante. Elle correspond d'ailleurs approximativement à la différence entre la moyenne des plombémies des enfants de moins de 6 ans inclus dans l'enquête (en écartant ceux pour lesquels une exposition domestique a été détectée) et la moyenne régionale des plombémies chez les enfants de moins de 6 ans. Deux éléments peuvent expliquer la persistance de l'influence de la distance à l'usine :

- Les rejets atmosphériques actuels de l'usine continuent d'influencer les concentrations en plomb dans l'air ambiant au niveau du village d'où des teneurs en plomb dans l'air qui diminuent avec l'éloignement par rapport à l'usine. Ainsi, en 2001/2002, les concentrations en plomb mesurées au niveau d'un capteur situé dans le village sous les vents de l'usine étaient, la plupart du temps, inférieures à 0,5 µg/m<sup>3</sup> mais se situait en dessous du seuil de détection durant le mois de fermeture de l'usine et pouvait atteindre ponctuellement des valeurs bien plus élevées lors de dysfonctionnements des systèmes de filtration de l'usine.
- Les rejets atmosphériques passés de Métal Blanc ont généré une pollution persistante des sols plus importante à proximité de l'usine. Même si les terrains proches de l'usine présentant des teneurs supérieures à 500 ppm ont été réhabilités, cela concernait uniquement l'ancien terrain de jeu et un jardin particulier fréquenté par des enfants. En revanche, il reste dans le village, en particulier à proximité de l'usine, des sols présentant des teneurs en plomb relativement élevées, au-delà de 200 mg/kg. A titre de comparaison, l'INSERM retient une plage de contamination des poussières extérieures en zone rurale de 10 à 40 µg/l [16] et une récente étude de Gaz de France réalisée dans dix agglomérations françaises sur des sites non pollués donne des teneurs en plomb variant de 17 mg/kg à 168 mg/kg (médiane égale à 35mg/kg) [communication personnelle]. Par ailleurs, un article récent [22], se basant sur une démarche d'évaluation des risques sanitaires, considère que pour ne pas dépasser la dose journalière tolérable chez le nourrisson et le jeune enfant (2-3 ans), dans les hypothèses d'un apport alimentaire moyen et du respect de la nouvelle norme de potabilité de l'eau destinée à la consommation humaine (10 µg/l) et de la valeur limite de qualité de l'air (0,5 µg/m<sup>3</sup>), les concentrations maximales dans les sols ne devraient pas dépasser 250 mg/kg dans le cas du nourrisson et 100 mg/kg dans celui du jeune enfant.

### ➤ *Végétaux*

La consommation de fruits et légumes produits à Bourg Fidèle n'a pas été une variable retenue dans le modèle de l'analyse multifactorielle bien que restant significative après ajustement sur les autres facteurs de risque. En effet, les résultats obtenus sur cette variable apparaissaient incohérents avec des plombémies similaires chez les enfants ne consommant pas de végétaux produits à Bourg Fidèle et chez ceux en consommant beaucoup et des plombémies plus faibles chez les enfants en consommant un peu.

Le plomb étant peu assimilable par les végétaux, ceux-ci sont principalement contaminés à proximité des sites industriels par les retombées de poussières. Un bon lavage et/ou un épluchage des fruits et légumes est généralement à même d'éliminer l'essentiel de la contamination. Cependant, certains fruits et légumes ne s'épluchent pas et se lavent moins volontiers (fruits rouges tels que framboises, groseilles, cerises, ...) ou plus difficilement (poireaux, choux présentant des interstices où peuvent rester accrochées des poussières). Ainsi, il est généralement considéré qu'à proximité de sites industriels en activité, la consommation de végétaux produits localement est un facteur de risque d'une importance cependant modérée.

Les prélèvements réalisés en 2001 sur des végétaux à Bourg Fidèle montraient une contamination importante des végétaux non-lavés exposés aux retombées atmosphériques (fruits et légumes feuilles). Il faut noter que ces prélèvements avaient été réalisés à la période où les rejets atmosphériques de l'usine étaient élevés.

Compte tenu de ces éléments, on pouvait s'attendre à trouver éventuellement des plombémies légèrement supérieures chez les consommateurs de végétaux produits à Bourg Fidèle par rapport à ceux qui n'en consomment pas (bien que cette association n'ait pas été retrouvée en 1998). La relation obtenue est inverse. Le rôle « protecteur » joué par la consommation de végétaux locaux paraît difficile à expliquer d'autant que la comparaison entre les forts consommateurs et les consommateurs modérés va dans le sens attendu (plombémies plus fortes chez les forts consommateurs). Une hypothèse pour tenter d'expliquer ce résultat peut être envisagée sans que rien ne permette de la vérifier. Parmi les enfants dont la plombémie est supérieure à 70 µg/l, seuls 23 % (8 sur 34) indiquent consommer des végétaux produits à Bourg Fidèle contre 48 % (30 sur 63) parmi ceux dont la plombémie est inférieure à 70 µg/l. Or, seuls 29 enfants sur les 63 dont la plombémie est inférieure à 70 µg/l ont déjà bénéficié d'un dosage (46 %) et aucun d'entre eux n'a eu de plombémies supérieures à 100 µg/l. En revanche, 22 enfants sur les 34 dont la plombémie est supérieure à 70 µg/l ont déjà bénéficié d'un dosage (65 %) et 11 d'entre eux ont déjà eu une plombémie supérieure à 100 µg/l. Les enfants dont la plombémie est supérieure à 70 µg/l ont donc davantage bénéficié de conseils visant à réduire leur exposition, soit lors des prélèvements, soit lors des enquêtes environnementales à domicile. Cela pourrait expliquer qu'ils consomment moins de végétaux ou qu'ils déclarent en consommer moins.

#### ➤ *Autres facteurs de risque étudiés*

Comme en 1998, les autres facteurs de risques étudiés n'entraînent pas de variation significative de la plombémie.

En ce qui concerne les facteurs individuels :

- Il n'a pas été noté d'effet du sexe, bien que les résultats montrent une plombémie moyenne plus élevée (non significativement) chez les garçons.
- Le nombre d'enfants dans la fratrie n'a pas non plus d'effet sur la plombémie. Cette variable traduit en partie l'influence connue des facteurs socio-économiques sur la plombémie. Or, les facteurs socio-économiques apparaissent peu contrastés dans cette population (majorité de pères ouvriers et de mères sans activité professionnelle). C'est d'ailleurs pour cette raison et, également, du fait du nombre important de valeurs manquantes que l'influence de la catégorie socioprofessionnelle des parents sur la plombémie n'a pas été analysée.
- Le portage des mains ou d'objets à la bouche, le lavage des mains avant les repas, l'origine de l'eau consommée et le temps passé à l'extérieur n'apparaissent pas liés au niveau de la plombémie. Les informations recueillies pour deux de ces variables semblent par ailleurs surprenantes avec 72 % des enfants qui boivent exclusivement de l'eau en bouteille (seulement 7 % qui boivent exclusivement de l'eau du robinet) et 62 % des enfants pour lesquels les parents déclarent qu'ils se lavent presque toujours les mains avant les repas. Le crédit donné à de telles informations peut être mis en question.
- La date de construction de l'habitat (antérieure ou non à 1948) et la présence de tuyaux en plomb au domicile n'ont pas non plus d'effets significatifs sur la plombémie, tout en montrant des niveaux moyens de plombémie plus élevés chez les enfants habitant des logements avant 1948 et chez ceux où sont présents des tuyaux en plomb.

L'orientation des lieux de vie par rapport à l'usine n'a pas d'influence significative sur la plombémie alors que la distribution des directions et des vitesses de vent conditionne la répartition spatiale des polluants atmosphériques. La même observation avait été faite en 1998 et la même explication, liée à la qualité de l'indice construit, peut être avancée. La représentativité des données météorologiques disponibles et utilisées (rose des vents enregistrée à Régniowez, situé à 9 km de

Bourg Fidèle) n'est pas connue. En admettant qu'elle soit acceptable, la rose des vents utilisée montre des vents sans direction dominante et assez bien répartis dans l'espace en force et en intensité. Ceci a conduit à distinguer trois zones dont les expositions au vent venant de l'usine ne sont peut-être pas assez contrastées pour mettre en évidence, compte tenu de la taille de la population d'étude, un effet dû à l'orientation des lieux de vie par rapport à l'usine.

## V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

### V.1. Conclusions générales

Les plombémies observées chez les enfants ayant participé à cette enquête traduisent toujours une exposition récente au plomb supérieure à l'exposition moyenne des enfants de Champagne-Ardenne. Les deux facteurs de risque mis en évidence par l'enquête sont liés à l'activité de l'usine Métal Blanc (travail d'un des parents à Métal Blanc, distance du logement à l'usine). Ainsi, sans exclure la possibilité que des sources industrielles plus anciennes puissent participer à l'exposition des enfants, la surexposition au plomb des enfants prélevés peut toujours, pour l'essentiel, être attribuée à l'usine.

Malgré les limites d'une telle comparaison, une amélioration sensible de la situation par rapport à 1998 apparaît. Cette amélioration est principalement liée à un moindre impact des émissions actuelles et passées de l'usine, ce qui est mis en évidence par une diminution de l'influence de la distance du logement à l'usine sur les niveaux de plombémie des enfants. En revanche, le problème des poussières contaminées transportées par les parents salariés de l'usine sur des lieux fréquentés par leurs enfants (véhicule, domicile) ne semble pas avoir diminué depuis 1998. De plus, la situation générale semble plutôt s'être dégradée depuis 2000.

### V.2. Recommandations

Compte tenu de ces résultats, il semble nécessaire de mettre en œuvre des mesures complémentaires à celles déjà prises afin que la situation, encore insatisfaisante, s'améliore de manière durable. Les recommandations suivantes concernent des actions de différents types et relatives à différentes sources d'exposition persistantes.

#### ➤ *Les émissions*

La réduction des émissions de plomb dans l'environnement a eu un effet positif sur la protection de la santé des enfants du village de Bourg Fidèle. Cependant, les pics de pollution tels que ceux observés en 2001 réduisent la portée des efforts. Le contrôle des émissions en sortie des cheminées et la mesure de la qualité de l'air ambiant dans le village sont des systèmes de surveillance qui doivent impérativement être utilisés en véritables systèmes d'alerte. Chaque dépassement de seuil doit être signalé sans délai aux autorités (préfecture, DRIRE, DDASS) et des mesures correctives immédiates doivent être prises.

#### ➤ *La contamination des sols*

La réhabilitation des terrains proches de l'usine dont la teneur en plomb était supérieure à 500 ppm n'a probablement pas généré d'effets importants sur l'exposition des enfants par ingestion de sols et poussières. En effet, peu de terrains fréquentés par les enfants étaient concernés par cette mesure.

Une nouvelle campagne de prélèvements et d'analyses de la couche superficielle (premier centimètre) des sols dans la commune permettrait de décrire la situation actuelle de contamination des terrains en contact avec les enfants. Pour aboutir à une réduction de l'exposition des enfants par ingestion de sols et poussières, il conviendrait d'étudier la possibilité de proposer aux familles de Bourg Fidèle (pour les terrains privés) et à la mairie (pour les terrains de la commune) de procéder à une réhabilitation des terrains fréquentés par les enfants dont la teneur en plomb dépasse une valeur seuil à déterminer, inférieure à 500 ppm. Cette valeur pourrait être déterminée en concertation avec

la DRIRE en s'appuyant, par exemple, sur le modèle de prédiction des plombémies proposées dans l'EDR. Les paramètres individuels entrés dans le modèle pourraient être ajustés en s'appuyant sur les résultats de l'enquête. Dans un objectif fixé au préalable (ex : médiane prédite des plombémies égale à la moyenne régionale des plombémies ou probabilité pour qu'un enfant ait une plombémie supérieure à 100 µg/l inférieure à 5 %), la concentration en plomb dans les sols acceptable pourrait alors être calculée.

➤ ***Les mesures d'hygiène industrielle***

Les mesures d'hygiène industrielle mises en place par l'usine Métal Blanc, en particulier le sas d'entrée/sortie avec douche obligatoire et changement complet de vêtements, n'ont pas été suffisantes pour supprimer l'exposition paraprofessionnelle des enfants. Il apparaît que les chaussures et les voitures des salariés restent un vecteur de contamination important. Il convient donc de trouver des solutions pour améliorer la situation à ce niveau.

➤ ***L'information et le suivi***

Bien que cela ne ressorte pas clairement dans l'analyse des résultats de l'enquête, il reste certain que, dans un environnement équivalent, les habitudes de vie et comportements individuels influent sur les niveaux d'exposition au plomb des enfants. Dans un contexte tel que celui de Bourg Fidèle, il apparaît nécessaire de rappeler régulièrement aux familles concernées (ayant de jeunes enfants) les mesures simples qui permettent de réduire les expositions. Cette action ne doit pas concerner uniquement les enfants dont les plombémies actuelles sont supérieures à 100 µg/l et à qui des conseils sont dispensés lors des enquêtes environnementales à domicile et via les médecins traitants. Un programme d'éducation sanitaire pourrait être mis en place avec :

- une information des parents à chaque rentrée scolaire par les personnels du service de Promotion de la Santé en faveur des Elèves (à l'occasion des réunions de rentrée abordant d'autres points) ;
- une information diffusée aux femmes enceintes et parents d'enfants pas encore scolarisés lors des consultations à la Protection Maternelle et Infantile.

Il importe aussi bien sûr que les médecins traitants des enfants soient bien intégrés dans ce dispositif en étant tenus au courant de la situation (ce rapport devra leur être communiqué). Il leur revient notamment d'assurer le suivi des enfants dont la plombémie excède 100 µg/l.

## REFERENCES

- [1] Ledrans M, Quénel P, Jouan M. Evaluation des risques sanitaires liés à la pollution émise par une fonderie de métaux non ferreux à Bourg Fidèle : Bilan des données disponibles et propositions. RNSP. Janvier 1998, 20 p et annexes.
- [2] Kerjean M. Métal Blanc, usine de Bourg Fidèle : Diagnostic initial du site et évaluation simplifiée des risques. ANTEA. Janvier 1998, 49 p et annexes.
- [3] Durllet JM, Jucker C, Kerjean M. Société METAL BLANC à Bourg Fidèle (Ardennes). Diagnostic approfondi de l'usine et des abords. N°A13606/A. ANTEA. Septembre 1998, 32 p et annexes.
- [4] Prost R. Expertise Bourg Fidèle. Unité de Science du Sol – INRA – Versailles. Janvier 1999, 5 p et annexes.
- [5] Prost R. Suivi de la qualité des sols et des végétaux autour de l'usine Métal Blanc à Bourg Fidèle. Unité de Science du Sol – INRA – Versailles. Mai 2002, 13 p et annexes.
- [6] Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France, section de l'alimentation et de la nutrition. Plomb, cadmium et mercure dans l'alimentation : évaluation et gestion du risque. Techniques et documentation. 1996, Lavoisier, 142 p.
- [7] Atmo Champagne-Ardenne. Métal Blanc – Bourg Fidèle – Bilan des mesures de l'année 2001. Bulletin n°MB-2001
- [8] Ledrans M, Le Goaster C, Jouan M. Evaluation de l'exposition des enfants aux polluants émis par l'usine Métal Blanc à Bourg Fidèle, dépistage des imprégnations saturnines excessives et estimations des imprégnations par l'arsenic et le cadmium. RNSP. Janvier 1999, 47 p et annexes.
- [9] Ledrans M, Le Goaster C, Jouan M. Evaluation de l'exposition des enfants aux polluants émis par l'usine Métal Blanc à Bourg Fidèle, imprégnation par l'arsenic et bilan des plombémies de suivi. InVS. Septembre 1999, 37 p et annexes.
- [10] Bouxière I, Come B, Kerjean M. Métal Blanc, Usine de Bourg Fidèle (Ardennes), Evaluation Détaillée des Risques. ANTEA. Septembre 2000, 145 p et annexes.
- [11] Barthélémy F, Hugon JP. Enquête de l'usine Métal-Blanc à Bourg-Fidèle (Ardennes). Conseil Général des Ponts et Chaussées. Mission d'Inspection Spécialisée de l'Environnement. Décembre 1999, 13 p et annexes.
- [12] InVS, Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb ; Tome 2 : Organisation des programmes de dépistage et évaluation de l'efficacité des mesures de réduction de l'exposition. Août 2001, 44 p et annexes.
- [13] Hastie T, Tibshirani R. Generalized additive models. London. Chapman and Hall, 1990.
- [14] Cleveland WS, Develin SJ. Locally-weighted regression : an approach to regression analysis by local fitting. Journal of American Statistics Association. 1988, 83 : 596-610.
- [15] Rapport relatifs aux enquêtes environnementales menées à Bourg Fidèle en juillet 2002
- [16] Expertise collective INSERM. Plomb dans l'environnement, quels risques pour la santé ?. Les éditions INSERM, 1999.
- [17] INSERM, RNSP. Surveillance de la population française vis-à-vis du risque saturnin. Rapport final. Décembre 1997. RNSP, 90 p et annexes.
- [18] CIRE Rhône-Alpes et Auvergne. Evaluation de l'exposition des enfants au plomb émis par l'usine Métaleurop à Arnas (Rhône) : résultats du dépistage des imprégnations au plomb et de l'analyse des facteurs de risques. DRASS Rhône-Alpes, 1999, 75 p et annexes.
- [19] Declercq C, Spinosi L, Vandenbergue A et al. Bilan du programme de prévention du saturnisme infantile du département du Pas de Calais. Observatoire Régional de la Santé du Nord Pas de Calais. 1995, 48 p.



- [20] Laforest L et al. Etude épidémiologique de la contamination au plomb des enfants de salariés professionnellement exposés. Rev. Epidém. et Santé Publ. 1999, vol. 47, n°5, 433-441.
- [21] InVS et DDASS de Côte-d'Or. Evaluation de l'imprégnation saturnine des enfants exposés aux polluants émis par l'usine TPC à Seurre (Côte-d'Or). Juillet 1999. InVS, 60 p et annexes.
- [22] Hivert G, Coquet S, Glorennec P, Bard D. Le respect de la réglementation actuelle permet-il une protection suffisante de la population infantile vis-à-vis du plomb ? Revue d'Epidémiologie et de Santé Publique, 2002, vol. 50, n°3, 297-305.

## **ANNEXES**

**Annexe 1** : Teneurs en métaux des particules (PM10) prélevées dans l'air ambiant du village en 2001

**Annexe 2** : Métal Blanc, bilan de la situation environnementale au 3 juin 2002 (document DRIRE)

**Annexe 3** : Lettre d'information aux parents

**Annexe 4** : Lettre d'invitation pour la participation à l'enquête

**Annexe 5** : Formulaire de consentement

**Annexe 6** : Questionnaire

**Annexe 7** : Rose des vents

**Annexe 8** : Laboratoire de toxicologie professionnelle de la faculté de médecine de Lille : méthode pour le dosage du plomb sanguin