



information



formation



recherche



*coopération
internationale*

DÉFINITION NOSOLOGIQUE D'UNE
MALADIE À DÉCLARATION OBLIGATOIRE OU D'UNE
INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE :
LE PLOMB

INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC

MONOGRAPHIE

DÉFINITION NOSOLOGIQUE D'UNE
MALADIE À DÉCLARATION OBLIGATOIRE OU D'UNE
INTOXICATION ET D'UNE EXPOSITION SIGNIFICATIVE :
LE PLOMB

DIRECTION DES RISQUES BIOLOGIQUES,
ENVIRONNEMENTAUX ET OCCUPATIONNELS

UNITÉ SANTÉ ET ENVIRONNEMENT

OCTOBRE 1998

AUTEURS

Robert Plante, M.D., M. Sc., médecin-conseil, coordonnateur du groupe et rédacteur principal
Santé au travail, Centre de santé publique de Québec

Jean-Louis Benedetti, M.D.
Centre de toxicologie du Québec

Gaétan Carrier, M.D., Ph. D., médecin-conseil
Santé environnementale, Direction régionale de santé publique de la Montérégie

Pierre Deshaies, M.D., M. Sc., CSPQ, FRCPC, médecin-conseil
Santé au travail, Direction régionale de santé publique de Chaudière-Appalaches

Pierre Gaudreault, M.D., FRCPC,
Pédiatre-toxicologue, Hôpital Ste-Justine
Médecin-conseil, Centre Anti-Poison du Québec

Tom Kosatsky, M.D., M.P.H., médecin-conseil
Santé environnementale, Direction de santé publique de Montréal-Centre

Patrick Levallois, M.D., FRCPC, médecin-conseil
Santé environnementale, Centre de santé publique de Québec

Pierre-Étienne Senécal, M.D., FRCPC, DABMT
Hôpital de Montréal pour enfants
Médecin-conseil, Centre Anti-Poison du Québec
Médecin-conseil, Santé environnementale, Direction de santé publique de Montréal-Centre

Claude Viau, D. Sc., toxicologue, professeur titulaire et directeur
Médecine du travail et hygiène du milieu, Université de Montréal

*Ce document est disponible en version intégrale sur le site Web de l'INSPQ : <http://www.inspq.qc.ca>
Reproduction autorisée à des fins non commerciales à la condition d'en mentionner la source.*

CONCEPTION GRAPHIQUE
MARIE PIER ROY

DOCUMENT DÉPOSÉ À SANTÉCOM (HTTP://WWW.SANTECOM.QC.CA)
COTE : INSPQ-2003-048

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2003
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE NATIONALE DU CANADA
ISBN 2-550-41619-8

© Institut national de santé publique du Québec (2003)

AVANT-PROPOS

Le Comité de santé environnementale du Québec (CSE) a parrainé, au milieu des années 1990, au nom de l'ensemble du réseau de santé publique, des travaux sur les maladies à déclaration obligatoire (MADO) d'origine chimique. Il voulait ainsi canaliser une véritable volonté de plusieurs professionnels œuvrant en santé au travail, en santé environnementale, en toxicologie et en prévention des traumatismes de développer un système de surveillance efficace des intoxications chimiques aiguës et chroniques pour lequel une base de données MADO représenterait une source de connaissances utiles à l'action. Évidemment, un des enjeux principaux était de s'assurer que des critères de validité des données soient respectés. Aussi, afin d'assurer la saisie d'information valide dans la base de données MADO et de faciliter la tenue des enquêtes de santé publique, les travaux ont, entre autres, permis d'établir la nécessité de produire des définitions nosologiques et de proposer des stratégies d'intervention efficaces aux ressources de santé publique responsables de mener les enquêtes épidémiologiques.

Mandaté par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), des définitions nosologiques et de seuils d'intervention furent proposés par le CSE en 1997 et en 1998. Des monographies ont été rédigées sur les intoxications et les expositions au plomb, au sulfure d'hydrogène, au monoxyde de carbone, aux pesticides organophosphorés et carbamates ainsi qu'aux gaz irritants. Le dossier a été repris par l'Institut national de santé publique du Québec lorsque le CSE a cessé ses activités en avril 2000. De plus, suite aux travaux qui ont mené à l'adoption de la Loi sur la santé publique et de ses règlements, la liste des MADO d'origine chimique et physique a été révisée, puis adoptée le 5 novembre 2003. Quoique modifiée, la nouvelle liste s'inscrit néanmoins tout à fait en continuité avec les efforts déployés au cours de la dernière décennie.

La définition nosologique d'une intoxication et d'une exposition significative au plomb a été acceptée officiellement par le MSSS en janvier 2003 dans une lettre du directeur national de santé publique aux directeurs de santé publique. La présente monographie présente les fondements de cette définition.



Daniel G. Bolduc
Coordonnateur Santé et environnement
Institut national de santé publique du Québec

TABLE DES MATIÈRES

GLOSSAIRE	III
1 HISTOIRE NATURELLE DE L'INTOXICATION PAR LE PLOMB	1
1.1 CARACTÉRISTIQUES.....	1
1.2 TOXICOCINÉTIQUE DU PLOMB CHEZ L'HUMAIN	1
1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ.....	2
1.4 LIEN ENTRE LES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE ET LES EFFETS SUR LA SANTÉ.....	3
1.5 PRINCIPALES SOURCES D'EXPOSITION	3
<i>1.5.1 Sources d'exposition professionnelle.....</i>	<i>3</i>
<i>1.5.2 Sources d'exposition domestique.....</i>	<i>5</i>
1.6 RÈGLEMENTS ET RECOMMANDATIONS EXISTANTES.....	5
2 ÉTAT DE SITUATION ET POPULATIONS CIBLES	7
3 INDICATEURS.....	10
3.1 INDICATEURS BIOLOGIQUES.....	10
3.2 INDICATEUR ENVIRONNEMENTAL.....	10
4 SEUIL DE DÉCLARATION	11
5 DÉFINITIONS OPÉRATIONNELLES	12
6 INTERVENTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE SUITE À LA DÉCLARATION D'UN CAS	14
6.1 INVESTIGATION DES SOURCES ENVIRONNEMENTALES DOMESTIQUES.....	14
6.2 STRATÉGIE D'INTERVENTION INDIVIDUELLE OU COLLECTIVE	14
6.3 FONCTIONS CONNAISSANCE ET SURVEILLANCE DE POPULATIONS.....	15
7 RÉFÉRENCES.....	16

GLOSSAIRE

ALTÉRATIONS À LA SANTÉ

Ensemble de signes et de symptômes cliniques, ou diminution de la fonction d'un système de l'organisme, liés à l'exposition à un contaminant. Ces altérations sont parfois réversibles avec le retrait de l'exposition.

CHARGE CORPORELLE (IMPRÉGNATION)

La charge corporelle témoigne de l'imprégnation et désigne la quantité d'un contaminant ou, le cas échéant, de ses produits de transformation métabolique, présents dans l'organisme. Elle peut être exprimée en quantité absolue (mg, nmol...) ou relativement à la masse corporelle (mg/kg, nmol/kg...). On peut généralement estimer la charge corporelle à partir d'une mesure urinaire ou sanguine du produit ou d'un de ses métabolites. Les connaissances sur la toxicocinétique du contaminant peuvent alors permettre d'en déduire la valeur de la charge corporelle. On peut parfois évaluer *in situ* la charge d'un contaminant au niveau d'un organe.

ENQUÊTE ÉPIDÉMIOLOGIQUE

Enquête qui peut être faite par le directeur de santé publique dans toute situation où il a des motifs sérieux de croire que la santé de la population est menacée ou pourrait l'être et en particulier lorsqu'il reçoit une déclaration d'une intoxication, d'une infection ou d'une maladie à déclaration obligatoire (MADO) ou lorsqu'il reçoit un signalement d'une menace, réelle ou appréhendée, à la santé de la population afin de déterminer et de s'assurer de la mise en application des mesures de protection de la santé publique permettant d'éviter la survenue de nouveaux cas (Gouvernement du Québec 2001*).

EXPOSITION SIGNIFICATIVE

Dans le contexte d'une exposition aiguë, si des manœuvres pour retirer rapidement la ou les victimes de l'exposition n'avaient pas été faites ou si des traitements pour prévenir l'absorption de l'agent chimique n'avaient pas été effectués rapidement ou si l'incident qui a permis l'exposition avait été plus important (en quantité, en concentration, en durée, etc.) une intoxication serait survenue.

Dans le contexte d'une exposition chronique, la ou les personnes qui ont été exposées à l'agent chimique de la même manière qu'un cas confirmé ou clinique mais qui n'ont pas encore développé la maladie, pourraient être inclus dans cette catégorie.

En tenant compte de l'histoire, des circonstances de l'événement, l'exposition à cet agent chimique correspond aux critères définis dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

* Gouvernement du Québec, Projet de loi n° 36 : Loi sur la santé publique, Québec, Éditeur officiel du Québec, 2001, 42 p.

INDICATEUR BIOLOGIQUE (BIOINDICATEUR)

Nous désignons sous l'appellation d'indicateur une substance mesurée dans un tissu, le sang ou un excréta, ou un test physiologique ou fonctionnel qui nous renseigne quant au lien entre la personne exposée et le toxique ou contaminant; nous en considérons trois types : les indicateurs d'exposition, d'effet et de susceptibilité.

INDICATEUR BIOLOGIQUE D'EFFET

Indicateur dont la variation traduit une altération cellulaire, tissulaire ou physiologique, réversible ou non, découlant de l'exposition à un contaminant, ou test physiologique dont le résultat permet d'apprécier une telle altération cellulaire ou tissulaire ou physiologique.

INDICATEUR BIOLOGIQUE DE SUSCEPTIBILITÉ

Indicateur témoignant d'une probabilité plus grande pour un individu que pour la majorité des individus, de survenue d'un effet toxique.

INDICATEUR BIOLOGIQUE D'EXPOSITION

Indicateur qui permet d'évaluer la charge corporelle ou la concentration tissulaire d'un contaminant. Il s'agit le plus souvent du contaminant lui-même ou d'un de ses métabolites, mais aussi parfois d'une substance endogène dont la concentration dans un tissu ou un liquide biologique varie en fonction de la charge corporelle ou de la concentration tissulaire d'un toxique.

INDICE BIOLOGIQUE D'EXPOSITION (IBE)

Valeur de référence d'un indicateur biologique de référence correspondant généralement aux concentrations biologiques attendues, pour un paramètre donné, chez un travailleur sain exposé par voie respiratoire à des niveaux de contaminants équivalents aux normes environnementales en milieu de travail pendant 8 heures par jour et 5 jours par semaine et ce, en ne tenant compte que de l'absorption pulmonaire. Dans quelques rares situations, les IBE proposés correspondent à des niveaux d'exposition inférieurs aux normes, dans le but de prévenir certains effets sur la santé. Les IBE ne sont pas destinés à mesurer des effets nocifs ou à diagnostiquer une pathologie professionnelle; ils correspondent à une mesure « biologique » de l'exposition (Truchon, 1999*).

INTOXICATION AIGUË

Une intoxication est dite aiguë lorsque les manifestations de toxicité apparaissent suite à une exposition unique ou répétée dans un temps court (minutes, heures, jours). C'est donc la durée du contact ou de l'exposition, et non la sévérité de la symptomatologie qui définit la nature aiguë de l'intoxication.

INTOXICATION CAS CLINIQUE

Repose sur la présence de critères suffisamment spécifiques, mais non pathognomoniques pour accepter la déclaration. On y retrouve généralement une association de signes cliniques, de symptômes

* Truchon G, Guide de surveillance biologique - Prélèvement et interprétation des résultats, 5^e éd., Institut de recherche Robert-Sauvé en santé et sécurité au travail, mai 1999, 103 p.

et d'analyses de laboratoire tels que décrit dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

INTOXICATION CAS CONFIRMÉ

Une analyse positive de laboratoire qui est pathognomonique pour l'agent chimique ou de la maladie; ou une symptomatologie et des signes cliniques considérés comme étant aussi spécifiques que l'analyse de laboratoire susmentionnée tels que décrit dans le document d'appui à une « définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication ou d'une exposition significative ».

INTOXICATION CHRONIQUE

Une intoxication est dite chronique lorsque ses manifestations apparaissent après une exposition soutenue ou répétée dans le temps (semaines, mois, années) à l'agent responsable.

Dans le contexte d'une exposition environnementale ou en milieu de travail à un agent chimique, le profil de dose, variera d'une journée à l'autre et même au cours d'une même journée. Par ailleurs, l'intoxication chronique peut découler de l'accumulation progressive du contaminant dans l'organisme jusqu'à ce que sa concentration atteigne une valeur seuil critique au niveau de l'organe cible. Il est aussi possible que les manifestations de l'intoxication chronique découlent de l'accumulation de micro-lésions jusqu'au point où elles aboutissent à des manifestations observables chez les individus, mais sans que nécessairement le toxique lui-même ne s'accumule dans l'organisme.

INTOXICATION SUBAIGUË

L'intoxication subaiguë est celle qui apparaît suite à une d'exposition de quelques jours à quelques semaines.

MANIFESTATIONS PRÉCOCES DE L'INTOXICATION (EFFETS SUBCLINIQUES)

Une ou plusieurs modifications biochimiques ou cellulaires liées à l'exposition à un contaminant et souvent préalables à l'apparition de signes ou de symptômes cliniques ou à la diminution de la réserve fonctionnelle d'un système de l'organisme. Ces manifestations sont habituellement réversibles* avec le retrait de l'exposition.

TOXICITÉ

La toxicité est l'aptitude d'un contaminant à provoquer des dommages chez un être vivant. Sa définition doit tenir compte de la dose d'exposition ou la dose absorbée, de la voie d'absorption, du mode de distribution dans le temps (dose unique ou doses répétées), du type et de la gravité des lésions et du temps nécessaire pour que ces dommages ou lésions apparaissent.

* Les effets réversibles sont les altérations affectant le fonctionnement et la structure d'une cellule ou d'un tissu qui viennent à disparaître lorsque l'exposition à la substance toxique cesse. Les effets irréversibles sont ceux qui persistent ou s'accroissent, même après que l'exposition soit arrêtée.

1 HISTOIRE NATURELLE DE L'INTOXICATION PAR LE PLOMB

1.1 CARACTÉRISTIQUES

Le plomb existe sous forme organique ou inorganique; la presque totalité des expositions industrielles ou environnementales au plomb impliquent des formes inorganiques (ex. PbO). Les formes organiques du plomb dont le plomb tétraéthyle possèdent des propriétés toxicologiques bien différentes de celles du plomb inorganique et ne seront pas abordées ici, car elles ne sont à toutes fins utiles plus utilisées au Québec.

Métal bleu grisâtre, malléable et ductile dont le point de fusion est de 327 °C et le point d'ébullition de 1 525 °C, le plomb est résistant à l'acide sulfurique. Il est par contre rapidement dissout par l'acide nitrique et solubilisé par les acides organiques (acide acétique, aliments acides) de même que par l'eau, surtout si elle contient des nitrates ou des sels d'ammonium. Par contre, la présence dans l'eau de sels calcaires peut empêcher sa solubilisation (Lauwerys, 1990).

Conversion $\mu\text{mol/L}/\mu\text{g/L}$: 1 $\mu\text{mol/L}$ équivaut à 207 $\mu\text{g/L}$; à l'inverse, 100 $\mu\text{g/L}$ font 0,48 $\mu\text{mol/L}$

1.2 TOXICOCINÉTIQUE DU PLOMB CHEZ L'HUMAIN

Plusieurs propriétés de la cinétique du plomb et de ses dérivés inorganiques varient en fonction de l'âge. Alors que chez l'adulte, la proportion du plomb ingéré qui est absorbé n'est habituellement que de 8 ou 9 % (4 à 11 %) (Chamberlain *et al.* 1978, Rabinowitz *et al.* 1980, Watson *et al.* 1986), elle peut atteindre 42 % à 66 % chez l'enfant (Alexander *et al.* 1974, Chamberlain *et al.* 1978, Zeigler *et al.* 1978). L'absorption intestinale du plomb est influencée par le type de dérivé ingéré et par le contenu gastro-intestinal; chez l'enfant, elle est favorisée par certaines carences nutritionnelles (fer et calcium en particulier). La fraction de plomb ingéré qui est absorbée diminuerait lentement jusqu'à l'âge de 2 ans et plus rapidement par la suite, pour se rapprocher du niveau d'absorption de l'adulte vers l'âge de 10 ans (O'Flaherty 1995). L'intoxication par la voie orale est donc beaucoup plus fréquente chez le jeune enfant que chez l'adulte, d'autant plus que les jeunes enfants ont tendance à porter les objets à la bouche.

La fraction du plomb inhalé qui est absorbée par le poumon est estimée à environ 50 % (Rabinowitz *et al.* 1977), mais elle varie en fonction de la taille des particules inhalées; presque tout le plomb qui se dépose au niveau des alvéoles est absorbé. Une partie de la dose absorbée est distribuée dans les tissus tels le foie, le rein et autres tissus mous; la plus grande quantité est emmagasinée dans les os pendant qu'une fraction est éliminée dans l'urine et les fèces.

Le plomb est métabolisé de la même façon que le calcium lors de la minéralisation de l'os et y persiste jusqu'à ce que l'os se résorbe; c'est ainsi qu'il s'y accumule. On estime que les os contiennent 95 % de la charge corporelle totale de plomb chez l'adulte et 75 % chez l'enfant. Puisque le phénomène de résorption ralentit considérablement lorsque cesse la croissance, la demi-vie du plomb emmagasiné dans les os est estimée à 20 ou 25 ans chez l'adulte alors qu'elle serait d'environ un an chez l'enfant (O'Flaherty 1995). Quelques mois après l'arrêt d'une exposition chronique, la concentration en plomb

dans l'os devient en équilibre quasi stationnaire avec celle du sang; lorsque l'exposition cesse, la plombémie d'un enfant s'abaisse donc beaucoup plus rapidement que celle de l'adulte.

L'élimination du plomb se ferait selon un processus triphasique : une première phase, rapide, est alimentée par le plomb sanguin et celui qui imprègne certains tissus mous (demi-vie \pm 35 jours), une deuxième phase, plus lente, est alimentée par le plomb logé dans le tissu osseux trabéculaire tandis qu'une troisième phase, très lente, permet d'éliminer le plomb emmagasiné dans le tissu osseux cortical (demi-vie de 20 à 25 ans chez l'adulte). La durée de la demi-vie est particulièrement influencée par la charge corporelle totale qui dépend de la durée et de l'intensité de l'exposition.

Même si l'exposition au plomb diminue au cours de la grossesse, le niveau de plombémie s'élève, surtout à compter de la 20^e semaine; le plomb serait remis en circulation à partir des réserves osseuses. Le plomb traverse la barrière placentaire pour atteindre le fœtus dont le niveau de plombémie se rapproche de celui de la mère (Lagerkvist 1996, Goyer 1996). De plus, le lait maternel est contaminé proportionnellement à la charge corporelle de la mère. Au cours de la grossesse et durant la période d'allaitement, toute exposition de la mère touche donc directement l'enfant, ce qui peut représenter une part significative du plomb mesuré chez le nourrisson.

1.3 EFFETS SUR LA SANTÉ

Les manifestations d'intoxication aiguë qui surviennent suite à une exposition de courte durée à des concentrations environnementales très élevées, ne se rencontrent à peu près plus dans les pays économiquement développés où des mesures d'hygiène sont en vigueur, mais elles sont encore le lot épisodique de quelques travailleurs exposés à des concentrations très élevées de plomb. Ce type d'intoxication se manifeste surtout par des douleurs épigastriques et abdominales, des vomissements, une atteinte rénale et parfois hépatique; des convulsions et un coma conduisant à la mort ont été décrits. Par ailleurs, l'intoxication chronique résulte le plus souvent d'une exposition professionnelle prolongée à des concentrations ambiantes en plomb dont les niveaux sont suffisants pour maintenir une plombémie supérieure à 1,5 $\mu\text{mol/L}$ pendant des années, voire des décennies. Si elle passe souvent inaperçue, cette intoxication chronique peut pourtant provoquer, comme nous le rappelle Lauwerys (1990) des troubles de l'état général (céphalées, perte de l'appétit, modifications de l'humeur, réduction des performances psychomotrices, coliques ou douleurs abdominales, amaigrissement, pâleur, lassitude, myalgies fréquentes), une atteinte du système hématopoïétique (anémie normochrome ou hypochrome peu sévère) et une atteinte du système reproducteur (hypospermie, risque accru d'avortements). L'intoxication chronique a été associée à l'hypertension artérielle ainsi qu'à une atteinte des systèmes rénal et nerveux périphérique (réduction de la vitesse de conduction de l'influx nerveux dans les nerfs moteurs périphériques).

Particularités chez l'enfant d'âge préscolaire (de moins de 6 ans)

Chez le jeune enfant, des intoxications aiguës se rencontrent encore occasionnellement avec les manifestations cliniques décrites plus haut et surviennent généralement à des niveaux de plombémie supérieurs à 1,5 $\mu\text{mol/L}$; l'anémie et l'encéphalopathie sont particulièrement présentes. Des recherches réalisées au cours de la dernière décennie ont montré que suite à une exposition prolongée au plomb, les enfants dont la plombémie est supérieure à 0,5 $\mu\text{mol/L}$ sont plus susceptibles de présenter des difficultés d'apprentissage et des problèmes de comportement (CDC 1997). Que ces effets se

produisent insidieusement sans qu'on puisse nécessairement les détecter cliniquement ne réduit pas la gravité du problème. À ce jour, on n'est pas en mesure de définir précisément un niveau de plombémie sans effet sur la santé, notamment sur le développement du jeune enfant. Toutes les connaissances récentes invitent donc à la prudence et l'objectif des autorités de santé publique est de réduire le plus possible le niveau d'exposition au plomb de tous les enfants sans oublier l'exposition qui survient pendant la période particulièrement critique de la vie foetale. Au fur et à mesure que l'enfant vieillit, plusieurs modifications réduisent sa vulnérabilité : il porte moins souvent les objets à sa bouche, le taux d'absorption du plomb ingéré diminue et son système nerveux devient mature.

1.4 LIEN ENTRE LES NIVEAUX DE PLOMBÉMIE ET LES EFFETS SUR LA SANTÉ

De nombreuses études ont démontré qu'il existe une bonne corrélation entre la plombémie et les effets sur la santé; dans certains cas l'imprégnation de l'organisme peut toutefois durer longtemps avant que les manifestations deviennent apparentes. Le tableau 1 présente une synthèse de cette relation, chez l'enfant et l'adulte, entre la plombémie et les effets sur la santé.

1.5 PRINCIPALES SOURCES D'EXPOSITION

1.5.1 Sources d'exposition professionnelle

L'extraction et le traitement du minerai de plomb, la fabrication de produits de plomb (munitions, écrans antiradiations, barrières anti-bruit, tuyaux de distribution d'eau, recouvrement de câbles et de fils...), la fabrication comme la récupération d'accumulateurs, certaines opérations de soudage, le sablage ou décapage de peintures contenant du plomb, le raffinage du cuivre, la récupération des métaux ainsi que l'exposition aux fumées et poussières dans les salles de tir comptent encore parmi les sources d'exposition professionnelle les plus importantes. La poterie, la fabrication de vitraux ou de figurines de métal, les activités impliquant la microsoudure ou l'utilisation de peintures ou de pigments comptent parmi les activités d'artisanat, exercées à titre de travail ou de loisir, où le risque d'exposition est présent.

**Tableau 1 Effets du plomb inorganique chez l'enfant et l'adulte.
Concentration minimale produisant un effet nocif observé***

Enfant	Plombémie µmol/L(µg/L)	Adulte
	7,0 (1 400)	
	5,0 (1 000)	⇐ Encéphalopathie
Encéphalopathie ⇒ Néphropathie Anémie franche		⇐ Anémie franche
Colique ⇒		
	2,5 (500)	⇐ ↓ Synthèse de l'hémoglobine
↓ Synthèse de l'hémoglobine ⇒	2,0 (400)	⇐ Neuropathies périphériques Néphropathies
Métabolisme de la vitamine D ⇒ (Altération)	1,5 (300)	⇐ Effets sur la reproduction
		⇐ ↑ Protoporphyrines érythrocytaires (hommes)
↓ Vitesse conduction nerveuse ⇒	1,0 (200)	
↑ Protoporphyrines érythrocytaires ⇒	0,75 (150)	⇐ ↑ Protoporphyrines érythrocytaires (femmes)
Métabolisme de la vitamine D (?) ⇒ (Altération)		
Toxicité liée au développement ⇒ ↓ Q.I (?)	0,5 (100)	⇐ Hypertension (?)

* Reproduction de l'adaptation de l'ATSDR, Toxicological profile for lead (1990) faite par le Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu, sept. 1994

(?) Aucune valeur seuil n'a encore été mise en évidence

1.5.2 Sources d'exposition domestique

Aujourd'hui, la contamination de l'eau potable par le plomb de la tuyauterie résidentielle (soudures et tuyaux) ou des aqueducs municipaux (Piquet-Gauthier 1995, Lavoie 1992) ainsi que la contamination des sols au voisinage des usines ayant déjà produit ou utilisé du plomb (Gagné 1994, Levallois *et al.* 1991b, Chagnon et Bernier 1990) sont deux importantes sources d'exposition qui touchent surtout les jeunes enfants.

Les parents exposés au plomb par leur travail peuvent contribuer à l'exposition des autres membres de la maisonnée car ils sont susceptibles de transporter le plomb sur leurs mains, leurs vêtements et sur les surfaces intérieures de leur voiture (Piacitelli *et al.* 1997). Plusieurs enfants se seraient intoxiqués et s'intoxiquent encore aujourd'hui suite à l'ingestion d'écailles de peinture contenant du plomb (Valiquette et Kosatsky 1995); ces peintures seraient la plus importante source d'exposition pour les enfants américains. La peinture recouvrant les jeux d'enfants dans les parcs peut aussi contenir du plomb. Le tir à la cible et la fabrication artisanale des munitions de chasse, de même que la fabrication de vitraux, sont d'autres activités où le risque d'exposition au plomb est présent.

Il est souvent difficile d'identifier les sources d'exposition au plomb car elles sont nombreuses et souvent inattendues : glaçures ou enduits décoratifs de récipients en céramique ou en verre, cristal au plomb, vieilles bouilloires, certains plastiques (ministores en polychlorure de vinyle, jouets, vêtements imperméables...), médicaments traditionnels exotiques ou aliments importés, soldats ou autres figurines de plomb, crayons de cire, pâte à modeler... Le tabac et certains alcools peuvent être contaminés. Les plombs de pêche, de parachutes ou les boulettes de microsoudures à l'étain, dont certaines peuvent contenir de 20 à 80 % de plomb, présentent un attrait irrésistible pour certains enfants qui les mâchouillent et peuvent les avaler ; plus rarement, des adultes vont faire de même.

1.6 RÈGLEMENTS ET RECOMMANDATIONS EXISTANTES

Dans tous les pays industrialisés, des normes environnementales régissent l'exposition au plomb. En plus de déterminer des concentrations de contaminants à ne pas dépasser dans l'environnement, plusieurs pays ont défini par règlement des niveaux de plombémie qui doivent entraîner un arrêt de l'exposition (voir tableau 2). Au tableau 3 sont présentés les recommandations ou règlements québécois régissant la contamination par le plomb de l'eau potable, de l'air ambiant et des sols.

Tableau 2 Normes et recommandations visant l'exposition professionnelle

Province/Pays (organisme)	Norme environnementale	Indicateur biologique (plombémie en $\mu\text{mol/L}$)
Québec	0,15 mg/m^3 RQMT*	Aucune norme réglementaire Recommandations des directeurs de santé publique (1996) : 1,92 $\mu\text{mol/L}$: retrait de l'exposition 1,44 $\mu\text{mol/L}$: retour au poste initial (des correctifs devraient avoir été apportés) Révision prévue pour abaisser ces seuils (1,44 et 1,00 respectivement) au plus tard en l'an 2001 Retrait préventif de la travailleuse enceinte ou qui allaite**
Canada	0,05 mg/m^3 ACGIH*	2,40 $\mu\text{mol/L}$: retrait 1,92 $\mu\text{mol/L}$: réintégration 1,44 $\mu\text{mol/L}$: retrait de la travailleuse enceinte
États-Unis (ACGIH)	0,05 mg/m^3	1,44 $\mu\text{mol/L}$: valeur maximale d'exposition
États-Unis (OSHA*)	0,05 mg/m^3	2,88 $\mu\text{mol/L}$: retrait immédiat 2,40 $\mu\text{mol/L}$: retrait après 3 mesures 1,92 $\mu\text{mol/L}$: réintégration après 2 mesures

* RQMT : Règlement sur la qualité du milieu de travail (Gouvernement du Québec 1995).
ACGIH : American Conference of Governmental Industrial Hygienist
OSHA : Occupational Safety Health Association

** Depuis 1981, la Loi sur la santé et la sécurité du travail (Gouvernement du Québec, 1997) prévoit une mesure de protection particulière pendant la grossesse et la période d'allaitement : le « **retrait préventif de la travailleuse enceinte ou qui allaite** ». Cette mesure prévoit que la travailleuse fournissant à son employeur « *un certificat attestant que son travail comporte des dangers pour l'enfant à naître ou pour elle-même, compte tenu de sa grossesse, a le droit d'être affectée à des tâches ne comportant pas de tels dangers et qu'elle est raisonnablement en mesure d'accomplir* ». C'est le médecin traitant, après avoir consulté un médecin désigné par le directeur de santé publique, qui est appelé à statuer quant au danger. Le législateur a choisi de ne pas établir de liste prédéfinie de dangers. Il n'existe pas de guide de pratique concernant l'exposition des travailleuses enceintes au plomb, mais dans les faits, tous les médecins-conseils que nous avons interrogés sur les pratiques en cours dans leur région confirment qu'ils recommandent d'éliminer toute exposition durant la grossesse et durant la période d'allaitement sans attendre que s'élève le niveau de plombémie.

Tableau 3 Normes et critères visant l'exposition environnementale au Québec

Source	Normes ou critères	Référence
Eau potable	0,05 mg/L *	Règlement sur l'eau potable (Gouvernement du Québec, 1984)
Air ambiant	2 $\mu\text{g/m}^3$ ** (moyenne géométrique annuelle)	Règlement sur la qualité de l'atmosphère (Gouvernement du Québec, 1996b)
Sol	Critère C (seuil de correction) 1000 mg/kg de matière sèche (ppm)	Politique de réhabilitation des terrains contaminés (MEF, 1994)

* Projet de modification à 0,01 mg/L

** Projet de modification à 1 $\mu\text{g/m}^3$ (moyenne arithmétique annuelle)

2 ÉTAT DE SITUATION ET POPULATIONS CIBLES

Même si le plomb est un contaminant de l'environnement que l'on connaît depuis fort longtemps, nous continuons de découvrir de nouveaux effets toxiques à des niveaux considérés sécuritaires. Suite à des actions énergiques qui ont progressivement été entreprises pour réduire l'exposition des populations, au Canada et aux États-Unis comme dans la plupart des pays industrialisés, une diminution très importante de l'imprégnation des populations a été observée. C'est surtout l'élimination du plomb comme additif dans l'essence, mais aussi dans les peintures, les soudures des conserves et les tuyaux d'eau potable qui a contribué à cette réduction. Le tableau 4 illustre bien l'évolution des plombémies aux États-Unis, en fonction de la concentration en plomb tolérée dans l'essence.

Les enfants d'âge préscolaire devraient être considérés comme une population cible; de la même manière, en raison de la vulnérabilité particulière du fœtus et du nouveau-né et des modifications métaboliques survenant au cours de la grossesse, les travailleuses exposées au plomb doivent continuer de bénéficier d'une attention spéciale durant les périodes critiques que sont la grossesse et l'allaitement. De plus, comme le contrôle de l'exposition dans certains milieux de travail est encore imparfait, l'exposition professionnelle demeure toujours une cible pertinente.

Entre 1991 et 1994, aux États-Unis, le niveau moyen de plombémie de la population était de $0,11 \mu\text{mol/L}$ (IC* 95 % $0,101 - 0,115$, CDC 1997) et celui des enfants de 1 à 5 ans était de $0,129 \mu\text{mol/L}$ (IC 95 % $0,120 - 0,144$, CDC 1997). Il est permis de présumer que les niveaux de plombémie ont évolué à la baisse au Canada comme ils l'ont fait aux États-Unis au cours des dernières années mais nous ne disposons pas d'un portrait détaillé de la situation. Nous disposons cependant de données québécoises intéressantes. Au cours des années 1989 et 1990, la moyenne géométrique des niveaux de plombémie mesurés chez les jeunes québécois âgés entre 6 mois et 5 ans, variait selon les régions de $0,22 \mu\text{mol/L}$ dans les régions rurales (IC 95 % $0,20 - 0,23$, Levallois 1991a) à $0,28 \mu\text{mol/L}$ (IC 95 % $0,26 - 0,31$, Levallois 1991b) dans les régions urbaines qui n'étaient pas reconnues contaminées alors qu'elle variait de $0,27$ (IC 95 % $0,11 - 1,01$, Kosatsky et Boivin 1994) ou $0,28 \mu\text{mol/L}$ (IC non disponible, Chagnon et Bernier 1990) à $0,49 \mu\text{mol/L}$ (IC 95 % $0,44 - 0,56$, Levallois 1991b) lorsque des sources industrielles de pollution étaient connues. Dans un quartier dont les sols étaient contaminés par une fonderie, la moyenne géométrique des plombémies effectuées en 1979 était de $1,08 \mu\text{mol/L}$ et de $0,48$ en 1989; en 1991, après décontamination des sols elle était toujours de $0,35 \mu\text{mol/L}$ (IC non disponible, Gagné 1994).

* IC : intervalle de confiance

Tableau 4 Relation entre la teneur en plomb de l'essence et les niveaux de plombémie dans la population américaine*

Année	Plomb dans l'essence (10 ⁶ kg)	Niveau moyen de plombémie (µmol/L)
1976	186,47	0,70
1980	51,59	0,44
1990	0,47	0,13

* Adapté de Silbergeld, 1997, p. 197

Par ailleurs, des mesures effectuées à partir du sang du cordon ombilical ont permis de constater que dans la région peu industrialisée de Québec en 1990, la moyenne géométrique des plombémies était de 0,094 µmol/L (IC 95 % 0,088 - 0,099, Rhains et Levallois 1993) ; moins de 1 % (IC 95 % 0,2 - 1,7, Rhains et Levallois 1993) des plombémies ainsi mesurées atteignaient des niveaux de 0,48 µmol/L ou plus. Comparant les plombémies mesurées au cordon ombilical dans plusieurs régions du Québec en 1993/1994, Rhains *et al.* (1995) ont retrouvé une moyenne géométrique de 0,075 µmol/L (IC 95 % 0,072 - 0,078) pour l'ensemble des mesures effectuées; cependant, le niveau de plombémie augmenterait avec le niveau d'urbanisation et d'industrialisation passant de 0,047 µmol/L (IC 95 % 0,041 - 0,055, Rhains et Levallois 1993) en Abitibi, 0,075 µmol/L (IC 95 % 0,070 - 0,081, Rhains et Levallois 1993) à Québec et à 0,097 µmol/L (IC 95 % 0,077 - 0,1, Rhains et Levallois 1993) à Montréal.

Finalement, malgré que l'on connaisse bien les milieux où se produisent les expositions professionnelles, les sources d'exposition et les correctifs à apporter, force est de reconnaître que le plomb est un contaminant encore mal contrôlé dans plusieurs milieux de travail. En 1996, selon les données disponibles à l'IRSST, le niveau de plombémie de 928 des 1 258 travailleurs surveillés dans le cadre des activités de service de santé au travail du réseau public excédait 0,50 µmol/L. Parmi eux, 310 avaient une plombémie supérieure à 1,50 µmol/L; la plombémie de 113 travailleurs était supérieure à 2 µmol/L (tableau 5).

Tableau 5 Répartition des résultats de plombémies* exécutées à l'Institut de recherche en santé et sécurité du travail (IRSST), 1995 et 1996**

Plombémie ($\mu\text{mol/L}$)	Nombre de personnes	
	1995	1996
ND (< 0,10)	2	8
0,10 - 0,50	243	324
0,51 - 1,00	332	311
1,01 - 1,50	289	305
1,51 - 2,00	213	197
2,01 - 2,50	118	93
2,51 et +	34	20
Total	1 221	1 258

* Seul le résultat le plus élevé est pris en compte; il s'agit donc de la répartition du nombre de personnes en fonction du niveau de plombémie le plus élevé atteint au cours d'une année.

** Source Données non publiées, fournies par l'IRSST pour les besoins de ces travaux

3 INDICATEURS

3.1 INDICATEURS BIOLOGIQUES

Plusieurs indicateurs biologiques sont disponibles pour évaluer les personnes qui sont ou qui ont été exposées au plomb. Certains témoignent de l'exposition (plombémie et plomb osseux mesurés par fluorescence aux rayons X), alors que d'autres témoignent de ses effets sur l'organisme (protoporphyrine zinc ou acide δ -aminolévulinique); Vyskocil *et al.* décrivent les indicateurs disponibles et discutent de leur interprétation et de leur utilité. Dans le contexte de la déclaration d'intoxications ou de surveillance de populations, la plombémie, mesurée dans le sang veineux, est l'indicateur de choix ; on recommande que les valeurs de plombémie obtenues dans le sang capillaire soient confirmées au moyen d'un échantillon de sang veineux.

La plombémie reste le meilleur indicateur d'effets toxiques potentiels du plomb.

L'interprétation d'un résultat de plombémie n'est pas simple et doit toujours s'appuyer sur l'historique de l'exposition. Un même niveau de plombémie peut en effet refléter tantôt une exposition importante mais récente, tantôt une exposition modérée mais stable et prolongée; lorsque l'exposition a cessé, ce même niveau de plombémie peut ne témoigner que de la charge osseuse. Meilleur indicateur de l'exposition récente, la plombémie est aussi, à l'état d'équilibre, un bon témoin de la dose interne. Il existe cependant un consensus dans la communauté scientifique à l'effet qu'actuellement, la plombémie reste, malgré ses limites, le meilleur indicateur d'effets toxiques potentiels par le plomb. De plus, la probabilité que surviennent des effets sur la santé à des niveaux de plombémie donnés est suffisamment bien établie pour justifier que des interventions soient entreprises sur cette seule base.

3.2 INDICATEUR ENVIRONNEMENTAL

Le plomb dans l'environnement peut se mesurer dans l'air, l'eau potable, les aliments ou les poussières. Cependant, le lien entre la concentration de plomb dans l'air et la plombémie n'est pas toujours simple à interpréter puisqu'il est influencé par les propriétés toxicocinétiques complexes de ce contaminant; de plus, cette mesure ne permet pas de tenir compte des voies d'absorption autres que respiratoires. Seuls les tests biologiques permettent d'apprécier correctement le niveau d'exposition sans permettre toutefois d'identifier la voie d'absorption et la source d'exposition.

4 SEUIL DE DÉCLARATION

Tous les résultats de plombémies de 0,5 µmol/L ou plus doivent être déclarés au directeur de la santé publique dans le cadre des maladies à déclaration obligatoire (MADO), en vertu de la Loi sur la protection de la santé publique (Gouvernement du Québec, 1996).

Chez les enfants, c'est à partir de ce niveau de plombémie qu'on a plus de risque d'observer des difficultés d'apprentissage et des troubles du comportement; à ce même niveau, chez l'adulte, la tension artérielle serait elle aussi influencée. À défaut de données québécoises pertinentes, nous savons qu'aux États-Unis, entre 1991 et 1994, la proportion de personnes dont la plombémie dépasse 0,48 µmol/L (100 µg/L) dans la population est inférieure à 5 %, sauf pour le groupe des enfants de 1 et 2 ans chez qui elle se situe à 5,9 %; chez les personnes âgées entre 6 ans et 70 ans, cette proportion ne dépasse pas 3 % (CDC fév. 1997).

5 DÉFINITIONS OPÉRATIONNELLES

Étant donné la complexité du lien qui existe entre le niveau de plombémie et les effets sur la santé et compte tenu de l'intervalle souvent très long qui sépare le début de l'exposition et la mise en évidence de plusieurs des atteintes confirmant l'effet toxique, seul le niveau de déclaration mérite d'être défini et tout résultat de plombémie supérieur à 0,5 µmol/L devrait être enregistré comme un cas confirmé. Sur les formulaires de déclaration, les cases « exposition significative » et « cas clinique » devraient demeurer vierges. Pour le clinicien, le diagnostic clinique d'intoxication ne suivra que dans une petite fraction des cas, lorsque le niveau de plombémie sera assez élevé pour entraîner un tableau clinique plus précis.

Seul le niveau de déclaration mérite d'être défini et tout résultat de plombémie de 0,5 µmol/L ou plus doit être enregistré comme un cas confirmé.

Dans le document « Principes directeurs et guide d'utilisation pour les écrans de saisie dans le fichier du LSPQ » (décembre 1997), on précise que pour chaque cas déclaré, il faudra déterminer son statut (intoxication ou exposition significative) et s'il s'agit d'un cas clinique ou d'un cas confirmé. Comme dans le cas des maladies infectieuses, la meilleure confirmation d'un cas s'appuie sur une analyse de laboratoire qui est spécifique pour l'agent concerné; pour le plomb, la plombémie est l'analyse la plus spécifique.

Il existe des situations où une personne consulte en présentant des signes cliniques évocateurs d'une intoxication par le plomb; le clinicien peut alors porter le diagnostic présumé d'intoxication par le plomb (cas clinique), et il obtiendra la confirmation de son impression diagnostique au moyen d'une plombémie dont le niveau serait effectivement élevé et compatible avec la symptomatologie observée. Il s'agirait alors d'un cas confirmé au sens du guide d'utilisation. Ce tableau ne vaut cependant que pour les cas plus spectaculaires qu'on rencontre rarement aujourd'hui et comme la plombémie sera effectuée rapidement dans ces cas, elle incitera rapidement à la déclaration. Les symptômes les plus fréquents étant habituellement très peu spécifiques il est nettement préférable d'avoir les résultats de la plombémie en main avant de procéder à la déclaration et de ne déclarer que les cas confirmés.

Même lorsque l'intoxication est diagnostiquée sur la base des symptômes, il est nettement préférable d'avoir les résultats de la plombémie en main avant de procéder à la déclaration et de ne déclarer que les cas confirmés.

Par ailleurs, comme plusieurs plombémies sont faites dans un contexte de surveillance ou d'exploration, on pourrait être tenté de procéder à contresens et chercher à valider le résultat du laboratoire par la mise en évidence de symptomatologie et de signes cliniques pour confirmer l'intoxication. Cette pratique serait d'autant plus aléatoire que la symptomatologie n'est pas spécifique et que la plupart des manifestations n'apparaissent que tardivement. Certes, un adulte n'est pas nécessairement « malade aujourd'hui » du seul fait que le niveau de sa plombémie soit supérieur à 0,5 µmol/L; par contre, ce niveau de plombémie témoigne d'une exposition excessive au plomb, susceptible d'entraîner des effets toxiques à plus ou moins long terme. Une déclaration dans le fichier des MADO comme cas confirmé est jugée pertinente puisque des actions visant à identifier et

éventuellement à éliminer les sources d'exposition sont dès lors justifiées. Par contre, pour être correctement interprétée et permettre une intervention clinique, une analyse de plombémie doit être accompagnée d'un historique et d'informations cliniques dont la complexité dépasse largement les limites d'un système de déclaration ou même de surveillance.

L'obligation de déclarer au directeur de santé publique tous les résultats dépassant le niveau de déclaration proposé doit être faite aux laboratoires publics ou privés qui effectuent ces analyses; les médecins devraient quant à eux déclarer les nouveaux cas qu'ils ont identifiés sur une base clinique.

6 INTERVENTIONS DE SANTÉ PUBLIQUE SUITE À LA DÉCLARATION D'UN CAS

Les actions à entreprendre suite à une déclaration varieront beaucoup, selon le niveau de plombémie, il va sans dire, mais aussi, selon qu'il s'agit d'un enfant d'âge préscolaire, d'un enfant d'âge scolaire ou d'un adulte. Pour les adultes, les stratégies d'interventions différeront également selon qu'il s'agit d'une exposition professionnelle ou non.

6.1 INVESTIGATION DES SOURCES ENVIRONNEMENTALES DOMESTIQUES

Lorsque des enfants présentent des plombémies supérieures à 0,5 µmol/L, il peut être indiqué de rechercher la ou les sources de l'exposition : questionnaire, visite du milieu de vie, analyse de l'eau potable, mesure de la concentration de plomb dans la peinture, dans la poussière ou dans les sols, sont autant de moyens dont disposent les intervenants de santé publique pour le faire. Un protocole québécois d'investigation des sources environnementales de plomb propose une stratégie et fournit les outils pertinents pour investiguer alors les sources d'exposition (Roy et Beausoleil 1992). Même s'il n'est pas aussi pressant d'agir lorsque la plombémie d'un adulte dépasse de peu 0,5 µmol/L, l'explication de ce niveau de plombémie mérite tout de même d'être recherchée.

6.2 STRATÉGIE D'INTERVENTION INDIVIDUELLE OU COLLECTIVE

La stratégie d'intervention individuelle doit être graduée en fonction de différents paramètres dont le niveau de plombémie et dans certains cas de la charge corporelle en plomb; dans tous les cas il convient de chercher et d'éliminer la source d'exposition et, chez les enfants, il est particulièrement important de s'assurer que des carences alimentaires n'aggravent pas la situation. Au Québec, le Centre de Toxicologie du Québec a publié des recommandations concernant le diagnostic et le traitement de l'intoxication au plomb dans un protocole (Nantel 1997) auquel nous référons les lecteurs qui sont intéressés.

Par ailleurs, dans son rapport publié en 1994, le Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail de Santé Canada recommande d'envisager un programme communautaire pour reconnaître et réduire les sources d'exposition et informer la collectivité sur les méthodes susceptibles de réduire l'exposition individuelle lorsque la plombémie moyenne des enfants dépasse de plus de 3 écarts-types la moyenne de la population générale ou lorsque la proportion des enfants dont la plombémie est supérieure à 0,5 µmol/L est le double de celui de la population générale (Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, 1994). En 1990, la plombémie moyenne aurait été supérieure à 0,5 µmol/L chez environ 5 % des enfants; comme les valeurs peuvent encore être à la baisse, la décision de fixer une valeur appropriée de plombémie moyenne pour la population générale relève, selon les recommandations de ce comité, de chaque juridiction.

6.3 FONCTIONS CONNAISSANCE ET SURVEILLANCE DE POPULATIONS

Le fichier des MADO n'est qu'une des composantes d'un système de surveillance de l'état de santé de la population et sa principale justification est la déclaration d'épidémies ou d'événements sentinelles permettant l'application de mesures de prévention par le signalement des nouveaux cas (cas incidents).

À la compilation par le Laboratoire de santé publique (LSPQ) des cas déclarés, doit s'ajouter une information complémentaire provenant des laboratoires où sont effectuées des analyses. Ces données devraient être ventilées en fonction de paramètres à préciser, mais qui incluent au moins la catégorie d'âge; on devrait aussi y indiquer que les prélèvements ont été faits dans le contexte de la surveillance en milieu de travail lorsque cette information est disponible.

Le ministre devrait demander qu'à la fin de chaque année, les laboratoires ayant procédé à l'analyse de plombémies, qu'ils soient publics ou privés, transmettent aux autorités de santé publique, sur support informatique, les données dépersonnalisées précisant la répartition de la plombémie maximale de chaque individu, même pour les personnes dont la plombémie demeure à des niveaux inférieurs au seuil de déclaration.

Même si ces résultats ne fournissent pas un portrait représentatif de la population générale, il s'agit d'une information déjà disponible qu'il est facilement possible de rendre accessible et qui peut apporter un éclairage utile quant à l'évolution du contrôle des sources d'exposition.

À ce système de déclaration il est cependant indispensable d'ajouter, périodiquement, des recherches visant à connaître l'évolution des plombémies dans la population générale ainsi que dans certains sous-groupes pour connaître les niveaux réels d'imprégnation.

7 RÉFÉRENCES

Alexander F. W., B. E. Clayton et H. T. Delves (1974), « Mineral and trace-metal balances in children receiving normal and synthetic diets », *Quart. J. Med.* 169:89-111.

Centers for Disease Control and Prevention (fév. 1997), « Update: Blood lead levels-United States, 1991-1994 », *MMWR*, 46(7):141-146.

Chagnon M. et C. Bernier (1990), « Étude sur l'imprégnation au plomb des enfants de Murdochville : sommaire des résultats », *Département de santé communautaire de Gaspé*.

Chamberlain A. C. *et al.* (1978), « Investigations into lead from motor exhausts », *AERE Report R9198 HMSO*, London.

Comité fédéral-provincial de l'hygiène du milieu et du travail, Direction de l'hygiène du milieu (1994), « Niveaux et stratégies d'intervention relatifs au taux de plomb dans le sang : mise à jour sur les effets sanitaires de faibles concentrations de plomb et proposition de niveaux et de stratégies d'intervention relatifs au taux de plomb sanguin », Santé et bien-être social Canada.

Comité médical provincial en santé au travail du Québec (1996), « La prévention et le contrôle des intoxications par le plomb en milieu de travail : seuils de déclaration, d'intervention et seuil de retrait préventif du travailleur ou de la travailleuse exposée à un contaminant », Guide de pratique professionnelle.

Comité de santé environnementale du Québec. (1997), « Intoxications par agents chimiques : principes directeurs & guide d'utilisation pour les écrans de saisie dans les fichiers du LSPQ ».

Gagné D. (1994), « Blood lead levels in Noranda children following removal of smelter-contaminated yard soil », *Revue canadienne de santé publique* 85(3):163-166.

Gouvernement du Québec (1997), « Loi sur la santé et la sécurité du travail », L.R.Q. 1981, S-2.1, articles 40 à 48.

Gouvernement du Québec (1996), « Loi sur la protection de la santé publique », L.R.Q. 1981, P-35.

Gouvernement du Québec (1996 b), « Règlement sur la qualité de l'atmosphère », L.R.Q. 1981, Q-2 r. 20.

Gouvernement du Québec (1995), « Règlement sur la qualité du milieu de travail », L.R.Q. 1981, S-2.1 r.15.

Gouvernement du Québec (1984), « Règlement sur l'eau potable », L.R.Q. 1981, Q-2 r. 4.1.

Goyer R. A. (1996), « Results of lead research: prenatal exposure and neurological consequences », *Environmental Health Perspectives* 104(10):1050-1054.

Groupe de travail provincial sur la contamination environnementale par le plomb (1991), « La santé publique et la contamination de l'environnement par le plomb », *Comité de santé environnementale des départements de santé communautaire du Québec*.

Kosatsky T. et M. C. Boivin (1994), « Blood lead levels in children living near abandoned metal-recovery plants », *Revue canadienne de santé publique* 85(3):158-170.

Lagerkvist B. J. (1996), « Increased blood lead and decreased calcium levels during pregnancy: A prospective study of Swedish women living near a smelter », *American Journal of Public Health*, 86(9):1247-1252.

Lavoie M. *et al.* (1992), « Le plomb dans l'eau de consommation des garderies de la région de Québec », les Départements de santé communautaire de la région de Québec, en collaboration avec le Centre de toxicologie du Québec et le ministère de l'Environnement du Québec.

Lauwerys R. (1990), « Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 3^e édition, Masson, Paris.

Levallois P. *et al.* (1991a), « Lead exposure of children living in the Quebec City area », *Trace Substances in Environmental Health* XXIV:308-314.

Levallois P. *et al.* (1991b), « Blood lead levels in children and pregnant women living near a lead-reclamation plant », *Can. Med. Assoc. J.* 144(7):877-885.

Ministère de l'Environnement et de la Faune (1994), « Politique de réhabilitation des terrains contaminés », *Direction des politiques du secteur industriel*, 52 p.

Nantel A. J. (1997) « Protocole de diagnostic et de traitement de l'intoxication au plomb », *Centre de toxicologie du Québec*.

O'Flaherty E. J. (1995), « Physiologically-based models for bone-seeking elements. V. Lead absorption and disposition in childhood », *Toxicol. Appl. Pharmacol.* 131:297-308.

Piacitelli G. M. *et al.* (1997), « Elevated lead contamination in homes of construction workers », *Am. Ind. Hyg. Ass. J* 58:447-454.

Piquet-Gauthier B. et S. Dupont (1995), « Profil régional de santé environnementale de la région des Laurentides ». *Régie régionale de la santé et des services sociaux des Laurentides*.

Rabinowitz, M. B., G. W. Wetherill et J. D. Kopple (1977), « Magnitude of lead intake from respiration by normal man », *J. Lab. Clin. Med.* 90:238-248.

Rabinowitz M. B., J. D. Kopple et G. W. Wetherill (1980), « Effect of food intake and fasting on gastrointestinal lead absorption in humans », *Am. J. Clin. Nutr.* 33:1784-1788.

Rhainds M., P. Levallois, É. Dewailly *et al.* (1995), « Évaluation de l'exposition prénatale aux métaux lourds et aux organochlorés dans différentes régions du Québec méridional », *Rapport de recherche*, ISBN 2-921636-65-4.

Rhainds M. et P. Levallois (1993), « Umbilical cord blood lead levels in the Quebec City area », *Arch. Env. Health* 48(6):421-427.

Roy, R. et M. Beausoleil (1992), « Protocole d'investigation des sources environnementales de plomb chez les enfants présentant une plombémie élevée » *Centre de santé de Québec et direction de santé publique de Montréal-Centre*.

Silbergeld E. K. (1997), « Preventing lead poisoning in children » *Annu. Rev. Public Health* 18:187-210.

Valiquette L. et T. Kosatsky(1995), « Portrait des enfants montréalais ayant une plombémie élevée, retracés au moyen d'un examen des registres des laboratoires de la communauté », *Maladies chroniques au Canada*, 16(2):74-80.

Vyskocil A., C. Viau et J. Brodeur (1992), « Recherche, validation et mesure de certains indicateurs pouvant permettre l'amélioration du projet de règlement pour le retrait préventif des travailleurs exposés au plomb », Département de médecine du travail et d'hygiène du milieu de l'Université de Montréal.

Watson W. S. *et al.* (1986), « Food iron and lead absorption in humans », *Am. J. Clin. Nut* 44:248-256.

Ziegler E. E. *et al.* (1978), « Absorption and retention of lead by infants », *Pediatr. Res.* 12:29-34.