

GUIDE DE PRATIQUE PROFESSIONNELLE

LA PRÉVENTION ET LE CONTRÔLE DES INTOXICATIONS PAR LE PLOMB EN MILIEU DE TRAVAIL

et

ADDENDUM SUR L'UTILISATION DE LA MESURE DES PROTOPORPHYRINES LIÉES AU ZINC (PPZ) LORS DU MONITORAGE DE L'EXPOSITION AU PLOMB

**COMITÉ MÉDICAL PROVINCIAL
EN SANTÉ AU TRAVAIL DU QUÉBEC**

*Adopté le 14 mars 1996
Révisé le 15 février 2001
Révisé le 29 février 2008
Addendum adopté le 17 février 2010*

**COMITÉ MÉDICAL PROVINCIAL
EN SANTÉ AU TRAVAIL
DU QUÉBEC**

Membres des groupes de travail :

1996

Dr Luc Bhérer, DSP de l'Outaouais
Dr Pierre Deshaies, DSP Chaudière-Appalaches
Dr Robert Plante, DSP de Québec

2000

Dr Pierre Deshaies, DSP Chaudière-Appalaches
Dr Gérald Létourneau, DSP Abitibi-Témiscamingue
Dr Bernard Pouliot, DSP du Bas-St-Laurent
Dr Robert Plante, DSP de Québec

2007-2008

Dr Luc Bhérer, DSP de la Capitale Nationale
Dr Pierre Deshaies, DSP Chaudière-Appalaches
Dr Bernard Pouliot, DSP du Bas-St-Laurent
Dr Robert Plante, DSP de l'Outaouais

**2010 – Rédaction de l'addendum sur l'utilisation de la mesure des protoporphirines
liées au zinc (PPZ)**

Dr Christian Levesque, DSP de Laval

PRÉAMBULE

Ce document est un guide de pratique professionnelle et représente le consensus qu'ont développé les médecins-conseils en santé au travail de toutes les régions du Québec à partir des connaissances scientifiques actuellement disponibles. À ce titre, il ne crée pas une obligation pour les médecins responsables mais il constitue un appui à leur pratique; de plus, l'application de ces recommandations et des conclusions doit être pondérée selon le jugement des médecins responsables. Les travailleuses et les travailleurs doivent être bien informés des implications autres que médicales reliées à l'exercice du droit de retrait préventif que leur confère la Loi sur la santé et la sécurité du travail.

TABLE DES MATIÈRES

	page
Introduction	1
Effets à la santé à de faibles niveaux d'exposition	1
Évolution des plombémies des travailleurs du Québec (1993-2004).....	3
Ligne de conduite préconisée par le Comité médical	5
Objectif	5
Seuil de déclaration	6
Seuil de réaffectation	6
Critères de réintégration au poste de travail initial	7
Surveillance médicale	7
TABLEAU : Stratégie de surveillance médicale et d'interventions auprès des travailleurs exposés au plomb)	9
ADDENDUM sur l'utilisation de la mesure des protoporphyrines liées au zinc (ppz) lors du monitoring de l'exposition au plomb	10

INTRODUCTION

L'exposition au plomb peut causer des atteintes aux systèmes cardiovasculaire, reproducteur, neurologique, rénal et hématologique. Des effets sur l'issue de la grossesse et sur la santé de l'enfant à naître sont aussi bien démontrés. Les travailleurs exposés se retrouvent, entre autres, dans les secteurs de la production et la récupération de batteries, de la construction, de la réparation des radiateurs, de la céramique, du caoutchouc, de l'industrie chimique, de la production comme de la pose ou du sablage de peinture, de la plomberie, des fonderies, des usines de smeltage et du recyclage des métaux. De plus, les enfants et les autres membres de la famille peuvent être exposés de façon significative à la poussière de plomb transportée par les vêtements de travail. L'ensemble de la population peut aussi être exposée, entre autres, par les émissions polluantes de certaines activités industrielles. Il existe plusieurs stratégies de prévention et de protection de l'intoxication saturnine et tous les milieux où les travailleurs et les travailleuses sont exposés au plomb devraient bénéficier de telles mesures. Comme les milieux de travail du Québec où ce contaminant est susceptible de se retrouver ne sont pas tous connus, la déclaration obligatoire de toute plombémie égale ou supérieure à 0,5 µmol/L au directeur de santé publique de la région concernée demeure un précieux outil de prévention.

Un résumé plus complet des connaissances a déjà été produit dans le document « Maladies à déclaration obligatoire (MADO), intoxication par agents chimiques : le plomb. Document d'appui à la proposition d'un seuil de déclaration de la plombémie » produit par le Comité provincial de santé environnementale au mois d'octobre 1998¹ ainsi que dans le document « L'exposition au plomb. Guide de prévention » produit par la CSST et le réseau de la santé au travail² ; nous ne soulignerons que quelques données « choisies ».

EFFETS À LA SANTÉ À DE FAIBLES NIVEAUX D'EXPOSITION

- Des effets biologiques comme l'inhibition de l'ALAD (acide δ-aminolévulinique déshydratase) peuvent apparaître, même chez l'adulte, à partir de niveaux de plombémie de 0,5 µmol/L et des altérations physiologiques objectivables ne sont pas rares au-delà de 1,5 µmol/L, incluant, entre autres, une diminution de la vitesse de conduction nerveuse.
- Quelques études indiquent qu'une élévation prolongée de la plombémie à 0,5 µmol/L est susceptible de produire une élévation de la tension artérielle et certaines altérations de la fonction rénale.
- Des effets sur la fonction testiculaire sont décrits à des niveaux de plombémie de 2 µmol/L et sur le système reproducteur des femmes à des niveaux de 3 µmol/L ; cependant, le plomb peut être transporté de façon préférentielle de la mère au fœtus, au point où la plombémie du fœtus peut excéder celle de la mère. Par ailleurs, le risque d'avortements spontanés serait significatif lorsque

-
- 1 *Comité de santé environnementale du Québec, Conseil des directeurs de santé publique du Québec et Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec*, « Maladies à déclaration obligatoire (MADO), intoxication par agents chimiques : le plomb. Document d'appui à la proposition d'un seuil de déclaration de la plombémie », octobre 1998, accessible à http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/227-DefinitionMADO_Plomb.pdf
 - 2 *Turcot J., Deshaies P., Létourneau G. et al.* « L'exposition au plomb. Guide de prévention. » Direction prévention-inspection de la CSST, direction des communications, CSST, 2003, 63p. accessible à http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/582B7D30-4751-4E54-A058-8917CF11A76D/2963/dc_200_16161_1.pdf

les plombémies atteignent 0,5 µmol/L ou 1 µmol/L selon les études et il augmenterait de façon linéaire en suivant l'élévation du niveau de plombémie [R.C. 1,8 (I.C. 1,1-3,1) pour chaque 0,25 µmol/L]; chez l'animal, l'exposition au plomb in-utero s'accompagne d'une forte augmentation du risque de cancer du cerveau en bas âge.

- Le plomb peut interférer avec le développement de l'intelligence de l'enfant pendant la phase fœtale ; après la naissance, l'intelligence de l'enfant, telle que mesurée par le QI, peut être altérée dès que le niveau de plombémie commence à s'élever (effet sans seuil³) et des perturbations de la performance psychomotrice sont rapportées à des très faibles niveaux. Les conséquences de l'exposition à de faibles niveaux de plomb comme l'hypertension gravidique, l'accouchement prématuré, les naissances de bébés de petit poids, les anomalies congénitales mineures, les avortements spontanés et le retard de développement surviendraient à des concentrations de plomb dans le sang ou le cordon ombilical de 0,5 µmol/L⁴, et peut-être même encore plus bas.
- Un excès de mortalité par maladies cardio ou cérébrovasculaires ont été récemment mis en évidence à partir des niveaux aussi faibles que 0,10 µmol/L³.
- Le plomb est classé parmi les agents tératogènes probables⁵.
- Le CIRC⁶ (vol. 87, février 2006) classe le plomb comme un cancérigène probable (A2); le NTP⁷, considère désormais qu'il est raisonnable de présumer de l'effet cancérigène du plomb; l'EPA⁸ classe le plomb comme un cancérigène humain probable (B2). l'ACGIH⁹ 2007 le classe A3, cancérigène chez l'animal le RRST¹⁰ reprend la classification de l'ACGIH et classe le plomb C3, cancérigène chez l'animal. Le directeur national de santé publique du Québec, dans son commentaire à la CSST transmis le 14 septembre 2005, recommandait plutôt de reconnaître le plomb comme un cancérigène soupçonné chez l'humain (C2).

Parmi l'ensemble des indicateurs disponibles, la plombémie est l'indicateur de choix pour témoigner de l'exposition au plomb ; elle est d'ailleurs choisie à ce titre dans la plupart des pays. L'OMS propose désormais de soustraire de l'exposition au plomb les travailleurs dont la plombémie dépasse 2,00 µmol/L et l'ACGIH a retenu 1,45 µmol/L comme limite de l'indice d'exposition biologique⁵. Au Québec, la VEMP a été abaissée de 0,15 à 0,05 mg/m³. L'indice biologique d'exposition (IBE) réputé correspondre à l'ancienne VEMP de 0,15 mg/m³ était de 2,42 µmol/L. À la nouvelle VEMP correspondrait maintenant un IBE de 1,45 µmol/L qui rejoindrait les

3 Lanphear; B. P., R. Hornung; J. Houry; et al., (2005), «Low-Level Environmental Lead Exposure and Children's Intellectual Function: An International Pooled Analysis», *Environ Health Perspect.* 2005;113(7):894-899.

4 Bellinger, D. C. (2005), «Teratogen Update: Lead and Pregnancy» *Birth Defects Research (Part A): Clinical and Molecular Teratology* 73:409-420, p. 409-420.

5 Shepard T.H., *Catalog of Teratogenic Agents*, IX^e édition, The John Hopkins University Press, Baltimore and London, 1998, p. xv-xviii et xxiii-xxv.

6 Centre international de recherche sur le cancer (CIRC),
(<http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol87/volume87.pdf>)
(<http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/crthgr02a.php>)

7 National Toxicology Program (NTP), Department of Health and Human services, 11th report on carcinogens (RoC) 2005, (<http://ntp.niehs.nih.gov/ntp/roc/eleventh/profiles/s101lead.pdf>)

8 Environmental protection agency (EPA), IRIS 2004, <http://www.epa.gov/iris/subst/0277.htm>

9 American Conference of Industrial Hygienists (ACGIH) 2007, « Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices », Cincinnati.

10 Règlement sur la santé et la sécurité du travail, c. S-2, r.19.01,1 (version 23 janvier 2008), Annexe I

recommandations de l'ACGIH⁹. Cette valeur est nettement inférieure au seuil de retrait de 2 µmol/L retenu dans la version 2001 du Guide précédent ; elle est même inférieure au critère de 1,5 µmol/L proposé alors comme niveau permettant de réintégrer les travailleurs à leur poste de travail régulier.

ÉVOLUTION DES PLOMBEMIES DES TRAVAILLEURS DU QUEBEC (1993-2004)

En adoptant en 1996 un guide de pratique professionnelle en vue de la prévention des intoxications par le plomb en milieu de travail, les membres du CMPSTQ espéraient contribuer à réduire toute exposition professionnelle au plomb susceptible d'entraîner des plombémies supérieures à 1,25 µmol/L. En 1996, les membres du CMPSTQ estimaient que les connaissances disponibles invitaient à fixer le niveau de retrait à 1,45 µmol/L le plus tôt possible et c'est l'objectif qu'ils souhaitent poursuivre. Pour éviter des bouleversements trop importants dans plusieurs entreprises d'une région où persistaient des niveaux d'exposition élevés, une stratégie de réduction progressive et harmonisée a donc été adoptée par le comité médical; le seuil de retrait a alors été fixé à 1,92 µmol/L (400 µg/L). Pour les mêmes raisons, le seuil n'a pas été abaissé en 2001; dans les faits, il a même été légèrement augmenté (2 µmol/L) au nom le l'arrondissement des valeurs lors du changement définitif d'unités de mesure.

Pour suivre l'évolution des plombémies des travailleurs du Québec, nous disposons des données de l'IRSST où sont analysés les échantillons sanguins de tous les travailleurs qui font l'objet d'une surveillance biologique dans le cadre des activités des équipes de santé au travail du réseau public de santé. Le nombre total de travailleurs surveillés a cru progressivement à l'exception d'un bond très important en 2001 qui s'explique sans doute en bonne partie par le transfert des plombémies effectuées dans la région de Québec et qui étaient analysées par le Centre de toxicologie. En 2004, la plombémie de 260 travailleurs atteignait toujours ou dépassait 1,44 µmol/L (tableau 1); cependant, il est intéressant de constater que la proportion des travailleurs ayant les plombémies les plus élevées s'abaisse constamment. Il n'est pas facile de confirmer dans quelle mesure l'application des recommandations du guide provincial ont eu l'influence souhaitée, mais alors que le nombre de travailleurs soumis à des plombémies passait de 1221 en 1996 à 1818 en 2004, la proportion de travailleurs dont la plombémie atteignait 1,92 µmol/L et plus passait de 10,4% à 4,4%. En 1996, 48% des travailleurs suivis avaient une plombémie inférieure à 0,96 µmol/L; en 2004, cette proportion s'élevait à 63,7% (tableau 1 et graphique 1). En fixant un seuil de retrait plus bas, nous espérons entraîner une réduction du nombre de travailleurs ayant des plombémies élevées puisque nous ne tolérerons plus que les travailleurs demeurent exposés plus longtemps.

Tableau 1 : Nombre de travailleurs ayant une plombémie supérieure à différents seuils parmi les travailleurs dont les plombémies ont été analysées par l'IRSST

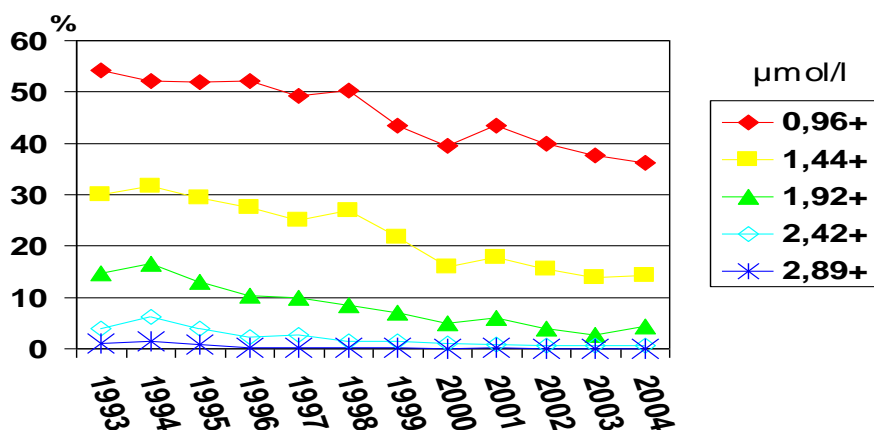
Plombémie Année	0,96 + µmol/L	1,44 + µmol/L	1,92 + µmol/L	2,42 + µmol/L	2,89 + µmol/L	Total des travailleurs suivis
1993	554	306	150	48	10	1019
1994	611	370	194	73	18	1172
1995	705	398	176	54	11	1356
1996	636	335	127	29	3	1221
1997	729	366	145	39	4	1460
1998	735	392	123	21	2	1460
1999	720	362	117	24	5	1661
2000	571	237	74	15	1	1480
2001	983	402	134	21	3	2265
2002	852	330	82	15	2	2130
2003	801	296	56	12	1	2124
2004	660	260	79	11	0	1818

1. Pour les données de 1993 à 2000 : Ostiguy, C., Larivière, P. (2001). *Statistiques d'analyses pour le niveau de plomb environnemental et de plombémie sanguine : période de janvier 1993 à décembre 2000*, Montréal, Programme Hygiène et Toxicologie, Direction des opérations, IRSST, 29 p. ; communication personnelle pour compléter les données 2001-2004 fournies par le laboratoire de l'IRSST au groupe de travail du CMPSTQ.

Graphique 1

Pourcentage de travailleurs selon le niveau de plombémies (1993-2004)

(source : Ostiguy et Larivière, 2001, IRSST - et données non publiées)



L'expérience confirme par ailleurs qu'il est effectivement possible pour le médecin responsable d'avoir une influence déterminante pour induire les modifications requises qui entraînent une réduction drastique des niveaux de plombémie des travailleurs. Il est donc maintenant de plus en plus rare que des plombémies dépassent 2,0 $\mu\text{mol/L}$ chez les travailleurs qui font l'objet d'une surveillance médicale dans le cadre des programmes de santé, alors qu'il y a quelques années, des niveaux de 3,0 $\mu\text{mol/L}$ étaient régulièrement dépassés. La majorité des entreprises ont apporté rapidement les modifications requises pour réduire l'exposition des travailleurs au plomb lorsqu'elles ont été clairement informées qu'aucune exposition ne pouvait être tolérée chez les travailleurs dont la plombémie est déjà jugée trop élevée. L'expérience cumulée des dernières années démontre que les corrections de l'environnement et des conditions de travail ont permis de réduire de façon substantielle le nombre de cas d'intoxications sévères.

Si plusieurs travailleurs exposés au plomb font l'objet d'une surveillance médicale, le système actuel de surveillance comporte des lacunes qui nous empêchent de présenter un tableau complet de la situation. L'article 3 du règlement ministériel d'application de la Loi sur la santé publique (L.R.Q. c. S-2.2, r.2) fait cependant de l'intoxication par le plomb une maladie à déclaration obligatoire et l'article 32 de la Loi sur la santé et la sécurité du travail confirme le droit des travailleurs à être soustraits de l'exposition au plomb avant de présenter des altérations trop sévères ou irréversibles. Si le diagnostic clinique d'intoxication suppose la mise en évidence de certaines anomalies fonctionnelles et physiologiques, nous considérons désormais que le fait de présenter une plombémie supérieure à 1,45 $\mu\text{mol/L}$ constitue en soi une altération à la santé puisqu'elle reflète une exposition significative liée à de telles altérations et que toute exposition supplémentaire mérite alors d'être éliminée puisque des modifications biologiques dont on ne connaît pas encore toutes les conséquences sont habituellement déjà présentes à ces niveaux. C'est à cette condition que l'on peut espérer prévenir les manifestations qui résulteraient de l'accumulation, pendant plusieurs années, du plomb dans l'organisme, à des niveaux où les manifestations aiguës ne sont pas facilement détectables.

LIGNE DE CONDUITE PRÉCONISÉE PAR LE COMITÉ MÉDICAL

Objectif

Les membres du comité médical provincial souscrivent à l'objectif qui vise à diminuer l'exposition professionnelle au plomb au plus faible niveau possible compte tenu de l'effet cancérigène probable du plomb. Cependant, d'un point de vue opérationnel, là où persiste une certaine exposition, le niveau susceptible d'entraîner des plombémies supérieures à 1,25 $\mu\text{mol/L}$ ¹¹ ne devrait jamais être dépassé. Nous proposons de continuer de procéder par étapes et de graduer nos actions de surveillance, promotion et protection, en fonction du continuum des atteintes à la santé et des niveaux de plombémie (cf. tableau, page 6).

EN L'AN 2012, AUCUNE PLOMBÉMIE NE DEVRAIT DÉPASSER 1,25 $\mu\text{mol/L}$

¹¹ *Healthy People 2010*, accédé le 2007-12-28 à <http://www.healthypeople.gov/document/html/objectives/20-07.htm>.

Seuil de déclaration

Un seuil unique de déclaration obligatoire (MADO) au directeur de santé publique par les laboratoires et les médecins, pour les adultes et pour les enfants, a été retenu au Québec; il est actuellement fixé à 0,5 µmol/L¹². Le niveau requérant une enquête et une intervention chez l'adulte n'a cependant pas été déterminé dans ce document et il doit s'ajuster au fil de l'évolution des connaissances par les médecins autorisés par le directeur de Santé publique pour mener en son nom les enquêtes épidémiologiques suite aux déclarations.

Seuil de réaffectation

L'objectif du retrait préventif prévu par la loi à l'article 32 est de soustraire le travailleur de l'exposition aux contaminants susceptibles d'altérer sa santé en l'affectant à des tâches où il ne sera plus exposé ; c'est ce que nous appelons une «réaffectation». Dans le cas de l'exposition au plomb, nous recommandons de fixer ce seuil à 1,45 µmol/L; s'il est raisonnable d'adopter une démarche de réduction progressive pour parvenir à ce seuil dans certaines entreprises où le contrôle est plus déficient, le souci de protéger la santé et de traiter équitablement tous les travailleurs invite à harmoniser les pratiques dès maintenant.

Cela n'atténue en rien les efforts qu'il faut déployer pour atteindre l'objectif déjà formulé de 1,25 µmol/L. En effet, 1,25 µmol/L est le niveau à atteindre pour avoir une assurance raisonnable qu'aucun travailleur ne développera des problèmes de santé¹³, alors que 2 µmol/L est le niveau où des altérations métaboliques et des symptômes sont assez fréquemment décrits pour que l'on recommande de cesser toute exposition. Le médecin responsable fera, il va sans dire, la distinction entre les cas où la plombémie s'élève suite à une exposition récente qui persiste et ceux où la plombémie élevée suite à une exposition qui date de plusieurs mois voire années est en diminution constante. Cependant, dans un cas comme dans l'autre, il est nettement préférable que les travailleurs restent affectés à un poste où il ne sont pas exposés car il s'agit d'un des rares outils dont nous disposons pour atteindre l'objectif de protection des travailleurs en attendant l'assainissement du milieu de travail.

CETTE LIGNE DE CONDUITE SERA RÉÉVALUÉE AU PLUS TARD EN L'AN 2012

Rappelons que si le retrait doit demeurer un droit du travailleur et non une obligation qui lui est faite, cela ne réduit en rien l'importance de bien l'informer et de faire adopter dans les entreprises des politiques efficaces de réaffectation, et de maintenir les plombémies inférieures à la valeur de l'indice biologique correspondant à la nouvelle norme du RSST. L'information aux milieux de travail doit préciser clairement que certains risques persistent probablement, surtout à long terme, tels les effets vasculaires, cancérogènes et sur le système reproductif; ainsi, les milieux de travail doivent donc chercher à réduire l'exposition au plus bas niveau possible (ALARA = as low as reasonably achievable).

¹² Sanfaçon G et al., Surveillance des maladies à déclaration obligatoire au Québec. Définitions nosologiques. Maladies d'origine chimique ou physique. MSSS, mis à jour juillet 2007, 40 pages, accessible à [http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/preventioncontrle/06-268-03W.pdf](http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/preventioncontrrole/06-268-03W.pdf)

¹³ Si les propriétés cancérogènes sont confirmées, ce seuil devra être abaissé.

Critères de réintégration au poste de travail initial

L'objectif du retrait préventif est de soustraire un travailleur d'une exposition nocive entraînant une plombémie $\geq 1,45 \mu\text{mol/L}$; le travailleur peut donc reprendre son poste normal de travail aussitôt que ce dernier a été corrigé et qu'il ne représente plus une source d'exposition. Si de tels correctifs ne sont pas apportés, ou s'ils n'éliminent pas complètement l'exposition, le travailleur ne devrait pas réintégrer son poste de travail tant qu'il présente des symptômes, ou lorsque la plombémie a atteint un niveau inférieur à $1,20 \mu\text{mol/L}$. L'à-propos de ces recommandations sera périodiquement réévalué à la lumière des connaissances scientifiques les plus récentes.

*Réaffecter lorsque la plombémie est supérieure à $1,45 \mu\text{mol/L}$
Réintégrer le travail lorsque la plombémie est inférieure à $1,20 \mu\text{mol/L}$*

CETTE LIGNE DE CONDUITE SERA RÉÉVALUÉE AU PLUS TARD EN L'AN 2012

Surveillance médicale

L'indicateur biologique de choix est la plombémie; elle doit être utilisée de préférence et en complément à la mesure environnementale, car elle est plus fiable pour déterminer l'exposition individuelle. Règle générale, les effets toxiques du plomb apparaissent de plus en plus souvent et précocement, au fur et à mesure que s'élèvent les niveaux de plombémie. L'apparition et la sévérité des symptômes ne dépendent cependant pas que du niveau de la plombémie et de la susceptibilité individuelle ; ils dépendent aussi de la durée des expositions.

En abaissant le niveau de plombémie justifiant le retrait de l'exposition, il faut résister à la tentation d'accroître la fréquence des examens de surveillance ; le nombre de travailleurs surveillés sera plus grand et la seule marge d'erreur du test de même que les fluctuations individuelles « normales »¹⁴ sont susceptibles d'entraîner des dépassements temporaires qui ne seraient pas significatifs. Plus le niveau choisi pour faire cesser l'exposition sera vraiment sécuritaire, moins de faibles dépassements temporaires seront dangereux ; le jugement pour l'application des recommandations de ce guide est donc de mise. Règle générale, l'intervalle entre les examens devrait diminuer en fonction de l'augmentation du niveau de plombémie, mais en tenant compte de la plus ou moins grande stabilité des expositions. La stratégie de surveillance doit varier selon que l'on connaît déjà ou non le milieu de travail et que les expositions y sont régulières ou cycliques, mais relativement bien contrôlées ou sporadiques et anarchiques, atteignant parfois des niveaux élevés. Dans ce dernier cas, comme on peut le retrouver par exemple dans le secteur de la construction lors d'activités de décapage de peintures (ex. : ponts), l'intervalle entre deux tests peut au début être réduit à un mois afin de suivre la situation qui peut changer très rapidement¹⁵. En abordant une

¹⁴ Pour que la performance d'un laboratoire soit qualifiée de « bonne », dans le cadre du programme de comparaison inter laboratoires du CTQ, auquel participe entre autres l'IRSST, la fluctuation des mesures ne doit pas dépasser 5 % lorsque les plombémies atteignent ou dépassent $3 \mu\text{mol/l}$ ($\nabla 0,15$) et ne peut s'élever qu'à un maximum de 10 % pour les plombémies avoisinant $0,5 \mu\text{mol/l}$ ($\nabla 0,05$).

¹⁵ Levin SM, M. Goldbert. « Clinical Evaluation and Management of Lead-Exposed Construction Workers », 2000, American Journal of Industrial Medicine, vol. 37, p. 23-43.

nouvelle entreprise ou en présence d'une détérioration récente de l'environnement de travail, il vaut mieux être plus prudent et accentuer la surveillance ; de plus, il importe de tenir compte de l'histoire professionnelle de chaque travailleur.

Nous proposons quelques lignes générales de conduite au tableau qui suit ; elles représentent la conduite que nous préconisons lorsque les expositions sont connues et relativement stables. Dans les autres cas, les contrôles biologiques devraient être plus fréquents lorsque le niveau des plombémies s'élève et plus distancées lorsqu'il s'abaisse. Les interventions doivent être graduées et, en tout temps, il appartient au médecin responsable de décider de faire appel à l'inspecteur de la CSST lorsque son intervention n'apporte pas les effets escomptés.

STRATÉGIE DE SURVEILLANCE MÉDICALE ET D'INTERVENTIONS AUPRÈS DES TRAVAILLEURS EXPOSÉS AU PLOMB

PLOMBÉMIE des travailleurs	SUIVI MÉDICALE	INTERVENTION (Amorce)
≤ 1,00 µmol/l	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contrôle occasionnel de la plombémie de quelques travailleurs pour s'assurer de la stabilité des conditions (plus de prudence lors de nouvelles expositions ou de travaux majeurs). 	<p><u>1^{er} niveau d'intervention</u> (évaluation et action initiale pour tout dossier)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Documenter l'exposition : <ul style="list-style-type: none"> - identifier les sources d'exposition lors d'une visite - mesures environnementales dans certaines conditions particulières. ◆ Activité de formation-information dans le milieu de travail. ◆ Recommandations générales et spécifiques pour assainir le milieu de travail et favoriser une bonne hygiène (le plus souvent, aucune autre action n'est requise)¹⁶. ◆ Recommandation de toujours viser à réduire le plus possible l'exposition
> 1,00 µmol/l à 1,25 µmol/l	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Plombémie annuelle (en période maximale d'exposition si l'on connaît l'existence d'une fluctuation) - répartir les examens dans le temps et les lieux pour mieux surveiller le milieu; (ex. : soumettre ¼ des travailleurs à un contrôle à tous les trois mois... pour que chaque travailleur ne subisse qu'une plombémie). 	<p><u>2^e niveau d'intervention</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - approfondir l'évaluation des sources d'exposition - conseiller et soutenir l'entreprise pour réduire les expositions - faire adopter par l'entreprise une politique de réaffectation - répéter des activités de formation-information (CSS-EMP.-TRAV.) selon les besoins. - faire connaître les règlements qui s'appliquent - passer au niveau 3 si non efficace
> 1,25 µmol/l	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Contrôle plombémie après 1 mois si le profil n'est pas connu. ◆ Suivi périodique aux 3 à 12 mois en fonction de la stabilité plus ou moins grande de l'exposition. ◆ En lien avec le médecin traitant, faire les recommandations nécessaires pour assurer un abaissement de la plombémie le plus rapidement possible en soustrayant de l'exposition et par un arrêt de travail et traitement si nécessaire. 	<p><u>3^e niveau d'intervention</u> (> 1,25 à 1,45 µmol/l)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Activité des niveaux 1 et 2 <ul style="list-style-type: none"> - soutenir l'entreprise pour la mise en place des mesures pour réduire l'exposition des travailleurs le plus rapidement possible - inciter à modifier les tâches entraînant une surexposition - ventiler mieux le poste de travail - insister pour que le lieu de travail soit modifié, si cela s'applique, pour permettre l'adoption des mesures d'hygiène personnelle adéquates. - recommander aux travailleurs concernés le retrait préventif à 1,45 µmol <p><u>4^e niveau d'intervention</u> (en l'absence des résultats escomptés ou plombémies > 1,45 µmol)</p> <ul style="list-style-type: none"> ◆ Action concertée avec la CSST et signalement lorsque pertinent.

¹⁶ RSST (Douches, casiers séparés, ménage sans poussière, vêtements de travail qui demeurent sur les lieux de travail...)

ADDENDUM SUR L'UTILISATION DE LA MESURE DES PROTOPORPHYRINES LIÉES AU ZINC (PPZ) LORS DU MONITORAGE DE L'EXPOSITION AU PLOMB

Plombémie

La plombémie reflète le niveau d'exposition au plomb dès les premiers jours, alors qu'elle diminue en un mois après l'arrêt de l'exposition¹. Lorsque le niveau de plombémie atteint est très élevé, le retour à la normale peut prendre beaucoup de temps. Un état d'équilibre survient après trois mois dans des conditions stables² lequel est proportionnel au niveau d'exposition.

La plombémie n'est cependant pas bien corrélée avec la charge corporelle. Ainsi, lorsque l'exposition est variable, elle ne peut l'évaluer adéquatement³. Compte tenu de l'important réservoir osseux, la plombémie n'est pas un index fiable de l'exposition ancienne ou cumulative³.

Nonobstant ce qui précède à l'équilibre, la plombémie malgré ses limites reflète mieux que tout autre paramètre la charge des tissus mous³ et ainsi le risque relié à une exposition. On doit considérer qu'elle reflète la dose moyenne absorbée au cours des dernières semaines^{2,3,4,5,6,7,8}. De plus, la nature des effets sur la santé susceptibles de survenir aux divers niveaux de plombémie est connue⁶.

La Protoporphyrine liée au zinc (PPZ)

Métabolisme

Le plomb affecte la dernière étape de la synthèse de l'hème se produisant dans les mitochondries des cellules hématopoïétiques de la moelle osseuse, où le plomb inhibe l'enzyme ferrochelatase qui catalyse l'insertion du fer dans la molécule de protoporphyrine pour former l'hème. Lorsque le fer n'est pas incorporé, le zinc qui a une plus grande affinité pour la protoporphyrine prend la place du fer, formant la protoporphyrine liée au zinc (PPZ)⁹. Environ 95 % de la protoporphyrine se retrouve sous la forme liée au zinc³.

Le délai entre le début d'une exposition au plomb et l'augmentation de la PPZ se situe entre 2 à 12 semaines^{1,5,9}. La PPZ demeure par la suite dans les hématies pour toute leur durée de vie soit 120 jours.

La PPZ est donc un indicateur d'effet précoce qui réagit lentement aux changements des niveaux de plomb auxquels les travailleurs sont exposés.

La hausse des PPZ se produirait dès que la plombémie atteint 0,97 umol/L (200 ug/L) et plafonnerait autour 4,34 umol/L^{3,9,10} (900 ug/L). Cette hausse apparaîtrait plus précocement chez la femme, soit dès que la plombémie atteint un niveau de 0,72-0,97 umol/L (150-200 ug/L)¹¹.

Aux bas niveaux d'exposition, bien que des hausses de la PPZ ont été observées, avec une large distribution des résultats, ce qui démontre une grande variabilité de la réponse individuelle à l'exposition au plomb¹⁸. Aux faibles niveaux d'exposition, une proportion significative de l'augmentation de la PPZ serait due aux interférences des autres facteurs qui contribuent à la synthèse de l'hème¹².

À l'équilibre, on observe une corrélation entre le plomb sanguin et la PPZ pour les niveaux de plombémie compris entre 1,69 à 3,86 µmol/L^{2,5,10} (350 et 800 µg/L).

Les concentrations de PPZ diminuent lentement soit de 2 à 4 mois après l'arrêt de l'exposition^{5,10}. Elles peuvent cependant demeurer élevées plusieurs années après l'arrêt de l'exposition suite au relâchement du plomb emmagasiné dans le compartiment osseux.

Lors d'une exposition stable et prolongée, le dosage des PPZ est un bon indicateur du groupe de plomb biologiquement actif⁵ présent suite à l'exposition survenue au cours des mois précédents^{4,10}.

Pour une valeur cible de plombémie de 0,48 umol/L (100 ug/L), la valeur prédictive que la hausse observée de la PPZ soit due à une exposition au plomb n'est pas adéquate. Lorsque le niveau cible augmente, cette valeur prédictive s'accroît. Ainsi, pour une valeur cible de 1,20 umol/L (250 ug/L), une étude mentionne que la PPZ pourrait avoir une certaine utilité¹⁰. À des niveaux cibles de plombémie plus élevés, cet indicateur devient fiable, ces niveaux se situant de 1,45 umol/L à 1,93 umol/L^{12,14} (300 ug/L à 400 ug/L).

De nombreux états physiologiques peuvent interférer avec la production des PPZ. La concentration en PPZ augmente lors d'un déficit en fer et pour toutes les conditions qui altèrent le transfert du fer vers ou dans la moelle osseuse. On retrouve cette situation dans : l'anémie hémolytique, l'anémie des pathologies chroniques, les syndromes infectieux, les syndromes inflammatoires, les syndromes néoplasiques, les diverses porphyries, les ulcères gastriques et duodénaux, la consommation régulière d'alcool et l'éthylisme^{1,2,3,7,9,13}. La grande prévalence de ces états vient grandement affecter la spécificité du dosage de la PPZ.

Le test utilisé pour la mesure des PPZ est également sujet à des interférences. Ainsi, lorsque le test est effectué par hématofluorométrie, la bilirubine et la riboflavine fluorescente ont la même longueur que la protoporphyrine⁹. Le test donnera donc des niveaux faussement élevés en présence d'hémolyse, d'hyperbilirubinémie, d'une consommation de riboflavine, mais également en présence d'une carboxyhémoglobémie élevée, et d'usage d'un composé digitalique⁷.

D'autre part, cette mesure donnera des niveaux faussement réduits lorsqu'il y a eu décomposition photochimique suite à une exposition du spécimen à la lumière, d'où la nécessité d'une protection de la lumière des prélèvements⁷.

L'interprétation des résultats de la PPZ nécessite donc une analyse détaillée de l'histoire médicale et professionnelle du travailleur, de même que de ses habitudes de vie.

La PPZ est considérée moyennement sensible, mais insuffisamment spécifique³ aux niveaux cibles actuellement en vigueur au Québec

Les tests mesurant les effets inhibiteurs du plomb sur la synthèse de l'hème (dont la PPZ), bien que donnant une image plus complète de l'individu, ne sont pas recommandés à titre de premiers tests de monitoring¹⁴, ces effets étant trop peu spécifiques pour être utilisés à titre d'outils de monitoring^{7,14}. Ainsi, elle n'apparaît pas supérieure au plomb sanguin à titre d'indice de l'exposition³.

Bien que son utilisation ait été suggérée par certains comme un indicateur des effets biologiques à long terme³, l'existence de nombreux modulateurs des niveaux de PPZ, tant de nature personnelle que professionnelle, fait en sorte qu'il est difficile d'estimer le niveau de risque associé à un niveau donné de PPZ.

Cet indicateur pourrait être utile pour évaluer le risque d'un groupe de travailleurs¹², mais l'interprétation des résultats demeure difficile, principalement lorsqu'il est utilisé au sein de petits groupes.

L'utilisation du dosage de la PPZ ne s'applique qu'aux expositions élevées^{13,14,15} et à titre de test complémentaire de suivi au monitoring biologique de l'exposition, dans certains cas particuliers, de surexposition importante.

Au niveau clinique, cette mesure tient une place importante comme index de l'efficacité des thérapies par chélation^{13,15}.

Recommandations

Considérant :

- 1) les caractéristiques intrinsèques de cet indicateur;
- 2) les nombreux facteurs physiologiques et les habitudes de vie susceptibles d'influencer le niveau de ZPP;
- 3) la diminution récente des valeurs cibles de plombémie au Québec recommandées dans le récent guide de pratique du CMPSATQ, pour lesquelles le niveau correspondant de PPZ se situe hors de la zone de fiabilité de cet indicateur.

Considérant que la plombémie est l'indicateur sur lequel sont basées toutes les recommandations préventives dans le récent guide de pratique du CMPSATQ.

Nous recommandons que:

- 1) la mesure de la plombémie soit privilégiée à la mesure des PPZ dans le cadre d'un monitoring biologique de l'exposition des travailleurs au plomb;
- 2) lors de la planification d'une session de monitoring de l'exposition au plomb par la mesure de la plombémie, l'on tienne compte de l'historique de travail avec des matières plombifères pour déterminer le moment du prélèvement optimal, afin que les résultats reflètent l'exposition récente au plomb;
- 3) l'utilisation initiale de la mesure des PPZ, dans le cadre d'un monitoring biologique de l'exposition au plomb, se limite aux situations spéciales pour l'évaluation du risque d'un groupe de travailleurs. La connaissance de l'historique plombifère de tous les travailleurs permet ainsi une interprétation adéquate des résultats.

BIBLIOGRAPHIE

Documents cités dans le texte

- 1) Intoxication professionnelle par le plomb. Institut de médecine du travail de Rennes, 1997.
- 2) Plomb et composés minéraux - Fiche toxicologique FT 59. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail (France), 2007.
- 3) Intoxication par le plomb – Physiopathologie, épidémiologie, diagnostic. V. Daniel, 1997.
- 4) Lead, Elemental and Inorganic Lead Salts. Basic of the TLV's and BEI's, supplement 1996, ACGIH.
- 5) Intoxication par le plomb d'origine professionnelle. Université virtuelle de médecine du travail, 1998 (www.uvmt.org/Formation/13/Poly.htm).
- 6) Définition nosologique d'une maladie à déclaration obligatoire ou d'une intoxication et d'une exposition significatives : le plomb. Institut national de santé publique du Québec, 2008.
- 7) Toxicologie industrielle et intoxications professionnelles, 5^e Édition. Robert Lauwers, 2007.
- 8) Association of Cumulative Lead and Neurocognitive Function in an Occupational Cohort. Khalil et al. Neuropsychology. Vol 23, No 10-19, 2009.
- 9) Elevation of Zinc Protoporphyrin Levels in Lead Workers with Iron-Sufficient Microcytose, JOEM, Vol

40, No 5, May 1998.

- 10) Plomb et ses composés – Nature du dosage : Protoporphyrine zinc sanguin. Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail (France), 2007.
- 11) Recherche, validation et mesure de certains indicateurs pouvant permettre l'amélioration du projet de règlement pour le retrait préventif des travailleurs exposés au plomb. Vyskocil, Viau, Brodeur, 1992.
- 12) Blood Lead Concentration and Biological Effects in Workers Exposed to Very Low Lead Levels. Masci et al. JOEM, Vol 40, No 10, October 1998.
- 13) Méthode de dosage des paramètres de la synthèse de l'hémoglobine. Rapports d'expertise collective de l'INRSM.
- 14) Biological Monitoring and Surveillance of Workers Exposed to Chemicals. Chapitre 3 - Lead – S.Hernberg, 1984.
- 15) Plomb, données biologiques et cliniques. Viskocyl, Fiala, Cizkova, Viau. INSERM.

Documents non cités dans le texte

Guide de surveillance biologique : prélèvement et interprétations des résultats. IRSST, 2006.

Plomb. Fiche signalétique. Service du Répertoire toxicologique du Québec. CSST, 2007.

Plomb dans l'environnement – Quels risques pour la santé ? Expertise collective INSERM, 1999.

Statistiques d'analyses pour le niveau de plombémie et de plomb dans l'air - Période de janvier 1993 à décembre 2000. Claude Ostiguy et Pierre Larivière. IRSST, 2001.

A Comparison of Different Lead Biomarkers in their Associations with Lead-Related Symptoms. Lee et al. Int Arch Occup Environ Health (2000) 73: 298-304 p.

Guide de pratique professionnelle – La prévention et le contrôle des intoxications par le plomb en milieu de travail. CMPSATQ, 2001.

Le plomb : Un contaminant dangereux toujours présent, 2001.

Guide de pratique CMPSATQ, 2008.