



## Evaluation et surveillance de l'exposition au plomb des militaires français à Mitrovica, Kosovo

T. Cuney<sup>1</sup>, C. Boulais<sup>1</sup>, D. Olichon<sup>2</sup>, M. Ledrans<sup>3</sup>, D. Rudelle<sup>1</sup>, J. Brunot<sup>1</sup>, H. Delolme<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Service de santé des armées, <sup>2</sup>Laboratoire Pasteur Cerba, <sup>3</sup>Institut de veille sanitaire

Le plomb est un toxique cumulatif. Son action sur certains organes cibles rend compte du polymorphisme clinique rencontré dans le cadre d'une intoxication saturnine. Ses effets toxiques peuvent être hématologiques, rénaux et/ou neurologiques, se traduisant alors par une encéphalopathie d'expression variable mais affectant surtout le développement intellectuel chez l'enfant qui constitue une cible particulièrement vulnérable. On peut observer également des effets sur le système nerveux périphérique, sur l'appareil cardio-vasculaire et sur l'appareil digestif. Du fait du passage de la barrière placentaire et de la toxicité du plomb sur le fœtus, les femmes enceintes constituent une population très sensible.

### INTRODUCTION

La ville de Mitrovica, située dans le nord du Kosovo (République fédérale de Yougoslavie), est établie au voisinage du complexe industriel de métaux non ferreux de Trepça. Elle se situe à l'entrée d'une vallée dans laquelle a été construite l'usine de transformation du minerai de plomb. Depuis plusieurs décennies, cette région fait l'objet d'une pollution environnementale massive par les rejets de ces usines et, en particulier, par les métaux lourds tels que le plomb. L'impact et les conséquences sur l'état de santé de cette pollution sur la population avoisinante ont été rapportés dès 1982 [1]. Dans le cadre de sa mission, la composante française des forces de l'OTAN au Kosovo (KFOR), implantée à Mitrovica dans le courant de l'été 1999, s'est trouvée au contact de ces pôles industriels désuets et mal entretenus. Il importait donc de mettre en place une démarche d'évaluation et de surveillance de l'exposition au plomb de ces personnels. Ce risque environnemental a été signalé par le Service de santé des armées (SSA) dès le mois d'octobre 1999 puis précisé par une mission d'expertise menée par le Laboratoire d'analyse de surveillance et d'expertise de la marine (Lasem) de Toulon.

### MATÉRIEL ET MÉTHODE

#### Stratégie

La stratégie de surveillance qui s'appuie sur les textes réglementaires applicables en milieu professionnel [2], repose sur le recueil et l'utilisation de deux types de paramètres.

#### Un paramètre d'ambiance : le dosage du plomb atmosphérique

Les prélèvements ont été réalisés, en continu sur huit heures, à des endroits représentatifs de l'exposition aux fumées et à l'empoussièrement, préalablement identifiés lors de la mission d'expertise du Lasem. Des pompes portatives Gillian à débit calibré à deux litres par minute et des cartouches de marque Millipore pourvues de filtres de quartz ont été utilisées conformément à la norme Afnor NF X 43-256 relative aux prélèvements d'air en milieu professionnel.

#### Des paramètres biologiques : dosage de la plombémie, de la protoporphyrine zinc (PPZ) et de l'acide delta amino lévulinique urinaire (ALAU)

Compte tenu de la brièveté de l'exposition des personnels (mission de quatre mois) et de la volonté de cibler les expositions récentes, seule la plombémie, paramètre ayant une meilleure sensibilité que les PPZ et ALAU, est recherchée en première intention. Dans le but d'éviter les contaminations, aucune plombémie n'a été dosée localement. Les prélèvements ont

été effectués dès le retour en métropole et expédiés immédiatement vers un seul laboratoire de référence par les médecins prescripteurs.

L'analyse de ces données a été confiée à des organismes agréés : le Lasem de Toulon pour les dosages de plomb atmosphérique, le Laboratoire Pasteur-Cerba pour le dosage des plombémies.

#### Mise en œuvre

Deux phases successives sont à individualiser en fonction de l'intensité de l'activité industrielle et donc de l'émission du plomb dans l'atmosphère.

#### Un dispositif d'alerte mis en place pendant la période de février à juin 2000

Ce dispositif répondait à des objectifs d'estimation du risque et comportait les mesures suivantes :

- dosages de plombémie au départ et au retour sur un échantillon de compagnies de combat désigné par la Direction centrale du service de santé des armées (DCSSA) ;
- dosages systématiques de la plombémie pour le personnel féminin au retour, les femmes représentant 4 % de l'effectif des militaires français au Kosovo ;
- mesure de plombémie pour tout personnel présentant des symptômes ;
- surveillance du plomb atmosphérique à Mitrovica qui a été opérationnelle à partir de juin 2000 et mise en œuvre par l'Unité de défense nucléaire bactériologique chimique (NBC) des forces françaises.

Une notice d'information portant sur les risques de l'exposition au plomb a été remise à tout militaire devant bénéficier d'un prélèvement. Compte tenu du risque potentiel particulier pour le fœtus, les femmes en âge de procréer ont fait l'objet d'une sensibilisation et d'une information spécifiques par remise d'une note écrite.

#### Une mission menée en juillet 2000 conjointement par le SSA et l'Institut de veille sanitaire (InVS)

Cette mission [3] a été décidée après la remise en route « à plein régime » de l'activité de l'usine métallurgique de Zvečan, courant juin 2000, afin de réévaluer l'exposition au plomb de la population de Mitrovica. Elle a permis de décider de la fermeture de l'usine par les autorités de la Mission intérimaire des Nations-Unies au Kosovo (MINUK) le 14 août 2000, et a conduit à renforcer les mesures de maîtrise du risque « plomb » au sein des forces à partir du 1<sup>er</sup> août 2000.

Le dosage de la plombémie avant le départ et immédiatement au retour a été instauré au profit du personnel militaire (masculin ou féminin) devant séjourner au Kosovo, dès lors que la durée excédait un mois. Toute plombémie au retour supérieure à 20µg/100ml pour une femme ou supérieure à 30µg/100ml pour un homme a donné lieu à un contrôle deux mois plus tard. Les missions sur ce site ont été également limitées à un seul séjour pour le personnel féminin en âge de procréer. L'information du personnel a été renforcée avant et pendant le séjour à Mitrovica en insistant sur la nécessité de respecter les règles d'hygiène susceptibles de limiter l'exposition aux poussières de plomb. Outre les règles d'hygiène classiques (lavage des mains, interdiction de consommation de produits et aliments frais issus du commerce local et d'eau de production locale), des consignes précisant le nettoyage "à l'humide" des casernements et la limitation des activités physiques ont été diffusées au personnel.

# RÉSULTATS

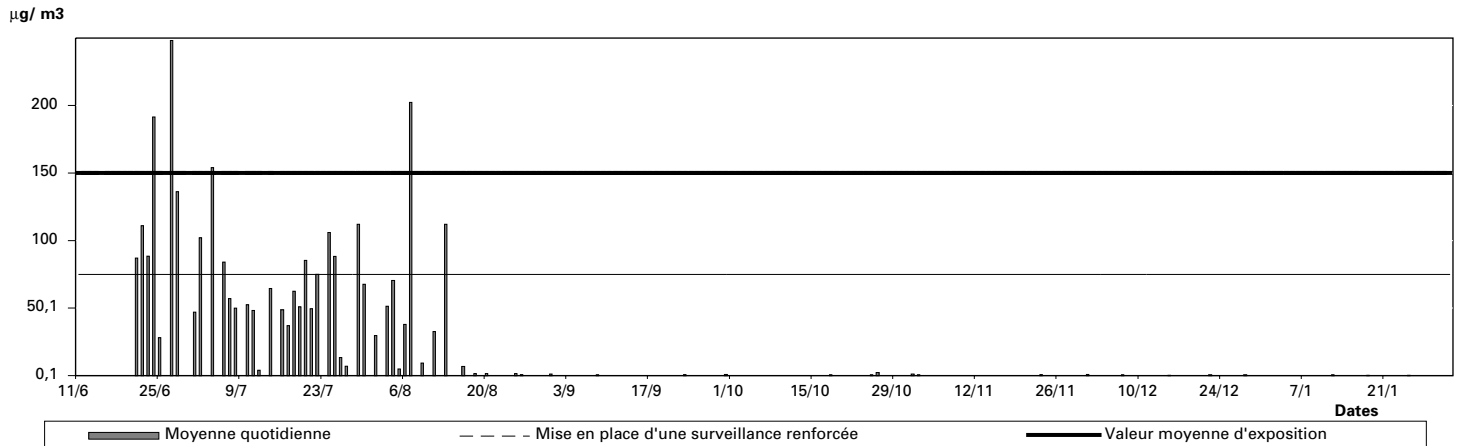
## Résultats de la métrologie du plomb atmosphérique

Les données ont été recueillies de juin 2000 à fin janvier 2001. Les prélèvements ont été effectués quand l'usine fonctionnait à plein régime (du 15 juin au 13 août 2000) et après son arrêt (à compter du 14 août). Les pompes ont été

positionnées sur trois sites jugés représentatifs de l'empoussièrément et situés dans la partie basse de Mitrovica. La moyenne des trois valeurs obtenues quotidiennement a permis d'établir le graphique représenté dans la figure 1.

Figure 1

Moyennes quotidiennes des prélèvements atmosphériques sur trois sites à Mitrovica



Sur la période du 10 juin au 19 août 2000 (plein été), 40 valeurs ont été relevées. Tous les prélèvements sont supérieurs à la valeur de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , seuil retenu en France pour l'exposition atmosphérique de la population.

Quatre valeurs dépassent  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  qui représente la valeur moyenne d'exposition (VME) [2] et qui correspond à la valeur à ne pas dépasser, en moyenne, sur 40 heures de travail. Si on se réfère au tableau 1,  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  correspond au niveau d'exposition maximum fixé par décret (niveau 5 bis). Dix valeurs excèdent les  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et 25 prélèvements sont inférieurs à la valeur de  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le taux de plomb atmosphérique, très élevé en période de fonctionnement de l'usine et par temps chaud, est revenu à des valeurs voisines des seuils appliqués en France métropolitaine depuis la fermeture des installations ( $2 \mu\text{g} / \text{m}^3$  d'air).

Depuis la fermeture de l'usine, les valeurs observées sont inférieures, dans 97 % des cas, à la valeur seuil généralement admise en population générale ( $20 \mu\text{g}/100 \text{ml}$ ).

Chez les femmes, 302 plombémies ont été effectuées, soit 4 % des prélèvements « retour » : 35 plombémies excèdent  $20 \mu\text{g}/100\text{ml}$ , soit 11,6 % et aucune plombémie n'est supérieure ou égale à  $40 \mu\text{g}/100\text{ml}$ . Sur 7 127 plombémies effectuées chez les hommes, 1 944 sont supérieures à  $20 \mu\text{g}/100\text{ml}$  soit 27,3 %.

Au total, les 88 plombémies excédant le seuil de  $40 \mu\text{g}/100\text{ml}$  sont constatées uniquement chez les hommes. Ceci peut s'expliquer par une exposition différente liée à une activité professionnelle différente.

Tableau 1

Prescriptions applicables en fonction des niveaux d'exposition [5]

Niveau D'exposition PbA* ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Pb* ( $\mu\text{g}/100\text{ml}$ )	Niveau 1 0<PbA<75 et 0<Pb < 40	Niveau 2 75<PbA<100 ou 40<Pb < 60	Niveau 3 100<PbA<150 ou 60<Pb < 70	Niveau 4 Pb = 70 ou 70<Pb < 80* * les autres paramètres biologiques doivent être normaux	Niveau 5 Pb=70*	Niveau 5 bis PbA > 150
Prescriptions						
Contrôle atmosphérique (si représentatif du risque)	Initial	Annuel	Trimestriel	Trimestriel	Nouveau contrôle sous une semaine mesures correctives	
Contrôle biologique (plombémie)	Initial puis annuel	Semestriel	Trimestriel	Trimestriel mesures correctives	Eventuel pour vérifier l'efficacité des mesures prises	
Attribution d'appareil respiratoire	Non applicable	Applicable	Applicable	Applicable	Applicable	
Surveillance médicale (fiche d'aptitude)	Non applicable	Semestriel	Semestriel	Trimestriel	Trimestriel	

\* PbA = plomb atmosphérique Pb = plombémie

### Résultat des dosages de plombémies

Pendant la période du 1<sup>er</sup> février 2000 au 31 janvier 2001 ont été réalisées 7 429 plombémies « retour » (figure 2). Pour 73 % des cas, soit 5 450 prélèvements, les valeurs sont inférieures à  $20 \mu\text{g}/100\text{ml}$ , qui est le seuil de normalité généralement admis pour la population adulte. Parmi les 1 979 plombémies excédant ce seuil, 88 dosages (soit 1,2 %) sont dans l'intervalle 40 à  $60 \mu\text{g}/100\text{ml}$  et aucun supérieur à  $60 \mu\text{g}/100\text{ml}$ . Pour les plombémies supérieures à  $20 \mu\text{g}/100\text{ml}$ , trois périodes peuvent être distinguées :

- février à juillet 2000 : 32 % des prélèvements sont supérieurs ou égaux à  $20 \mu\text{g}/100\text{ml}$  (n=688) ;
- août à septembre 2000 : 55 % des prélèvements sont supérieurs ou égaux à  $20 \mu\text{g} / 100\text{ml}$  (n=3193) ;
- octobre 2000 à janvier 2001 : 2 % des prélèvements sont supérieurs ou égaux à  $20 \mu\text{g} / 100\text{ml}$  (n=3548).

## COMMENTAIRES ET DISCUSSION

Les résultats de la métrologie du plomb dans l'air ambiant à Mitrovica ont confirmé l'importance de la pollution liée aux rejets industriels quand l'usine métallurgique fonctionne.

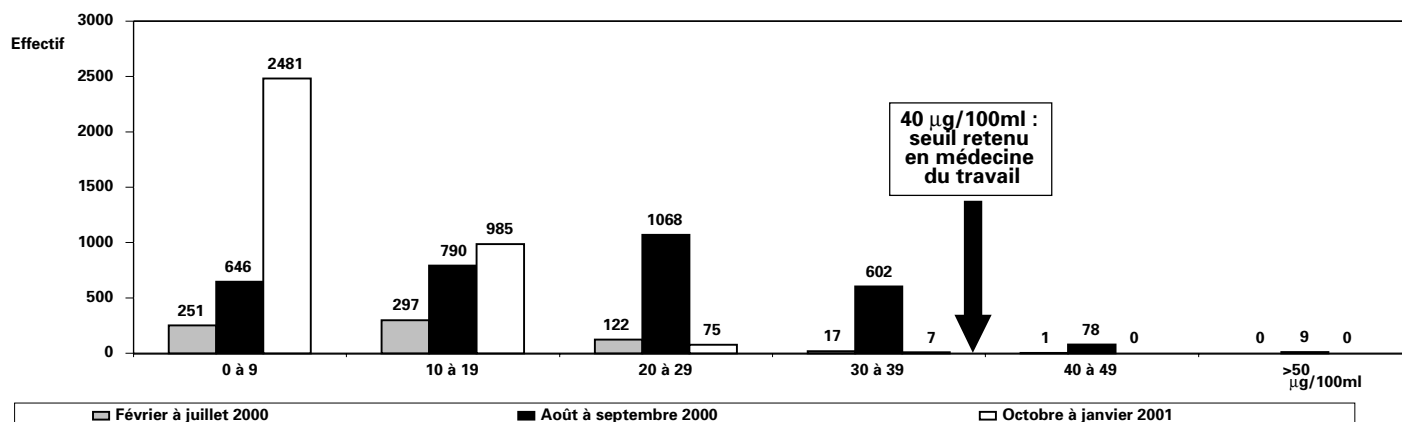
Malgré l'existence d'un risque de faible niveau au regard des textes de médecine du travail [2], le SSA a décidé de mettre en place un dispositif de surveillance épidémiologique relativement lourd. La reprise de l'activité industrielle (mi-juin à mi-août 2000) s'est traduite, au niveau de la surveillance biologique des personnels exposés, par un accroissement du pourcentage de plombémies supérieures à  $20 \mu\text{g} / 100\text{ml}$  et l'apparition de plombémies « retour » supérieures au seuil de  $40 \mu\text{g}/100\text{ml}$ . Ces résultats biologiques sont cohérents avec l'augmentation des taux atmosphériques observés pendant cette période. L'arrêt de l'activité industrielle s'est traduit par une diminution du pourcentage de plombémies excédant  $20 \mu\text{g} / 100\text{ml}$  et aucune plombémie « retour » n'a franchi, depuis, le seuil de  $40 \mu\text{g}/100\text{ml}$ . Toutefois, un risque résiduel persiste et doit être évalué lorsque les poussières déposées sont remises en suspension par le vent ou lorsqu'un phénomène d'inversion thermique, en été, plaque la pollution au sol.

L'action des armées et de l'InVS auprès de MINUK, qui a abouti à la fermeture de l'usine de Zvecan en août 2000, a donc permis de revenir rapidement à des taux atmosphériques acceptables au regard des normes européennes. Cette démarche trouvait sa justification sur le plan de la santé publique en raison de l'importance du risque sanitaire pour la population de Mitrovica et de ses environs : si les militaires ne restent que quatre mois sur place, la population civile reste exposée en permanence. Les enquêtes menées de 1978 à 1999 avaient clairement mis en évidence les risques sanitaires de l'exposition au plomb chez les femmes enceintes, chez les nourrissons et chez les enfants de moins de 8 ans [1, 5, 6], voir la note de l'InVS dans ce même numéro.

Si l'on se fonde sur les obligations qui incombent aux employeurs lors d'une exposition professionnelle au plomb, la fermeture de l'usine correspond tout à fait aux actions à mener quand est révélé un niveau d'exposition inacceptable pour la santé des travailleurs. Le dépassement du seuil de  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  constaté à quatre reprises pendant la période du 15 juin au 15 août 2000 illustre cette situation. Au regard des textes réglementaires concernant l'hygiène et la sécurité du travail (Livre II titre III du Code du travail), les actions visant à maîtriser les risques professionnels incombent à l'employeur c'est-à-dire, dans le cas présent, aux états-majors. C'est pourquoi une démarche Hygiène et sécurité en opération (HSO) associant le Commandement et le SSA se met en place afin de permettre une meilleure analyse, une prise en compte précoce et une traçabilité des risques technologiques et industriels, lors des opérations extérieures.

Figure 2

Répartition des plombémies en fonction de la période de retour



## CONCLUSION

Le séjour des forces françaises sur le site de Mitrovica a nécessité la mise en place d'une démarche d'évaluation globale des risques sanitaires liés à l'exposition au plomb. Cette démarche s'est appuyée sur les résultats des études épidémiologiques en populations réalisées de 1982 à 1999. Les mesures de contrôle du risque (fermeture de l'usine métallurgique, surveillance de l'atmosphère) auront également un impact sur l'ensemble de la population.

## REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient pour leur concours et leur participation active au programme de surveillance de l'exposition au plomb au Kosovo les médecins des services médicaux d'unités de métropole et les médecins des postes de secours et du groupe médico-chirurgical de l'opération Trident au Kosovo.

## RÉFÉRENCES

- [1] Popovac D., Graziano J., Seaman C. and all. Elevated blood lead in a population near a lead smelter in Kosovo, Yugoslavia. *Arch Environ Health* 1982, 37: 19-23.
- [2] INRS. Aide mémoire juridique TJ I : Le plomb. INRS Paris 2000. Juin 2000, 25 p.
- [3] Ledrans M., Nardone T. Exposition au plomb de la population civile et militaire dans la région de Mitrovica au Kosovo – bilan des données disponibles et recommandations. Institut de veille sanitaire, 2000.
- [4] Décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites, JO du 13 mai 1998.
- [5] Wasserman G., Graziano J.H., Factor-Litvak P., Popovac D. et all. Independent effects of lead exposure and iron deficiency anemia on developmental outcome at age 2 years. *The Journal of Pediatrics* 1992; 121: 695-703.
- [6] Factor-Litvak P., Wasserman G., Kline J., Graziano J. The Yugoslavia prospective study of environmental lead exposure. *Environmental Health Perspectives* 1999; 107, 9-15.

## Qu'en est-il de la population civile ?

M. Ledrans, Institut de veille sanitaire

L'article de T. Cuney et Al. publié dans ce numéro présente la surveillance sanitaire que le Service de santé des armées a mis en place auprès des militaires français engagés dans les forces de l'OTAN au Kosovo et appelés à séjourner dans la région de Mitrovica. Cette zone subit une pollution industrielle par les métaux lourds et, plus particulièrement, par le plomb du fait d'une longue et importante activité sidérurgique, celle-ci s'étant fortement ralentie depuis le début du conflit armé. Au-delà de la préoccupation légitime de l'autorité militaire de contrôler l'exposition des militaires séjournant dans la région, la question fondamentale de l'exposition des populations civiles vivant au voisinage du complexe industriel reste posée. En effet, le risque sanitaire encouru par ces populations est sans aucun doute beaucoup plus important que celui des militaires amenés à effectuer des séjours d'assez courte durée dans la région et ce, pour les raisons suivantes :

- la durée d'exposition est par nature beaucoup plus longue pour les habitants ;
- l'intensité de l'exposition est sans doute plus importante pour les populations civiles amenées à consommer des produits locaux, voire à effectuer des travaux intérieurs et extérieurs favorisant les contacts avec les poussières et les sols pollués. Une mention particulière doit être faite des travailleurs du complexe sidérurgique dont l'exposition est particulièrement élevée du fait de la vétusté des installations et de conditions de travail précarisées par la dégradation de la situation économique ;
- enfin et surtout, des populations particulièrement sensibles à la toxicité du plomb que sont les enfants et les femmes enceintes sont exposées au sein de la population civile.

Cette situation est connue de longue date par la communauté scientifique internationale. Depuis 1980, plusieurs études ont été conduites sur les conséquences sanitaires de la contamination par le plomb dans la population de Mitrovica. Ainsi, on peut citer une étude de cohorte prospective débutée en 1985 qui a comparé un groupe d'enfants nés à Mitrovica à un groupe d'enfants nés à Pristina [1]. En ce qui concerne l'imprégnation saturnine des enfants, elle a montré que les enfants âgés de 2 ans vivant à Mitrovica présentaient une plombémie moyenne de 355 µg/l (35,5 µg/100 ml) contre 84 µg/l (8,4 µg/100 ml) pour les enfants vivant à Pristina [2]. Ces études ont contribué à l'enrichissement général des connaissances sur la toxicité du plomb, notamment chez le jeune enfant.

Suite à la remise en route d'une fonderie de plomb sur le site industriel en juin 2000, la Mission intérimaire des Nations Unies au Kosovo a sollicité l'Institut de veille sanitaire pour mener en collaboration avec le Service de

santé des armées une évaluation qualitative des conditions d'exposition de la population civile et militaire. Le rapport remis à la Mission intérimaire des Nations Unies au Kosovo recommandait, en particulier, d'étudier les modalités d'une prise en charge sanitaire de la population civile en concertation avec les intervenants sanitaires locaux [3].

A la suite de ce rapport, la Mission intérimaire des Nations Unies au Kosovo ordonnait en août 2000 la fermeture de l'usine et engageait une collaboration avec des experts internationaux, en particulier de l'OMS, pour engager un programme de santé publique sur le plomb dans la région de Mitrovica. Les résultats d'une investigation préliminaire de l'OMS comportant le dosage de la plombémie chez des enfants, des adultes et des travailleurs du complexe sidérurgique ont confirmé que l'exposition de la population restait à un niveau élevé et comparable à celui observé dans les précédentes études [4]. Ils mettaient également en évidence les difficultés inhérentes au contexte du Kosovo pour la réalisation d'un programme de prévention, de dépistage et de traitement du saturnisme. Afin de les surmonter, la mise en place d'une large coopération internationale associant les médecins locaux albanais et serbes ainsi que la mobilisation de fonds internationaux étaient préconisés.

Il est donc frappant de constater que les militaires français amenés à séjourner à Mitrovica bénéficient, à juste titre, de mesures de prévention définies à l'aune de la politique de santé publique menée en France sur le saturnisme alors que, pour les populations civiles vivant dans la région, persiste une situation sanitaire préoccupante, mise en évidence depuis plus de vingt ans par les études épidémiologiques qui y ont été menées successivement. Il faut espérer que les efforts déployés par les équipes internationales et locales dans le programme récemment initié parviendront à réduire le paradoxe de cette situation.

## RÉFÉRENCES

- [1] Factor-Litvak P., Wasserman G., Kline J.R. et al.. The Yugoslavia prospective study of environmental lead exposure. *Environmental Health Perspectives* 1999; 107:9-15.
- [2] Wasserman G., Graziano J.H., Factor-Litvak P. et al. Independent effects of lead exposure and iron deficiency anemia on developmental outcome at age 2 years. *The Journal of Pediatrics* 1992; 121:695-703.
- [3] Ledrans M., Nardone T., Exposition au plomb de la population civile et militaire dans la région de Mitrovica au Kosovo. Institut de veille sanitaire Juillet 2000. 25 p.
- [4] Andrejew A., Molano S., First phase of public health project on lead pollution in Mitrovica region. World Health Organization. Octobre 2000.33 p.

