

- p.267 **Évaluation des conséquences sur la santé d'une exposition à des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Aveyron, France**
Health impact assessment of exposure to lead, cadmium and arsenic soil pollution in Aveyron district, France
- p.272 **Surveillance des dorsalgies chez les salariés des Pays de la Loire, 2002-2005**
Thoracic spinal pain surveillance in the working population of the French Pays de la Loire region, 2002-2005
- p.275 **Les freins à la déclaration des événements indésirables liés aux soins : une étude transversale au groupement hospitalier Édouard Herriot, CHU de Lyon**
Barriers to reporting adverse events in healthcare: a cross-sectional study at Edouard Herriot hospital, Lyon University hospital, France
- p.279 **Recrudescence de la gale en Aquitaine : évaluation à partir des données de SOS Médecins et des ventes de scabicides de 2007 à 2011**
Resurgence of scabies in Aquitaine (France): assessment from SOS Médecins data and scabicides sales from 2007 to 2011

Évaluation des conséquences sur la santé d'une exposition à des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Aveyron, France

Valérie Schwoebel (vschwoebel@theunion.org)¹, Nicolas Sauthier¹, Cécile Durand¹, Frédéric Dor²

1/ Cire Midi-Pyrénées, Institut de veille sanitaire, Toulouse, France 2/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

L'impact sanitaire d'une pollution des sols d'origine industrielle au plomb, au cadmium et à l'arsenic a été évalué dans une commune d'Aveyron (L1) par plusieurs méthodes complémentaires : recherche de données de morbidité et de mortalité, évaluation des risques sanitaires, dépistage du saturnisme, mesure de cadmiurie avec dépistage de l'atteinte rénale et étude d'exposition au cadmium et à l'arsenic. Une population de référence non exposée a été choisie dans une autre commune (L2).

L'évaluation de risque prédisait un excès de risque de saturnisme, d'atteinte rénale et de cancer cutané. Aucun cas de saturnisme n'a été identifié ; 23% des adultes de L1 étaient sur-imprégnés au cadmium, dont 14% avec des marqueurs d'atteinte rénale. Les adultes non exposés professionnellement avaient une cadmiurie supérieure à ceux de L2. La durée de résidence et l'autoconsommation de produits locaux étaient significativement associées à une cadmiurie élevée. Les niveaux d'arsenicurie étaient légèrement supérieurs pour L1, mais inférieurs à ceux de la population française.

Une sur-imprégnation au cadmium pouvant être à l'origine d'atteintes rénales a été démontrée. Cette sur-imprégnation est probablement en partie due au sol pollué via l'ingestion de produits locaux et l'exposition aux poussières. Des recommandations ont été faites pour réduire les expositions et limiter leurs conséquences sanitaires.

Health impact assessment of exposure to lead, cadmium and arsenic soil pollution in Aveyron district, France

The evaluation of the health impact of a lead, cadmium and arsenic industrial pollution of the soil was conducted in a town in Aveyron district, France (L1) using several complementary methods: collection of morbidity and mortality data, health risk assessment, screening for lead poisoning, measure of urinary cadmium and screening for kidney damage, and study of exposure to cadmium and arsenic. A reference unexposed population was chosen in another town (L2). Results of risk assessment predicted excess risks for lead poisoning, kidney damage and skin cancer. No case of lead poisoning was identified; 23% of adults in L1 had excess cadmium levels, among which 14% had markers of kidney damage. Professionally unexposed adults had higher urinary cadmium levels than L2 ones. Length of residence and consumption of local products were significantly associated with higher urinary cadmium. Levels of urinary arsenic were slightly higher in L1, but were lower than those of the French population. Excess cadmium levels which could result in kidney damage were documented. These excess levels are probably partly due to the polluted soil via consumption of local products and exposure to dust. Recommendations were made to reduce exposures and to limit their health consequences.

Mots-clés / Keywords

Pollution des sols, exposition environnementale, cadmium, arsenic, biomarqueurs / *Soil pollution, environmental exposure, cadmium, arsenic, biomarkers*

Introduction

La pollution des sols due à d'anciennes activités industrielles est une source de préoccupation croissante pour les populations qui s'interrogent sur son impact potentiel sur la santé. En France, plusieurs évaluations sanitaires ont été menées ces dernières années sur des sites industriels pollués [1-3], mais peu d'entre elles ont analysé la relation entre l'exposition au sol et l'imprégnation aux polluants mesurée par biomarqueur [4].

Une commune de l'Aveyron (désignée ici L1), située dans un ancien bassin minier, a connu 150 ans d'activité industrielle de production de zinc et de colorants générant de nombreuses émissions polluantes différentes. En 1987, le changement d'activité industrielle a permis l'arrêt des émissions atmosphériques et une forte réduction des autres émissions. Une centrale thermique au charbon et d'autres activités de fonderie étaient également en activité à proximité jusqu'en 2001.

En 2006, les services de l'État de l'Aveyron examinaient un dossier de demande de réhabilitation d'anciens terrains industriels rapportant des concentrations élevées en plomb, cadmium et arsenic dans les sols et prévoyant la survenue de risques sanitaires associés. Les personnes vivant sur un sol pollué peuvent être exposées principalement *via* l'ingestion de produits animaux ou végétaux produits localement, d'eau (cette voie n'était pas en cause à L1, le captage étant situé en dehors des zones d'influence des sources de pollution), l'ingestion de particules de sols ou l'inhalation de poussières.

Le plomb a des effets sur le système nerveux central, les reins et la moelle osseuse, particulièrement chez le jeune enfant [5]. Le cadmium s'accumule dans le rein et entraîne une atteinte tubulaire pouvant être associée à une atteinte glomérulaire et évoluer vers une insuffisance rénale chronique [6]. Les principaux effets de l'arsenic sont les lésions cutanées et le cancer de la peau [7]. Dès lors, la Direction départementale des affaires sanitaires et sociales (Ddass) demandait à la Cellule interrégionale d'épidémiologie de l'Institut de veille sanitaire (Cire) en région Midi-Pyrénées d'évaluer les risques de cette pollution pour la santé de la population afin de pouvoir recommander d'éventuelles mesures de santé publique. Cet article présente l'ensemble de la démarche d'évaluation sanitaire poursuivie, ses principaux résultats et les mesures préventives recommandées [8].

Méthodes

Évaluation initiale de la problématique sanitaire

Un petit nombre de mesures de polluants, effectuées par l'Institut national de la recherche agronomique (Inra) dans le sol et dans des échantillons de légumes cultivés localement, étaient disponibles au début de l'évaluation. Lors d'une première étape (2006-2007), il a été décidé de les compléter en effectuant des prélèvements de sol selon un quadrillage systématique dans L1 et dans une commune proche de taille similaire non exposée à la pollution (L2). Au total, 14 polluants ont été mesurés sur des échantillons prélevés en 50 points dans chaque

commune (101 points pour le cadmium à L1), et des mesures directes ont été effectuées par fluorescence X à L1 pour le plomb et l'arsenic en 353 points. Afin de déterminer s'il était justifié de poursuivre l'évaluation, une analyse des risques sanitaires a été menée :

- pour le saturnisme, en comparant aux valeurs de référence (100 et 250 µg/L) la plombémie calculée selon 12 *scenarii* d'exposition faisant varier l'âge de l'enfant (2 ou 6 ans), l'autoconsommation de produits locaux, l'existence d'un comportement d'ingestion de particules de sol et la concentration du plomb dans le sol (médiane ou maximale) [9] ;
- pour l'atteinte rénale liée au cadmium et le cancer cutané lié à l'arsenic, en calculant respectivement le quotient de danger et l'excès de risque pour trois populations (enfants, adultes et retraités) selon 22 *scenarii* d'exposition faisant varier le temps passé à l'intérieur ou l'extérieur des bâtiments, l'autoconsommation (0%, 30% et 100%) et les concentrations (médiane, maximale) du polluant.

Les médecins généralistes, néphrologues et dermatologues du bassin minier concerné ont été interrogés sur l'existence de symptomatologies inhabituelles. L'incidence de l'insuffisance rénale dialysée a été comparée entre le bassin minier et le reste de l'Aveyron à partir des cas enregistrés entre 2005 et 2007 dans le registre du Réseau épidémiologie et information en néphrologie (Rein) [10] pour rechercher un éventuel excès de cas en lien avec une atteinte cadmique.

Les taux de mortalité par cancers et néphropathie ont été comparés entre 1968 et 2006 entre L1 et le reste du département à partir des données des causes médicales de décès fournies par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDc) de l'Inserm.

Dépistages et étude d'exposition

Au vu des résultats de la première étape, l'évaluation a été poursuivie en 2008 par deux démarches conjointes.

Un dépistage destiné à toutes les personnes résidant à L1 depuis au moins six mois a été organisé afin d'identifier celles nécessitant une prise en charge médicale :

- dépistage du saturnisme (défini par une plombémie supérieure à 100 µg/L) proposé aux enfants de moins de 7 ans et aux femmes enceintes ;
- mesure de cadmiurie proposée aux résidents âgés de plus de 2 ans. La cadmiurie était mesurée sur les premières urines du matin par une torche à plasma couplée à une spectrométrie de masse. La sur-imprégnation était définie par une cadmiurie supérieure à 1 µg/g de créatinine (95^e percentile de la distribution dans la population adulte aux États-Unis [11]). Chez les personnes sur-imprégnées, la *Retinol Binding Protein* (RBP), dont une valeur supérieure à 300 µg/L indique une atteinte rénale tubulaire, et la micro-albumine, dont une valeur supérieure à 2 mg/mmol de créatinine indique une atteinte rénale glomérulaire, étaient mesurées [12]. Dans le même temps, une étude transversale était menée afin de déterminer si la population de L1 était sur-imprégnée au cadmium et à l'arsenic par rapport à la population de L2 (commune non polluée), et d'analyser les facteurs d'exposition environnementaux liés au sol associés à la sur-

imprégnation. Tous les adultes et enfants de L1 participant au dépistage de l'atteinte rénale étaient inclus, les adultes exposés professionnellement au cadmium et à l'arsenic étant exclus *a posteriori* de l'analyse concernant chacun de ces polluants. À L2, les adultes et enfants de plus de 2 ans volontaires après contact téléphonique étaient inclus, après exclusion des personnes exposées professionnellement au cadmium ou à l'arsenic, ayant vécu ou travaillé à L1 ou consommant des produits de L1. L'arsenic urinaire inorganique total était dosé par technique de génération d'hydrure couplée à un détecteur de fluorescence atomique. Le seuil de 15 µg/g créatinine (95^e percentile de la distribution dans la population allemande [13]) définissait une imprégnation supérieure à celle de la population générale. Un questionnaire familial et individuel était administré à domicile, incluant les caractéristiques sociodémographiques, l'état de santé, les facteurs connus d'exposition au cadmium et à l'arsenic non liés au site (consommation alimentaire, alcool, tabac, exposition professionnelle et de loisirs) et les facteurs d'exposition environnementaux liés au site (lieux et durée de résidence, jardinage, loisirs, hygiène de l'habitat, autoconsommation de fruits, légumes et produits animaux). Les moyennes géométriques de cadmiurie et d'arsenicurie ont été comparées entre les deux zones. Les facteurs d'exposition liés au site ont été analysés en prenant en compte les autres facteurs influençant l'imprégnation (facteurs sociodémographiques, exposition non liée au site) : pour le cadmium, par régression linéaire multivariée chez les adultes et par régression Tobit chez les enfants ; pour l'arsenic, par régression Tobit du fait d'une forte proportion de données censurées inférieures à la limite de quantification. Le logiciel Stata® 11 a été utilisé.

Information et participation de la population

Un comité scientifique, composé de néphrologues et toxicologues, et un comité de pilotage d'élus et professionnels de santé locaux ont été constitués en 2007. L'étude a bénéficié d'un avis favorable de l'Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé (Afsaps), du Comité de protection des personnes du Sud-Ouest et de l'autorisation de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil). La population a été informée par plusieurs réunions publiques, diffusion de plaquettes et articles de presse. Les personnes ont été invitées à participer par courrier individuel et ont été incluses après consentement éclairé. Les résultats des dosages biologiques ont été communiqués aux participants par courrier individuel confidentiel, ainsi qu'à leur médecin traitant.

Résultats

Évaluation initiale de la problématique sanitaire

Tous les échantillons de légumes cultivés à L1 étaient fortement contaminés par l'arsenic, et 69% étaient non conformes à la réglementation européenne pour le cadmium. Les concentrations des trois polluants dans les sols de L1 étaient élevées

(médianes 450 mg/kg [minimale 43-maximale 24 000] pour le plomb, 27 mg/kg pour le cadmium [2,4-180] et 140 mg/kg [19-800] pour l'arsenic) et significativement supérieures à celles de L2 (médianes respectives 80, 1,25 et 48 mg/kg). La plombémie attendue chez les enfants dépassait 100 µg/L dans 6 scénarii et 250 µg/L dans 4 des 12 scénarii d'exposition. L'évaluation des risques concluait à l'existence d'un risque sanitaire pour l'atteinte rénale (quotient de danger supérieur à 1 dans 18 des 22 scénarii) et le cancer cutané (excès de risque supérieur à 10⁻⁵ dans 21 des 22 scénarii d'exposition) (tableau 1).

Les médecins de la zone rapportaient des cas anciens d'atteintes rénales et osseuses chez des personnes professionnellement exposées au cadmium, mais aucun cas actuel de saturnisme ni de pathologies rénales ou cutanées suspectes dans la population.

L'incidence du début de dialyse rénale entre 2005 et 2007 n'était pas significativement plus élevée dans le bassin minier considéré que dans le reste de l'Aveyron.

La mortalité toutes causes était plus élevée dans le bassin minier que dans le reste du département (sauf pour les femmes à partir de 1982). La mortalité par néphropathie était significativement plus élevée à L1 que dans le reste du bassin minier : quatre fois plus chez les hommes jusqu'en 1975, et trois fois plus chez les femmes jusqu'en 1982.

Dépistages et étude d'exposition

Parmi 92 enfants de 6 mois à 6 ans à L1, 14 (15,2%) ont participé au dépistage du saturnisme. La moyenne géométrique des plombémies était de 17,8 µg/L (minimale 10 - maximale 35). La seule femme enceinte dépistée avait une plombémie inférieure à 20 µg/L.

Les participants au dépistage de l'atteinte rénale (692 personnes, soit 46% de la population ciblée) n'étaient pas significativement différents de la population résidente pour l'âge, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, l'ancienneté ou le type d'habitat. Parmi eux, 136 adultes (22,8%) et 1 enfant (1,0%) avaient une cadmiurie supérieure ou égale à 1 µg/g de créatinine, et 30 adultes (5,0%) une cadmiurie supérieure ou égale à 2 µg/g de créatinine. Parmi ces 136 adultes, 14% présentaient une atteinte rénale, de type tubulaire pour 8,1% et glomérulaire pour 10,3%.

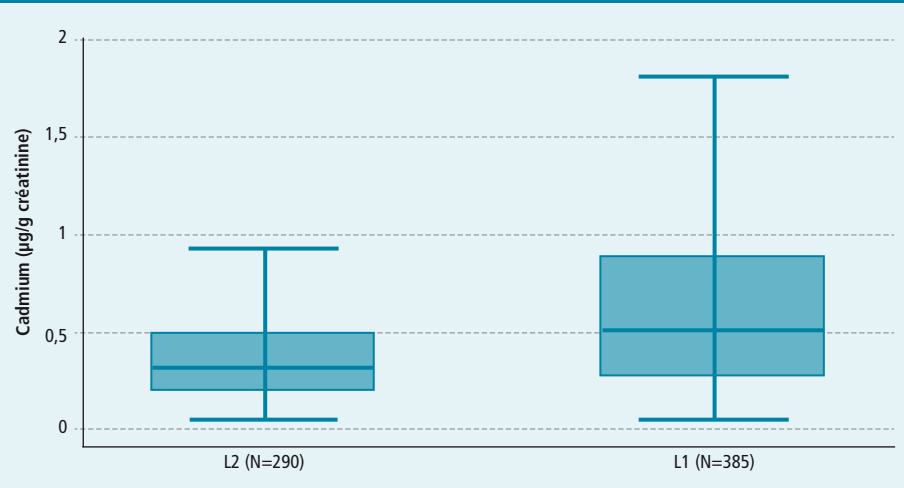
L'étude d'exposition au cadmium a porté sur 385 adultes et 92 enfants à L1, 290 adultes et 60 enfants à L2. La moyenne géométrique des cadmiuries à L1 était significativement supérieure à celle observée à L2 chez les adultes (0,49 µg/g [0,45-0,54]) contre 0,31 µg/g [0,29-0,34], p<0,001,

Tableau 1 Résultats de l'évaluation de risques sanitaires pour l'atteinte rénale liée au cadmium et le cancer cutané lié à l'arsenic dans une population d'Aveyron (France) selon différents scénarii d'exposition, 2008 / Table 1 Results of health risk assessment for cadmium-associated kidney damage and arsenic-associated skin cancer in a population in Aveyron district (France) according to different exposure scenarios, 2008

Population	Type d'exposition	Concentration dans les sols	Scenario	Quotient de danger pour l'atteinte rénale	Excès de risque de cancer cutané	
Enfant ¹	Temps environnement extérieur important Syndrome pica ² 100% autoconsommation légumes	Valeur médiane	1	66	8·10 ⁻²	
		Valeur maximale	2	264	5·10 ⁻¹	
	Temps environnement extérieur moyen Pas de syndrome pica ² 30% autoconsommation légumes	Valeur médiane	3	5	2·10 ⁻³	
		Valeur maximale	4	18	7·10 ⁻³	
	Temps environnement extérieur faible Pas de syndrome pica ² 0% autoconsommation légumes	Valeur médiane	5	1,2	8·10 ⁻⁴	
		Valeur maximale	6	2,8	5·10 ⁻³	
Adulte ³	Temps environnement extérieur important Activité professionnelle en extérieur 100% autoconsommation légumes	Valeur médiane	7	6	2·10 ⁻³	
		Valeur maximale	8	27	4·10 ⁻³	
	Temps environnement extérieur important Activité professionnelle à l'intérieur 100% autoconsommation légumes	Valeur médiane	9	3	4·10 ⁻⁴	
		Valeur maximale	10	13	3·10 ⁻³	
	Temps environnement extérieur important Pas d'activité professionnelle 100% autoconsommation légumes	Valeur médiane	11	3	4·10 ⁻⁴	
		Valeur maximale	12	13	3·10 ⁻³	
	Temps environnement extérieur moyen Pas d'activité professionnelle 30% autoconsommation légumes	Valeur médiane	13	1,1	8·10 ⁻⁵	
		Valeur maximale	14	4	8·10 ⁻⁴	
	Temps environnement extérieur faible Pas d'activité professionnelle 0% autoconsommation légumes	Valeur médiane	15	0,2	9·10 ⁻⁶	
		Valeur maximale	16	0,3	5·10 ⁻⁵	
	Retraité ⁴	Temps environnement extérieur important Pas d'activité professionnelle 100% autoconsommation légumes	Valeur médiane	17	5	6·10 ⁻⁴
			Valeur maximale	18	19	5·10 ⁻³
Temps environnement extérieur moyen Pas d'activité professionnelle 30% autoconsommation légumes		Valeur médiane	19	1,5	1·10 ⁻⁴	
		Valeur maximale	20	6	1·10 ⁻³	
Temps environnement extérieur faible Pas d'activité professionnelle 0% autoconsommation légumes		Valeur médiane	21	0,2	2·10 ⁻⁵	
		Valeur maximale	22	0,3	9·10 ⁻⁵	

¹ Enfant : poids=15 kg, durée d'exposition cumulée=6 ans ; ² Syndrome pica : comportement d'ingestion de sol ; ³ Adulte : poids=60 kg, durée d'exposition cumulée=60 ans ; ⁴ Retraité : poids=60 kg, durée d'exposition cumulée=70 ans.

Figure 1 Distribution des cadmiuries brutes (en µg/g de créatinine) des adultes résidant dans deux localités (L1 et L2) en Aveyron (France), 2008 / **Figure 1** Distribution of urinary cadmium concentrations (in µg/g of creatinin) in adults living in two towns (L1 and L2) in Aveyron district (France), 2008



Note : La distribution des cadmiuries est représentée dans chaque zone par des box-plot. Chaque rectangle représente le 1^{er} quartile (P25 = trait inférieur), le 3^e quartile (P75 = trait supérieur) et la médiane (P50 = trait intérieur). Deux segments sont ajoutés aux extrémités. Le segment supérieur représente la plus grande valeur inférieure ou égale à P75+1,5*IQR (l'intervalle interquartile IQR = P75-P25). Le segment inférieur représente la plus petite valeur supérieure ou égale à P25-1,5*IQR. Les valeurs extrêmes (qui peuvent être présentées par des points situés au-dessus du segment supérieur ou au-dessous du segment inférieur), ne sont ici pas représentées.

et ne différait pas significativement chez les enfants (0,14 µg/g et 0,13 µg/g). Chez les adultes, des facteurs individuels ou d'exposition non liés au site étaient significativement associés à une cadmiurie plus élevée dans les deux localités : sexe féminin (p<0,001), bas niveau d'études (p=0,02), activité professionnelle (p=0,02) et tabagisme passif (p<0,01). La cadmiurie augmentait avec l'âge (p<0,001) et, de façon linéaire, avec la consommation tabagique en gramme-année (p<0,001). Après ajustement sur ces facteurs et sur la consommation d'abats et de produits de la mer (facteurs connus d'exposition au cadmium), la moyenne géométrique de cadmiurie restait significativement supérieure à L1 (0,51 µg/g [0,48-0,55]) par rapport à L2

(0,33 µg/g [0,31-0,35]) (figure 1), et trois facteurs environnementaux étaient significativement associés à une cadmiurie élevée à L1, mais non à L2 : la durée de résidence, l'autoconsommation de fruits et légumes et celle de produits animaux (tableau 2). La différence de cadmiurie ajustée entre L1 et L2, et l'association avec la durée de résidence persistaient chez les personnes ne consommant aucun produit local, suggérant une autre source d'exposition que l'ingestion alimentaire.

Chez les enfants, la cadmiurie moyenne ajustée ne différait pas entre les deux zones, mais la durée de résidence (entre 4 et 7 ans) et le portage mains-bouche étaient significativement associés à une cadmiurie plus élevée à L1.

L'étude d'exposition à l'arsenic a porté sur 518 adultes et 92 enfants à L1, 290 adultes et 60 enfants à L2. Les valeurs d'arsenicurie au percentile 95 étaient de 9,2 µg/L à L1 et de 7,4 µg/L à L2 chez les adultes (7,7 µg/L et 5,5 µg/L respectivement chez les enfants), et respectivement 0,8% et 0,7% des adultes avaient une arsenicurie supérieure à 15 µg/L à L1 et L2. Chez les adultes, après ajustement sur l'âge, le sexe, la corpulence, la catégorie socioprofessionnelle, l'exposition tabagique et la consommation récente de poisson, crustacés, vin et alcools, l'arsenicurie augmentait à L1 (et non à L2), avec l'autoconsommation de volaille, la consommation d'eau de puits, la fréquence d'activité de jardinage et la faible fréquence de lavage humide des sols du logement (tableau 3). Chez les enfants, aucun facteur environnemental n'était associé à une arsenicurie élevée.

Discussion

Au terme d'une évaluation en plusieurs étapes, cette étude menée dans une zone ayant des teneurs élevées en plomb, cadmium et arsenic dans les sols a mis en évidence une sur-imprégnation au cadmium chez près d'un quart (23%) des habitants adultes. L'imprégnation au cadmium à L1 était non seulement significativement plus élevée que dans une zone similaire non exposée, mais également plus élevée que celle de la population générale française [14] et d'autres pays occidentaux [11;15]. Ainsi, 18,2% des adultes non fumeurs âgés de 40 à 74 ans à L1 avaient des cadmiuries supérieures à la valeur de référence française (au-dessus de laquelle on trouve 5% de cette population) [14].

Cette sur-imprégnation au cadmium apparaissait associée au fait de vivre sur des sols pollués. En effet, l'association entre une cadmiurie élevée et l'autoconsommation de produits végétaux et animaux indiquait une exposition par ingestion d'aliments contaminés, cohérente avec les concentrations

Tableau 2 Cadmiuries moyennes ajustées* (en µg/g de créatinine) ou pourcentage de variation de la cadmiurie moyenne ajustée* en fonction des facteurs d'exposition environnementaux parmi les adultes résidant dans deux localités d'Aveyron, France, 2008 / **Table 2** Adjusted urinary cadmium concentrations (in µg/g of creatinin) or variation percentage in adjusted urinary cadmium concentrations by environmental exposure factors, among adults living in two towns in Aveyron district (France), 2008

	L1 (N=375)			L2 (N=282)			p interaction
	% variation	IC95%	p	% variation	IC95%	p	
Durée de résidence							
Augmentation de 1 an	1,2	0,8-1,5		-0,3	-0,7-0,03		
Augmentation de 5 ans	5,9	4,3-7,5	<10 ⁻³	-1,6	-3,2-0,1	0,071	<10 ⁻³
Augmentation de 10 ans	12,2	8,8-15,7		-3,1	-6,4-0,3		
	MG	IC95%	p	MG	IC95%	p	p interaction
Part d'autoconsommation de fruits et légumes							
Moins de 10%	0,48	0,44-0,51		0,32	0,29-0,35		
Environ 25%	0,53	0,44-0,63		0,34	0,29-0,40		
Environ 50%	0,56	0,45-0,70	0,008	0,38	0,32-0,44	0,392	0,055
75% et plus	0,77	0,59-1,02		0,33	0,28-0,39		
Autoconsommation de produits animaux							
Non	0,48	0,45-0,51		0,33	0,30-0,36		
Oui	0,63	0,53-0,76	0,005	0,34	0,31-0,37	0,649	0,039

*Ajustement sur la créatinine, l'âge, le sexe, l'activité professionnelle, le niveau d'études, la consommation d'abats et de produits de la mer, la pratique de loisirs exposant au cadmium et l'exposition tabagique. MG : moyenne géométrique.

Tableau 3 Pourcentage ajusté* de variation de l'arsenicurie (en µg/litre) en fonction des facteurs d'exposition environnementaux parmi les adultes résidant dans deux localités d'Aveyron, France, 2008 / **Table 3** Adjusted percentage of urinary arsenic concentration (in µg/L) by environmental exposure factors among adults living in two towns in Aveyron district (France), 2008

	L1 (N=511)			L2 (N=289)			p inter.
	% variation	IC95%	p	% variation	IC95%	p	
Part d'autoconsommation de fruits et légumes							
Moins de 10%	Réf.			Réf.			
25% à 50%	-18,6	-36,2-3,8	0,100	27,8	-2,5-67,5	0,204	0,026
75% et plus	28,4	-18,9-103,4		9,8	-22,5-55,7		
Autoconsommation récente de volaille							
Non	Réf.			Réf.			
Oui	97,2	0,4-287,2	0,049	-10,1	-38,4-31,0	0,577	0,047
Consommation d'eau du puits							
Non	Réf.	1,46-1,76		Réf.	1,13-1,49		
Oui	149,9	46,3-326,9	0,001	58,1	-59,3-514,9	0,508	0,539
Fréquence de lavage humide des sols							
≤ 1 fois/semaine	Réf.			Réf.			
> 1 fois/semaine	-17,8	-31,0-2,1	0,028	8,2	-15,4-38,2	0,530	0,072
Fréquence de jardinage							
Non jardinier	Réf.			Réf.			
< 1 fois/semaine	21,5	-0,1-47,7	0,029	5,1	-20,7-39,3	0,939	0,332
≥ 1 fois/semaine	37,6	5,7-79,1		1,5	-25,5-38,3		

*Ajustement sur la créatinine (log transformée), l'âge, le sexe, la catégorie socioprofessionnelle, le niveau d'étude, la situation familiale, la corpulence, la consommation récente de produits de la mer, de vin et autres alcools, et l'exposition tabagique.

élevées de cadmium mesurées dans les légumes cultivés sur le site. En outre, l'augmentation de la cadmiurie avec la durée de résidence, d'autant plus qu'elle persistait chez les non-autoconsommateurs, pourrait refléter une exposition aux émissions atmosphériques (jusqu'en 1987) et aux poussières (jusqu'à maintenant). Les autres facteurs retrouvés associés à une imprégnation au cadmium élevée (âge, sexe, catégorie socioprofessionnelle, tabac, ...) étaient cohérents avec ceux rapportés dans la littérature [14]. La prévalence de l'atteinte rénale tubulaire chez les adultes sur-imprégnés au cadmium à L1 (8%) était supérieure à la prévalence attendue (5%) dans une population générale non sur-imprégnée [16]. Bien que modeste et non significative vu les faibles effectifs, cette différence était cohérente avec l'excès de risque d'atteinte rénale démontré au-delà d'un seuil de cadmiurie de 1 µg/g [17].

Aucune sur-imprégnation au plomb n'a été dépistée et la moyenne géométrique des plombémies était proche de la moyenne française [18], mais la participation au dépistage du saturnisme était trop faible pour pouvoir conclure.

Les niveaux d'arsenicurie étaient peu différents entre L1 et la zone non exposée, et étaient même légèrement inférieurs aux niveaux de la population générale française [14]. Même si elle n'était pas préoccupante, l'imprégnation à l'arsenic apparaissait toutefois significativement liée à plusieurs facteurs reflétant une exposition actuelle aux sols pollués (autoconsommation de volaille) et notamment aux poussières (risque augmenté avec la fréquence de jardinage et diminué avec la fréquence de lavage des sols).

L'évaluation de l'impact sanitaire de cette pollution des sols a nécessité une démarche graduelle mettant en jeu plusieurs approches méthodologiques. L'absence de signaux sanitaires était attendue vu

la petite taille de la population exposée, et les sur-mortalités révélées dans ce bassin industriel pourraient être attribuables à des causes autres qu'environnementales (professionnelles, socio-économiques). L'évaluation de risques sanitaires s'est appuyée sur des mesures de polluants dans les sols géographiquement représentatives et sur des mesures dans les végétaux, et a considéré un grand nombre de scénarii d'exposition. Elle ne fournissait cependant que des risques estimés ne pouvant rendre compte des expositions réelles et peu compréhensibles pour la population concernée. Dès lors que les résultats de ces premières étapes ne pouvaient écarter l'existence de risques sanitaires, la démarche d'évaluation a été poursuivie par la combinaison de dépistages et d'une étude d'exposition basés sur la mesure directe de biomarqueurs dans la population exposée.

Les résultats de cette étude ont plusieurs limites. Seuls 50% environ des résidents de L1 ont participé et le lien possible entre leur participation et une exposition aux polluants est inconnu. Toutefois, l'exclusion des personnes professionnellement exposées et l'absence de différence majeure entre les caractéristiques des participants et celles de la population résidente plaide en faveur d'un biais minime. La forte proportion d'arsenicuries non quantifiables incite à la prudence quant à l'interprétation des résultats concernant l'arsenic, même si des modèles statistiques appropriés aux données censurées ont été utilisés. Enfin, le schéma transversal de l'étude ne permet pas d'établir de lien de causalité, et l'analyse de multiples facteurs d'exposition passée et actuelle est sujette à plusieurs biais. Toutefois, la sélection soigneuse de la population non exposée, l'évaluation rigoureuse des facteurs d'exposition et la convergence des différentes analyses, cohérentes avec les données de la

littérature, accroissent la fiabilité des résultats. Au total, les résultats montrent l'intérêt de compléter l'approche environnementale par une approche sanitaire utilisant des biomarqueurs pour évaluer l'impact d'une pollution des sols [19].

En collaboration avec le comité scientifique et le comité de pilotage local, il a été préconisé de réduire les expositions par un traitement des sols privés et espaces publics de la commune et, dans l'attente, de limiter l'utilisation des eaux de puits et des cours d'eau, l'autoconsommation de produits animaux et végétaux, et l'exposition aux poussières dans l'habitat et les jardins. Des mesures de cadmiurie chez tous les habitants âgés de 40 ans ou plus et un suivi médical des personnes sur-imprégnées ont été proposés et financés par l'Agence régionale de santé.

Remerciements

Nous remercions tous les participants des deux communes ayant participé à l'étude, les membres du comité scientifique et du comité de pilotage, Donatien Diulus, Anne-Cécile Schieber, Fanny Lequerrec, Christelle Gramaglia et tous les épidémiologistes ayant de près ou de loin apporté leur contribution à cette étude.

Références

- [1] Zmiron D, Deloraine A, Saviuc P, Tillier C, Boucharlat A, Maury N. Short-term health effects of an industrial toxic waste landfill: a retrospective follow-up study in Montchanin, France. *Arch Environ Health*. 1994;49(4):228-38.
- [2] Clavel J, Fourme E. Analyse d'un agrégat de cas de cancers dans l'école Franklin Roosevelt de Vincennes. Rapport final. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2002. 44 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=5878
- [3] de Burbure C, Buchet JP, Leroyer A, Nisse C, Haguenoer JM, Mutti A, et al. Renal and neurologic effects of cadmium, lead, mercury, and arsenic in children: evidence of early effects and multiple interactions at environmental exposure levels. *Environ Health Perspect*. 2006;114(4):584-90.
- [4] Dor F, Guillois-Becel Y, Lasalle JL, Legout C, Mathieu A, Pascal M. Mesures d'imprégnation biologique : dépistage ou étude d'exposition ? *Bull Epidemiol Hebd*. 2008;

(47-48):465-8. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=1742

[5] Durand C, Sauthier N, Schwoebel V. Évaluation de l'exposition à des sols pollués au plomb, au cadmium et à l'arsenic en Aveyron. Étude Cassiopée (cadmium et arsenic dans les sols : impact observé sur une population exposée) - Octobre 2008. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 186 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=9922

[6] Agency for toxic substances and disease registry (ATSDR). Toxicological profile for lead, August 2007. <http://www.atsdr.cdc.gov/ToxProfiles/tp13.pdf>

[7] Järup L, Elinder CG, Spang G. Cumulative blood-cadmium and tubular proteinuria: a dose-response relationship. *Int Arch Occup Environ Health*. 1988;60(3):223-9.

[8] Garnier R, Poupon J, Vila A. Arsenic et dérivés inorganiques. Encyclopédie Médico-Chirurgicale. Toxicologie-Pathologie professionnelle, 16-002-A-30, Elsevier Masson SAS, Paris, 2008.

[9] Glouennec P, Ledrans M, Dor F, Rouil L, Pelinski P. Dépistage du saturnisme infantile autour des sources industrielles de plomb. Analyse de la pertinence de la mise en œuvre d'un dépistage : du diagnostic environnemental à l'estimation des expositions. Volume 1. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2002. 72 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=5890

[10] Couchoud C. Le registre du Réseau épidémiologie et information en néphrologie (Rein). *Bull Epidemiol Hebd*. 2010;(9-10):75-7. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=791

[11] Centers for Disease Control and Prevention. Fourth National Report on Human Exposure to Environmental Chemicals, 2009. Atlanta: Centers for Disease Control and Prevention; 2009. 529 p. <http://www.cdc.gov/exposurereport/pdf/FourthReport.pdf>

[12] Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé. Diagnostic de l'insuffisance rénale chronique chez l'adulte. Saint-Denis: Agence nationale d'accréditation et d'évaluation en santé; 2002. 124 p. http://www.has-sante.fr/portail/jcms/c_272222/fr/diagnostic-de-linsuffisance-renale-chronique-chez-ladulte?xtmc=&xtr=9

[13] Becker K, Schulz C, Kaus S, Seiwert M, Seifert B. German environmental survey 1998 (GerES III): environmental pollutants in the urine of the German population. *Int J Hyg Environ Health*. 2003;206:15-24.

[14] Fréry N, Saoudi A, Garnier R, Zeghnoun A, Falq G. Exposition de la population française aux substances chimiques de l'environnement. Tome 1. Présentation générale de l'étude. Métaux et métalloïdes. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 151 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=9270

[15] Santé Canada. Rapport sur la biosurveillance humaine des substances chimiques de l'environnement au Canada. Résultats de l'Enquête canadienne sur les mesures de la santé, Cycle 1 (2007 à 2009). Ottawa: Santé Canada; 2010. 309 p. http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/pubs/contaminants/chms-ecms/report-rapport-fra.pdf

[16] Järup L, Hellström L, Alfvén T, Carlsson MD, Grubb A, Persson B, et al. Low level exposure to cadmium and early kidney damage: the OSCAR study. *Occup Environ Med*. 2000;57(10):668-72. Erratum in: *Occup Environ Med*. 2002;59(7):497.

[17] European Food Safety Authority (EFSA). Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the European Commission on cadmium in food. *The EFSA Journal*. 2009;(980):1-139. <http://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/doc/980.pdf>

[18] Etchevers A, Lecoffre C, Le Tertre A, Le Strat Y, De Launay C, Bérat B, et al. Imprégnation des enfants par le plomb en France en 2008-2009. *BEHWeb* 2010;(2) <http://www.invs.sante.fr/behweb/2010/02/index.htm>

[19] Dor F, Denys F. La nécessaire complémentarité des approches environnementales et sanitaires dans la gestion des sols pollués : l'exemple de Saint-Laurent-Le-Minier. *Environ Risques Santé*. 2011;(10):323-30.

Surveillance des dorsalgies chez les salariés des Pays de la Loire, 2002-2005

Natacha Fouquet (natacha.fouquet@univ-angers.fr)^{1,2}, Yves Roquelaure^{2,3}, Fabien Le Marec², Julie Bodin², Audrey Petit^{2,3}, Aline Ramond^{2,4}, Catherine Ha¹

1/ Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

2/ Lunam, Université d'Angers, Laboratoire d'ergonomie et d'épidémiologie en santé au travail, Angers, France

3/ CHU, Angers, France

4/ Lunam, Université d'Angers, Département de médecine générale, Angers, France

Résumé / Abstract

Introduction – Les études de prévalence des dorsalgies sont rares en population générale comme chez les travailleurs. Grâce au programme de surveillance épidémiologique des troubles musculo-squelettiques (TMS) mis en œuvre dans les Pays de la Loire, les prévalences des dorsalgies ont pu être estimées en population salariée.

Méthode – Un échantillon représentatif de 3 710 salariés âgés de 20 à 59 ans a été constitué par des médecins du travail, par tirage au sort, entre 2002 et 2005. Les données médicales et professionnelles ont été recueillies par auto-questionnaire.

Résultats – La prévalence des dorsalgies était plus élevée chez les femmes (17,4%) que chez les hommes (9,2%), sans différence selon l'âge. Chez les hommes, les employés déclaraient plus souvent des dorsalgies (16,6%) que les travailleurs des autres catégories socioprofessionnelles (cadres : 7,1%, professions intermédiaires : 6,5%, ouvriers : 9,7%). Chez les femmes, les cadres avaient tendance à rapporter plus souvent des dorsalgies. Il n'y avait pas de différence significative de la prévalence des dorsalgies selon le secteur d'activité, chez les hommes comme chez les femmes.

Conclusion – La prévalence des dorsalgies, moins élevée que celle des lombalgies, est néanmoins importante dans certaines catégories professionnelles.

Thoracic spinal pain surveillance in the working population of the French Pays de la Loire region, 2002-2005

Introduction – Prevalence studies of thoracic spinal pain (TSP) are rare in the general population as among workers. An epidemiological surveillance program of musculoskeletal disorders (MSDs) was implemented in the Pays de la Loire region to assess the prevalence of TSP in the working population.

Method – A random sample of 3,710 workers from 20 to 59 years was constituted between 2002 and 2005. Medical data and occupational exposure data were gathered by questionnaire.

Results – The prevalence of TSP was higher among women (17.4%) than men (9.2%), without difference by age. In men, lower white-collar workers reported more often TSP (16.6%) than workers in other occupational categories (upper white-collar and professionals: 7.2%, technicians, associate professionals: 6.5%, blue-collar workers: 9.7%). In women, upper white-collar and professionals are more likely to report TSP. The study did not suggest a significant difference in the prevalence of TSP according to sectors, in men as well as in women.

Conclusion – Even if TSP is less common than low back pain, this study shows that the prevalence of TSP is important in certain occupational categories.

Mots-clés / Keywords

Dorsalgie, troubles musculo-squelettiques, activité professionnelle, prévalence / Thoracic spinal pain, musculoskeletal disorders, occupation, prevalence