

ÉTUDE D'IMPRÉGNATION COMBINÉE À UNE APPROCHE PARTICIPATIVE POUR LA GESTION D'UNE SITUATION DE SOLS POLLUÉS DANS LE GARD (2015-2017)

// BIOMONITORING COMBINED WITH COMMUNITY INVOLVEMENT TO MANAGE A SITUATION OF POLLUTED SOILS IN SOUTHERN FRANCE (2015-2017)

Amandine Cochet¹ (amandine.cochet@santepubliquefrance.fr), Clémence Fillo², Alain Le Tertre², Marie-Pierre Allié³, Sandrine Bengoua³, Béatrice Sénémaud³, Marie-Laure Bidondo², Julie Chesneau², Damien Mouly⁴

¹ Santé publique France – Occitanie, Montpellier, France

² Santé publique France, Saint-Maurice, France

³ Agence régionale de santé Occitanie, Montpellier, France

⁴ Santé publique France – Occitanie, Toulouse, France

Soumis le 11.09.2019 // Date of submission: 09.11.2019

Résumé // Abstract

Des niveaux de pollution très élevés en plomb, arsenic et cadmium ont été mesurés dans les sols au niveau d'anciens sites miniers dans le Gard.

Afin de comprendre les sources et modes d'exposition des populations riveraines, une étude de biosurveillance a été menée en population générale, en collectant des données *via* des prélèvements biologiques (sang pour le plomb et urines pour l'arsenic et le cadmium), un questionnaire sur les habitudes alimentaires et les modes de vie ainsi que des prélèvements environnementaux dans les sols des jardins et poussières des logements des participants. L'inclusion s'est faite sur la base du volontariat et les facteurs de risque liés aux imprégnations au plomb, à l'arsenic et au cadmium ont été quantifiés à partir d'un modèle linéaire généralisé.

Un comité d'appui externe comprenant des experts en expologie, biostatistiques, alimentation, épidémiologie, anthropologie et toxicologie a traduit les résultats de l'étude en mesures opérationnelles appropriées. Le comité a impliqué la population, en consultant divers intervenants, pour adapter les propositions au contexte local.

Significant levels of pollution of soils with lead, arsenic and cadmium have been observed in the surroundings of closed metal mines in the Gard department (Southern France).

To better understand the exposure sources and pathways of neighboring populations, a biomonitoring study was conducted in the general population gathering data through biological samples (blood for lead and urines for arsenic and cadmium), a questionnaire on eating habits and lifestyles, environmental samples in gardens soils and house dust. Participation was on a voluntary basis and a generalized linear model was used to determine the risk factors of exposure to lead, arsenic and cadmium.

A multidisciplinary external advisory committee comprising experts in exposure science, biostatistics, nutrition, epidemiology, anthropology and toxicology, translated the study results into appropriate operational measures. The committee involved the community, consulting various stakeholders, to adapt proposals to the local context.

Mots-clés : Biosurveillance, Étude d'imprégnation, Site minier, Plomb, Arsenic, Cadmium, Approche participative, Comité d'appui externe

// **Keywords:** Biomonitoring, Impregnation study, Metal mine, Lead, Arsenic, Cadmium, Community involvement, External advisor committee

Introduction

Les sites gardois de Carnoulès et de Croix-de-Pallières ont hébergé une importante activité d'extraction de minerais métalliques jusqu'au siècle dernier. Les études environnementales (études d'interprétation de l'état des milieux, IEM) réalisées en application de la politique nationale du ministère en charge de l'Environnement ont mis en évidence, en 2012 et 2013, des teneurs dans les sols en plomb et en arsenic exceptionnellement élevées pour les deux sites, ainsi que des teneurs en cadmium

élevées pour le site de Croix-de-Pallières⁽¹⁾. Des travaux de mise en sécurité des sites ont été réalisés au moment des cessations d'activité.

Afin d'objectiver l'exposition des riverains au plomb, à l'arsenic et au cadmium, dont les effets sanitaires

⁽¹⁾ – Pour le plomb : autour de 500 à 5 000 mg/kg pour les deux sites et atteignant ponctuellement 420 000 mg/kg sur le site de Croix-de-Pallières ;

– Pour l'arsenic : autour de 300 à 900 mg/kg pour les deux sites et atteignant ponctuellement 39 000 mg/kg sur le site de Carnoulès ;

– Pour le cadmium : autour de 60 mg/kg sur le site de la Croix-de-Pallières.

sont bien décrits dans la littérature ¹, et de mieux comprendre les sources et modes d'exposition des populations locales, une étude d'imprégnation a été réalisée.

Elle est intervenue dans un contexte sensible, avec une multiplicité d'enjeux (sanitaires, environnementaux, fonciers, judiciaires...) et une pression médiatique importante.

Un comité d'appui externe a été réuni pour analyser et interpréter les données de l'étude d'imprégnation et formuler des propositions de gestion. Le comité a souhaité compléter la démarche par une approche participative en consultant différentes parties prenantes, afin d'adapter les propositions au contexte local.

Ces études – études d'imprégnation et approche participative – ont fait l'objet d'un rapport détaillé ². Cet article présente succinctement ces deux volets et discute l'apport pour la gestion de cette approche mixte.

Matériel et méthodes

Étude d'imprégnation

Une étude transversale d'exposition biologique a été réalisée en population générale d'octobre 2015 à mai 2017.

Les objectifs de cette étude étaient de décrire les niveaux d'imprégnation des riverains au plomb et à

l'arsenic (pour les deux sites), ainsi qu'au cadmium (uniquement pour le site de Croix-de-Pallières) et d'identifier les déterminants de l'imprégnation.

Deux zones d'étude (zone de Carnoulès et zone de Croix-de-Pallières) ont été délimitées en fonction des données historiques d'activités minières, des caractéristiques géomorphologiques et des résultats des IEM. Les deux zones regroupaient au total cinq communes et près de 2 800 personnes (figure 1).

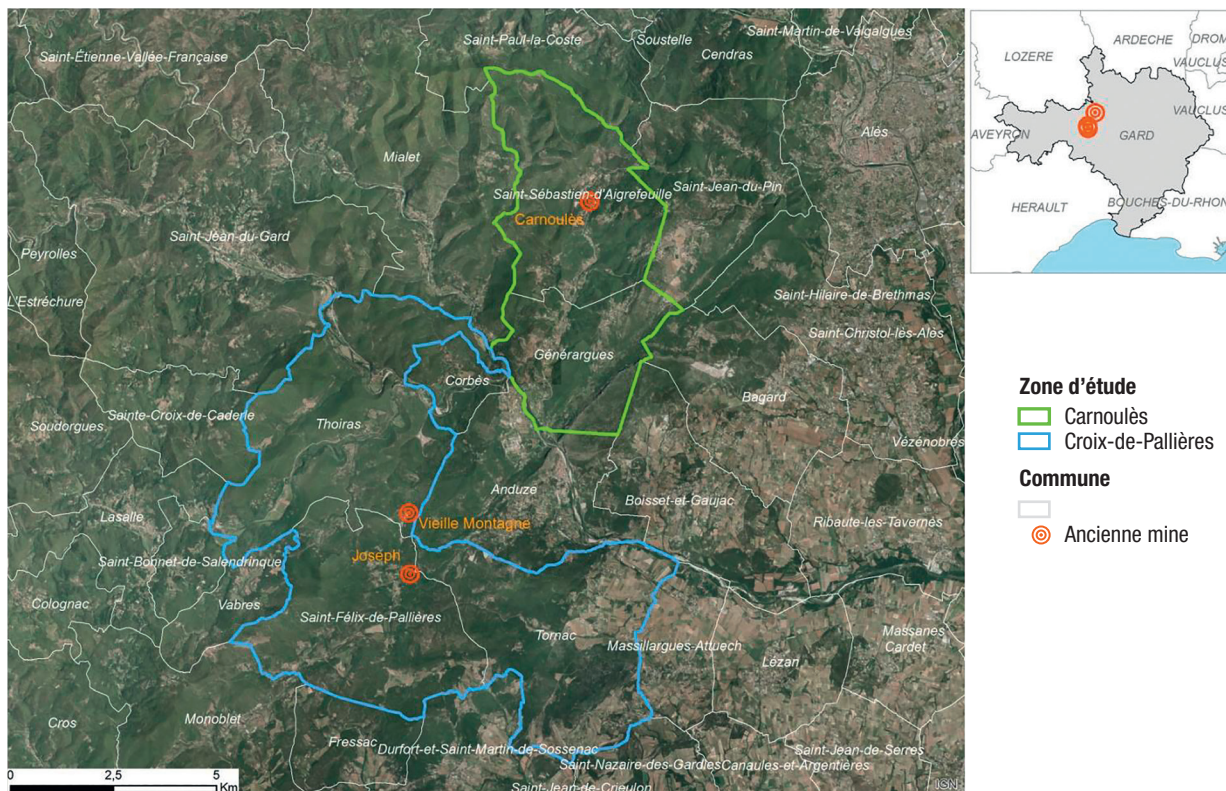
L'inclusion s'est faite sur la base du volontariat. Tous les habitants (adultes et enfants) des deux zones d'étude ont été invités à participer à l'étude.

D'octobre à décembre 2015, une permanence était assurée sur chaque zone d'étude par une équipe d'infirmiers afin de réaliser des prélèvements biologiques pour le dosage des biomarqueurs (plombémies, arsenic et cadmium urinaires). Cette équipe était également chargée d'administrer des questionnaires en face à face sur les comportements et habitudes alimentaires (caractéristiques du foyer et du logement, données sociodémographiques, alimentation, tabagisme, consommation d'alcool, expositions de loisirs ou professionnelles...). Le recueil des premières urines du matin était effectué dans un flacon de 50 mL à conserver au réfrigérateur et à remettre le jour même à l'infirmier. Les prélèvements sanguins ont été réalisés par un infirmier.

Dans un second temps, des mesures environnementales ont été faites dans les sols des jardins

Figure 1

Zone d'étude autour des anciens sites miniers de Carnoulès et Croix-de-Pallières



Sources : ©IGN-BD Topo®, 2010 ; BRGM, 2012 ; Santé publique France, juin 2016.

des participants (septembre à octobre 2016) et les poussières des logements (mars à mai 2017).

Le dosage des plombémies, de l'arsenic urinaire et des cadmiuries a été réalisé par spectroscopie de masse à plasma à couplage inductif (ICP-MS). Les limites de détection (LOD) et de quantification (LOQ) étaient égales à 0,1 µg/L et 0,2 µg/L pour le plomb et le cadmium et 0,2 et 1 µg/L pour l'arsenic.

Pour le cadmium et l'arsenic, les personnes présentant des concentrations en créatinine inférieures à 0,3 g/L ou supérieures à 3 g/L ont été exclues de l'analyse³. Pour l'arsenic, la consommation de produits de la mer dans les trois jours précédant le prélèvement était également un critère d'exclusion.

Une régression linéaire a été réalisée, dans laquelle la variable à expliquer a été log-transformée après ajustement, afin de s'assurer de la stabilité des résidus, et dans laquelle les variables explicatives continues ont été introduites sous forme de fonction spline cubique⁴. Deux modèles ont été utilisés pour déterminer les facteurs de risque d'exposition aux trois éléments : l'un n'incluait que des données issues des questionnaires, l'autre incluait une combinaison de données des questionnaires et de données environnementales. Les valeurs manquantes ont été remplacées par la méthode d'imputation multiple par équations chaînées⁵. Les facteurs de risque et d'ajustement ont été sélectionnés *a priori* pour la modélisation, à partir des données connues concernant l'influence de chaque variable sur la plombémie, la cadmiurie et la concentration en arsenic urinaire². Les analyses ont été réalisées en fonction de l'âge (<15 ans et ≥15 ans) et pour l'ensemble des deux zones.

Le protocole d'étude a obtenu l'autorisation de la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil) (décision DR-2016-184).

Approche participative : consultation des parties prenantes

Le comité d'appui était composé de sept experts, spécialistes en expologie, biostatistiques, alimentation, épidémiologie, anthropologie et toxicologie. Afin de cerner les enjeux et attentes pour la population locale, le comité a sélectionné de façon indépendante et consulté différentes parties prenantes : élus (n=2), autorités locales (n=3), administrations centrales (n=2), ancien exploitant (n=1), lanceur d'alerte (n=1), associatifs et représentants de riverains (n=2). Deux séries d'échanges en face à face ont été organisées en mars et septembre 2017. Les échanges, sous forme d'entretiens semi-directifs suivant une grille d'entretien, ont porté principalement sur la perception, l'implication et les attentes des différents acteurs sur le sujet. Avec l'accord des participants, les entretiens ont fait l'objet de *verbatim* à partir d'enregistrements audio. Une synthèse des points saillants évoqués lors de ces échanges est disponible dans le rapport d'étude².

Résultats

Étude d'imprégnation

Le taux global de participation était de 23,5% (651/2774). Parmi les 651 participants, on comptait 87 enfants de moins de 15 ans. Les répondants étaient sensiblement plus âgés et plus diplômés que la population cible (résultats non présentés, mais disponibles par ailleurs²).

Les niveaux d'imprégnation mesurés ont été comparés aux valeurs de référence établies à partir des niveaux observés dans la population générale française (entre 50 et 120 µg/L de sang en fonction de l'âge et du sexe pour le plomb, 10 µg/g de créatinine pour l'arsenic, entre 0,5 et 0,7 µg/g de créatinine en fonction de l'âge et du sexe pour le cadmium)⁶.

Près d'un quart des participants présentait une sur-imprégnation en arsenic par rapport aux valeurs de référence en population générale et 12% une sur-imprégnation en cadmium. Les niveaux d'imprégnation au plomb n'étaient pas différents de ceux observés au sein de la population française. Aucun cas de saturnisme infantile (plombémie ≥50 µg/L) n'a été identifié.

La majorité des concentrations mesurées dans les sols des participants avoisinaient les concentrations habituellement mesurées dans les sols naturellement riches en métaux⁷. Toutefois, certains jardins présentaient des concentrations très élevées².

Les concentrations médianes en poussières dans les logements des participants étaient plus de 2 fois plus élevées pour le plomb et plus de 3 fois plus élevées pour l'arsenic, par rapport aux niveaux représentatifs des logements français mesurés dans la campagne Plomb-Habitat⁸.

En plus des déterminants classiques habituellement décrits dans la littérature (âge, sexe, consommation d'alcool et de tabac, durée de résidence), les niveaux d'imprégnation étaient influencés par les concentrations en polluants dans les sols des jardins des participants, et la consommation de certains produits locaux (œufs, volailles, lapins, gibiers, champignons). Les concentrations dans les poussières des logements n'étaient pas corrélées à l'imprégnation des participants, en revanche, la fréquence de passage de la serpillère humide, dont on peut penser qu'elle contribue à diminuer les concentrations dans les poussières, a été retrouvée associée à une diminution de l'imprégnation en plomb et en arsenic (tableau 1).

Pour les enfants, une association entre l'imprégnation au cadmium et le comportement mains/bouche a également été mise en évidence (estimateur=0,66 [0,18 ; 1,14]).

Approche participative/Consultation des parties prenantes

Seize personnes représentant onze entités ont été consultées par le comité d'appui.

Tableau 1

Modèle « Questionnaire + données environnementales », résultats parmi les adultes (≥15 ans). Étude d'imprégnation en population générale d'octobre 2015 à mai 2017

	Plomb (n=564)			Cadmium (n=328)			Arsenic (n=365)		
	Estimateur**	Intervalle de confiance à 95%		Estimateur**	Intervalle de confiance à 95%		Estimateur**	Intervalle de confiance à 95%	
Variabiles non liées au site*									
Sexe (Femme/Homme)	-0,12	-0,21	-0,02	0,24	0,09	0,39	0,13	0,01	0,25
Consommation habituelle de vin/champagne (au moins un verre/jour)	0,18	0,08	0,29	0,03	-0,11	0,17	-	-	-
Consommation habituelle de bière/cidre (au moins un verre/jour)	0,31	0,14	0,48	0,02	-0,19	0,23	-	-	-
Exposition professionnelle au polluant	0,22	0,08	0,36	0,12	-0,07	0,32	-0,18	-0,48	0,13
Fumeurs	0,24	0,12	0,36	0,28	0,12	0,44	0,02	-0,12	0,17
Ex-fumeurs	0,19	0,05	0,33	0,15	-0,04	0,35	-0,09	-0,26	0,08
Fumeurs passifs	0,04	-0,09	0,17	-0,23	-0,44	-0,02	-0,07	-0,23	0,09
Variabiles liées au site*									
Zone (Croix-de-Pallières/Carnoulès)	0,19	0,09	0,29	-	-	-	0,03	-0,10	0,16
Utilisation de l'eau de puits/forage pour arroser le potager	-0,10	-0,21	0,01	-0,17	-0,32	-0,02	-0,01	-0,20	0,17
Consommation habituelle d'œufs, volaille, lapins, gibiers de la zone	0,12	0,02	0,21	0,12	-0,02	0,26	-	-	-
Consommation de champignons cueillis sur la zone	0,13	0,04	0,22	0,04	-0,09	0,17	0,06	-0,05	0,18
Concentrations dans les sols des jardins (log)	0,07	0,03	0,12	-0,01	-0,09	0,07	0,12	0,03	0,21

* Une association avec d'autres variables a été mise en évidence par le modèle « Questionnaire seul » : augmentation de l'imprégnation en arsenic avec la consommation récente de vin/champagne (au moins un verre par jour), diminution de l'imprégnation en plomb avec le passage de la serpillière humide 1 fois/semaine et plus d'1 fois/semaine.

** Il s'agit d'une estimation du lien avec les niveaux d'imprégnation qui nécessite une transformation afin de quantifier le risque. L'intervalle de confiance reflète l'incertitude de ces estimateurs dans notre échantillon. Plus large est sa valeur, moins nous avons de certitudes de la réalité de cette relation.

- : variable non incluse dans le modèle.

Ces temps d'échanges ont permis de relever plusieurs points saillants concernant la perception et les attentes des acteurs locaux pour la gestion des sites.

Des différences notables de gestion et de perception entre l'ancien site de Carnoulès et celui de Croix-de-Pallières, ont été rapportées. Ces différences de gestion s'expliquent notamment par la situation administrative de chacun des sites. Le site de Carnoulès a été classé « site à responsable défaillant » en 2009, et sa mise en sécurité a été confiée à l'Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe) en 2010. Ce site bénéficie d'une bonne coordination pour associer et informer la population et une relative confiance entre les différentes parties prenantes (riverains, associations, services de l'État) s'est instaurée. Les riverains semblent accepter l'idée qu'il est impossible de totalement dépolluer le site et prêts à adapter leurs réflexes et modes de vie au milieu. La gestion du site de Croix-de-Pallières se fait sous l'égide de la préfecture. Pour ce site, le contexte est plus sensible. La circulation des informations ne semble pas aussi fluide que sur le site de Carnoulès. Du côté des riverains, une différence d'appréciation

des risques est décrite entre les personnes ayant toujours vécu là et les nouveaux arrivants, plus inquiets. Un climat de défiance vis à vis des services de l'État est manifeste ; des riverains ont l'impression que « des choses » leur sont cachées et que, malgré les nombreuses études menées, les mesures de gestion qui s'imposent ne sont pas prises. Il y a une très forte attente de la population concernant le rendu des résultats des analyses (sols, poussières, etc.).

Au décours des échanges avec les parties prenantes, plusieurs d'entre elles ont suggéré explicitement des mesures de confinement des sources de pollution et, pour les familles vivant sur les terrains les plus pollués, une dépollution ou une solution de relogement acceptable. Plusieurs dépôts ont été identifiés par les services de l'État sur le site de Croix-de-Pallières comme pouvant faire l'objet de travaux pour limiter les envols de poussières et assurer la stabilité des dépôts.

Toutefois, le potentiel impact sanitaire de la pollution ne semblait pas être l'enjeu principal pour les parties prenantes et une partie de la population. Les enjeux locaux étaient multiples.

En particulier, une forte inquiétude s'est exprimée quant à un potentiel impact économique négatif (dépréciation immobilière) suite à la médiatisation de la pollution.

Par ailleurs, une problématique de conflits de voisinage interfère avec les enjeux sanitaires, à la suite de la cession par l'exploitant à un propriétaire privé d'un terrain situé sur un terri de résidus miniers sur le site de Croix-de-Pallières. Une zone d'habitat précaire s'y est développée, avec l'organisation de rave-parties et de sorties en quad, sources de nuisances (bruit, envol de poussières...) et de tensions entre les riverains.

Plusieurs acteurs ont signalé qu'une meilleure coordination des services de l'État à tous les niveaux aurait facilité la gestion de ce dossier et apporté une réponse plus efficace aux attentes de la population.

Propositions pour l'aide à la gestion

Des propositions ont été élaborées par le comité d'appui à partir de la mise en œuvre de l'étude d'imprégnation et de ses résultats, des éléments issus de la consultation des parties prenantes et des connaissances scientifiques disponibles (figure 2, tableau 2).

La première série de propositions visait à réduire les expositions des riverains, en agissant à l'échelle collective sur la contamination environnementale. Ainsi, sur la base de l'approche participative, le comité a proposé qu'un inventaire des mesures possibles de réhabilitation serve de base à une concertation entre les gestionnaires et leurs opérateurs, spécialistes de la dépollution, et la population, afin de définir les mesures adaptées au contexte local. Il a également été proposé de caractériser les phénomènes de dispersion des poussières pour limiter leurs sources d'envol au niveau des terrils de résidus miniers et de mieux identifier les zones les plus polluées, afin d'en limiter la fréquentation (signalisation, barrières...).

Les résultats de l'étude d'imprégnation ont, quant à eux, permis d'identifier les principaux facteurs d'imprégnation des riverains et de formuler des propositions pour changer les comportements à l'échelle individuelle. En plus des facteurs de risque non liés au lieu de résidence (alcool, tabac, exposition professionnelle), il est proposé une vigilance particulière vis-à-vis des poussières dans les logements et de certains aliments (denrées produites ou chassées localement, eau de puits ou de sources ou forages non contrôlés). Le déploiement d'un dispositif d'accompagnement personnalisé pour identifier les situations à risque et réduire les expositions individuelles a été recommandé.

Des propositions à prendre en compte pour la gestion de situations similaires de sites et sols pollués ont également été formulées. En particulier, l'intégration en amont des parties prenantes (société civile, associations, professionnels de santé, préventeurs, syndicats professionnels, élus...) devrait permettre de prendre en compte leurs préoccupations et connaissances des spécificités locales pour adapter la méthodologie de l'étude aux réalités de la situation. Concernant les aspects organisationnels, l'importance d'une communication claire et transparente tout au long des études et de la bonne coordination entre les différents services de l'Etat et leurs opérateurs a été soulignée.

Discussion

Malgré des niveaux de concentrations en plomb très élevés dans les sols, l'imprégnation globale de la population d'étude ne se distinguait pas de celle observée en population générale. Il aurait été intéressant de disposer de la bioaccessibilité du plomb présent sur le site pour expliquer ces résultats.

Du fait de la faible taille de population et du grand nombre de paramètres étudiés, il est possible que certains facteurs de risque n'aient pas été mis en évidence par manque de puissance statistique.

Figure 2

Démarche générale pour l'élaboration des propositions

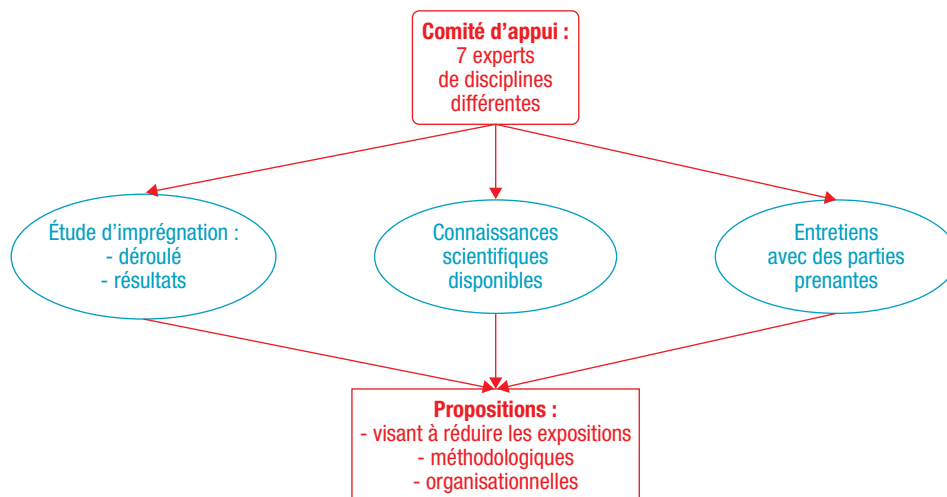


Tableau 2

Apports respectifs des deux approches pour la formulation des propositions de gestion auprès de la population de Croix-de-Palières/Carnoulès

	Étude d'imprégnation	Approche participative
Diminution de l'exposition collective		
Inventaire des mesures de réhabilitation et de leur efficacité		X
Caractérisation des phénomènes de dispersion des poussières		X
Mieux identifier les zones les plus polluées		X
Changement des comportements individuels		
Concernant les facteurs de risque connus	X	
Concernant les poussières	X	
Concernant l'alimentation	X	
Dispositif d'accompagnement		X
Autres		
Intégration en amont des parties prenantes		X

Toutefois, en dépit des biais de déclaration et de participation possibles inhérents à ce type d'étude, les résultats ont permis d'identifier, en plus des déterminants classiques attendus, des facteurs de risque liés au site, et de faire des propositions ciblées pour réduire les expositions.

L'étude de la répartition spatiale et des résultats d'analyses biologiques des participants a mis en évidence la présence de personnes ayant des niveaux d'imprégnation supérieurs aux valeurs de référence, en dehors des secteurs ayant fait l'objet de campagnes de mesures environnementales lors de la réalisation des études d'interprétation de l'état des milieux. Pour étudier plus finement les modalités d'exposition des participants à l'étude, Santé publique France a demandé à pouvoir disposer de données environnementales complémentaires au plus près de l'exposition (mesures dans les sols des jardins et poussières des habitations) pour l'ensemble des participants, quels que soient leurs niveaux d'imprégnation. Aussi, il y a eu un décalage dans le temps entre, d'une part, les prélèvements biologiques et la passation des questionnaires et, d'autre part, les prélèvements environnementaux. La différence de climat et des conditions météorologiques (hiver vs printemps) a pu biaiser la relation statistique.

Les pathologies liées à l'exposition au plomb, à l'arsenic et au cadmium sont multiples et multifactorielles¹. L'approche épidémiologique ne permet pas de prédire la survenue de pathologies ni de conclure sur le plan étiologique pour les pathologies existantes ou passées.

Les facteurs de sensibilité du contexte local étaient nombreux : existence d'un problème non résolu depuis de nombreuses années, vide juridique relatif aux pollutions après-mine, image dégradée de la gestion du risque par les autorités locales, incertitude scientifique sur l'impact sanitaire, médiatisation et forte mobilisation de représentants associatifs/lanceur d'alerte, enjeux économiques (dépréciation des biens immobiliers), judiciarisation...

Dans ce contexte, l'intervention sanitaire ne pouvait répondre à l'ensemble des attentes. La consultation opérée par le comité d'appui est un dispositif de participation citoyenne qui permet aux parties prenantes sélectionnées d'exprimer leurs points de vue, sans toutefois contrôler la manière dont ces informations seront synthétisées et utilisées. L'approche mixte a permis d'aller au-delà des recommandations qui découlent logiquement de l'étude d'imprégnation (diminuer les facteurs d'exposition) en proposant des modalités de réponse et d'intervention tenant compte de ce que les parties prenantes avaient exprimé. L'interaction avec les parties prenantes est toutefois intervenue de façon tardive et n'a pas permis d'influer sur la conduite de l'enquête. À la lumière des expériences nord-américaines et de travaux plus récents conduits par Santé publique France⁹⁻¹¹, une implication forte et précoce des parties prenantes (caractérisation du contexte et des préoccupations locales, concertation ou co-construction d'étude) est toujours bénéfique.

Du fait de la durée de l'étude, des mesures de gestion étaient déjà initiées au moment de la restitution des résultats. En particulier, une mission conjointe de l'Inspection générale des affaires sociales (Igas) et du Conseil général de l'environnement et du développement durable (CGEDD) a été mandatée en 2016 pour élaborer un dispositif de gestion spécifique à la situation. Celui-ci a été à l'origine de l'instruction interministérielle du 14 avril 2017, complétée par l'instruction DGS du 13 juin 2019 précisant le rôle des Agences régionales de santé (ARS) dans la mise en œuvre des modalités de gestion sanitaire autour d'un site pollué exposant des populations riveraines.

Une partie des propositions apportées par l'étude ont été mises en œuvre. En particulier, une campagne informant les promeneurs à proximité des zones polluées à l'aide de panneaux a été réalisée. La mise en place d'un dispositif d'accompagnement des foyers vivant sur le secteur s'est heurtée à des difficultés du fait du manque d'opérateurs ayant la compétence pour le faire et du manque d'expérience dans ce

domaine. Il serait utile de compléter cette proposition par une revue/évaluation des expériences du même type menées ailleurs, y compris dans d'autres pays.

Cette expérience incite à réfléchir à des travaux qui permettraient d'évaluer le suivi et l'efficacité des mesures de gestion mises en œuvre, la mise en œuvre de propositions issues de travaux scientifiquement fondés se heurtant à des enjeux d'adhésion, de communication et d'observance¹². ■

Remerciements

À l'ensemble des membres du comité d'appui à l'étude : Gérard Lasfargues (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses), président du comité), Ghislaine Bouvier (Université de Bordeaux, Institut de santé publique, d'épidémiologie et de développement (ISPED), unité Inserm U897), Guillaume Chauvet (École nationale de la statistique et de l'analyse de l'information (Ensa), UMR-6625 IRMAR), Alain Epelboin (Centre national de la recherche scientifique (CNRS), Muséum National d'Histoire Naturelle), Cyril Feidt (Université de Lorraine/Institut national de la recherche agronomique (INRA)), France Lert (Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations (Cesp), Inserm U1018), Paule Vasseur (Université de Lorraine/Centre national de la recherche scientifique (CNRS)).

Ainsi qu'à Agnès Guillet, Tek Ang Lim, Franck Golliot, Carole Salvio, Christine Ricoux, Maelle Dampffoffer, Claude Rols, l'ensemble des participants à l'étude, les maires des communes concernées, la Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (Dreal), Geoderis, l'association des infirmiers libéraux du bassin alsésien (AILBA), le laboratoire d'étude et de recherche en environnement et santé (LERES).

Liens d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt au regard du contenu de l'article.

Références

- [1] Bismuth C, Baud F, Conso F, Dally D, Fréjaville JP, Garnier R *et al.* Toxicologie clinique. 5^e ed. Paris: Flammarion; 2000.
- [2] Etude d'imprégnation autour d'anciens sites miniers dans le Gard et échanges avec les parties prenantes : analyses et propositions. Saint-Maurice: Santé publique France; 2018. 129 p. [Internet]. <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/occitanie/documents/rapport-synthese/2018/etude-d-impregnation-autour-d-anciens-sites-miniers-dans-le-gard-et-echanges-avec-les-parties-prenantes-analyse-et-propositions>
- [3] World Health Organization. Office of occupational health. Biological monitoring of chemical exposure in the workplace: Guidelines. Geneva: WHO; 1996. <http://www.who.int/iris/handle/10665/41856>

[4] Hastie TJ. Generalized additive models. Chapter 7. In: Chambers JM, Hastie TJ. Statistical Models in S. Wadsworth & Brooks/Cole; 1992. p. 249-307

[5] Van Buuren S, Groothuis-Oudshoorn K. Mice: Multivariate imputation by chained equations in R." Journal of Statistical Software. 2011;45(3):1-67. <https://www.jstatsoft.org/v45/i03/>

[6] 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. <https://www.santepubliquefrance.fr/deter-minants-de-sante/exposition-a-des-substances-chimiques/pesticides/documents/rapport-synthese/exposition-de-la-population-francaise-aux-substances-chimiques-de-l-environnement.-tome-1.-presentation-generale-de-l-etude.-metaux-et-metalloides>

[7] Baize D. Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français. Résultats généraux du programme ASPITET. Courrier de l'environnement de l'INRA. 2000(39):39-54.

[8] Lucas JP, Le Bot B, Glorennec P, Etchevers A, Bretin P, Douay F, *et al.* Lead Contamination in French Children's Homes and Environment. Environ Res. 2012;116:58-65.

[9] Agency for Toxic Substances and Disease Registry ATSDR. Public Health Assessment. Guidance Manual. (Update). 2005. 357 p. [Internet]. https://www.atsdr.cdc.gov/hac/phamannual/pdfs/phagm_final1-27-05.pdf

[10] Perrey C. Analyse de quatre dispositifs participatifs mis en place dans le cadre d'études locales en santé-environnement. Saint-Maurice: Santé publique France; 2016. 75 p. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/analyse-de-quatre-dispositifs-participatifs-mis-en-place-dans-le-cadre-d-etudes-locales-en-sante-environnement>

[11] Rapport d'analyse de l'étude Fos-Epséal. Saisine n° 17-DSPE-0217-1513-D du 3 mars 2017. Saint-Maurice: Santé publique France; 2018. 108 p. <https://www.santepubliquefrance.fr/docs/rapport-d-analyse-de-l-etude-fos-epséal>

[12] Ledésér B, Bec É, Boulahtouf H. Étude sur la connaissance et le suivi des recommandations sanitaires auprès de la population de la vallée de l'Orbiel. Note de synthèse. CREAI-ORS Languedoc-Roussillon. 2015. 12 p. [Internet]. http://www.aude.gouv.fr/IMG/pdf/2015_Synthese_Etude_ORBIEL_VF_nov_2015_cle52c8c1.pdf

Citer cet article

Cochet A, Fillol C, Le Tertre A, Allié MP, Bengoua S, Sénémaud B *et al.* Étude d'imprégnation combinée à une approche participative pour la gestion d'une situation de sols pollués dans le Gard. Bull Epidémiol Hebd. 2020;(18-19):354-60. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/18-19/2020_18-19_1.html