

2 juillet 2018

Questions – Réponses

Étude d'imprégnation en rapport avec certains sites miniers du Gard

1. Contexte

- Que produisaient les mines concernées ?
- Quels sont les polluants identifiés, depuis quand et avec quelles études ?

2. Une étude d'imprégnation pour comprendre les modes d'exposition des riverains

a. Démarche et objectifs

- FOCUS : Pourquoi avoir réalisé une étude d'imprégnation plutôt qu'une étude épidémiologique sur les maladies ?
- Quel est l'objectif de cette étude d'imprégnation ?

b. Méthode

- Quel est le périmètre de la zone polluée concernée ? Comment a-t-il été délimité ?
- Combien de personnes pouvaient participer à l'étude d'imprégnation ?
- Comment ont été choisis les polluants dosés ?
- Quelles données ont été recueillies ?

c. Résultats

- Combien de personnes ont participé à cette étude d'imprégnation ?
- Quels sont les résultats des mesures d'imprégnation ?
- Quel suivi médical pour les personnes exposées ?
- Quels sont les résultats des analyses environnementales ?
- D'après les résultats de l'étude, comment les participants s'exposent-ils aux polluants ?
- Quelles sont les principales limites de cette étude ?

d. FOCUS : le comité d'appui

- Pourquoi Santé publique France a-t-elle eu recours à un comité d'appui ?
- Comment le comité d'appui a-t-il élaboré les propositions ?

e. Propositions

- Agir sur les sources de contamination
- Adapter son comportement individuel
- Proposer un dispositif de conseils personnalisés

3. Annexes : les polluants et leurs conséquences pour la santé

- Quelles sont les autres sources de contamination possibles pour ces 3 polluants et leurs modes d'exposition ?
- Quels sont les effets de l'arsenic, du plomb et du cadmium sur la santé ?
- FOCUS : le cas particulier des personnes habitant dans une zone où les sols sont pollués
- Comment les toxiques se stockent et s'éliminent de mon corps ?
- Qu'est-ce qu'une valeur de référence ?
- Existe-t-il un seuil d'effet sanitaire pour le plomb, l'arsenic et le cadmium ?

1. Contexte

Que produisaient les mines concernées ?

Le site de la Croix de Pallières produisait essentiellement du zinc, du plomb et du fer (pyrite). Il produisait également de l'argent, du cadmium et du germanium. Le site de Carnoulès produisait du plomb et du zinc.

Quels sont les polluants identifiés, depuis quand et avec quelles études ?

En 2007, ces deux sites ont été identifiés par le ministère chargé de l'environnement comme présentant, dans certains secteurs, des concentrations élevées en métaux lourds.

Les communes gardoises de Saint Sébastien d'Aigrefeuille (site de Carnoulès) et de Saint-Félix-de-Pallières, Thoiras et Tornac (site de la Croix de Pallières) ont hébergé une importante activité d'extraction de minerais métalliques et de traitement des dits minerais jusqu'au siècle dernier. Dans le cadre d'une campagne nationale de recherche des sites et sols pollués au plomb, l'État a missionné *Géodéris* pour diligenter une première étude sur le site de la Croix de Pallières. Cette étude a été publiée en mars 2008¹.

En 2011, en application de la politique nationale du ministère en charge de l'environnement, le bureau d'études *ICF environnement* a engagé des études d'interprétation des milieux pour les deux sites. Ces études consistaient en des prélèvements et des mesures sur les sites, en tenant compte des usages constatés (consommation de potager, d'eaux, présence de bétail, habitudes de vie etc.). Ces études ont permis de délimiter différents secteurs au sein des deux sites. Certains prélèvements mettent en évidence des teneurs environnementales en plomb et en arsenic très élevées pour les deux sites et des teneurs en cadmium élevées pour le site de la Croix de Pallières.

En réponse à des saisines de l'Agence régionale de santé (ARS) Occitanie sur les risques sanitaires encourus par les populations riveraines, Santé publique France (ex-InVS) a préconisé, à la fin de l'année 2013, la réalisation d'actions de dépistage et d'une étude d'imprégnation au sein des populations potentiellement exposées (environ 2800 habitants). Les conclusions des interprétations de l'état des milieux ont fait l'objet de réunions publiques sur chacun des sites, en juillet 2013 et décembre 2014.

L'agence régionale de santé (ARS) Occitanie a organisé en 2015 un dispositif permettant à chaque volontaire de connaître son niveau d'imprégnation aux principales substances polluantes retrouvées dans les sols et de bénéficier d'une prise en charge médicale si nécessaire. En parallèle, il était important de comprendre quels pouvaient être les sources et modes d'exposition et de décrire les groupes de population les plus concernés. C'est pourquoi l'ARS a demandé à Santé publique France de mener une étude d'imprégnation.

¹ Disponible sur le site de la Préfecture du Gard :

<http://www.gard.gouv.fr/Publications/Environnement/Risques-miniers/Ancien-site-minier-et-industriel-La-Croix-de-Pallieres/Etude-dite-Interpretation-de-l-Etat-des-Milieux-IEM>

2. Une étude d'imprégnation pour comprendre les modes d'exposition des riverains

a. Démarche et objectifs

FOCUS : Pourquoi avoir réalisé une étude d'imprégnation plutôt qu'une étude épidémiologique sur les maladies ?

Une étude d'imprégnation permet d'apprécier l'exposition réelle d'une population à des substances de l'environnement. Il s'agit le plus souvent de mesurer, dans l'urine ou dans le sang des personnes exposées, des paramètres pouvant être soit la substance elle-même, soit un ou plusieurs de ses produits transformés ou de dégradation (métabolites). Le terme "exposition" désigne toutes les circonstances à l'origine de l'absorption d'une substance par l'organisme, en intégrant l'ensemble des voies par lesquelles elle peut pénétrer (respiratoire, digestive ou cutanée). Lors de l'évaluation de l'exposition d'une population à une substance particulière, il est important de comparer les niveaux observés dans cette population avec les niveaux de référence d'une population non exposée à cette substance. Il ne s'agit pas d'un dépistage, qui vise à identifier une maladie ou un facteur de risque asymptomatique dans le but d'une prise en charge individuelle.

En ce qui concerne les études épidémiologiques, si les populations étudiées sont de faibles effectifs, il est difficile d'étudier la relation entre une exposition et la survenue d'une maladie du fait d'une limite statistique. De plus, une étude épidémiologique, comparant l'incidence de maladies autour d'un site pollué avec l'incidence observée dans une zone de référence, ne permet pas à elle seule de juger de la causalité entre l'exposition et la maladie étudiée.

Même si le lien entre la maladie observée et le polluant étudié est connu, les maladies, en particulier les cancers, sont souvent d'origine multifactorielle. À ce jour, il n'existe aucun marqueur biologique permettant de relier par exemple un type de cancer donné et une exposition environnementale.

L'imprégnation marque l'exposition au polluant bien en amont d'un effet sur la santé. Il a donc été choisi d'étudier le lien entre les niveaux d'imprégnation des participants, leurs habitudes et comportements et les concentrations en polluants dans l'environnement. Comprendre les facteurs pouvant influencer l'imprégnation permet d'adapter les mesures de réduction d'exposition et d'éviter des effets sur la santé.

Quel est l'objectif de cette étude d'imprégnation ?

Cette étude a pour objectifs de :

- mesurer les niveaux en plomb dans le sang, en arsenic et en cadmium² dans les urines des volontaires vivant dans les cinq communes concernées par les sites de Carnoulès et de la Croix de Pallières ;
- mieux connaître les sources éventuelles locales d'exposition au plomb, à l'arsenic et au cadmium⁵) ;
- formuler des recommandations adaptées au contexte local pour limiter l'exposition individuelle.

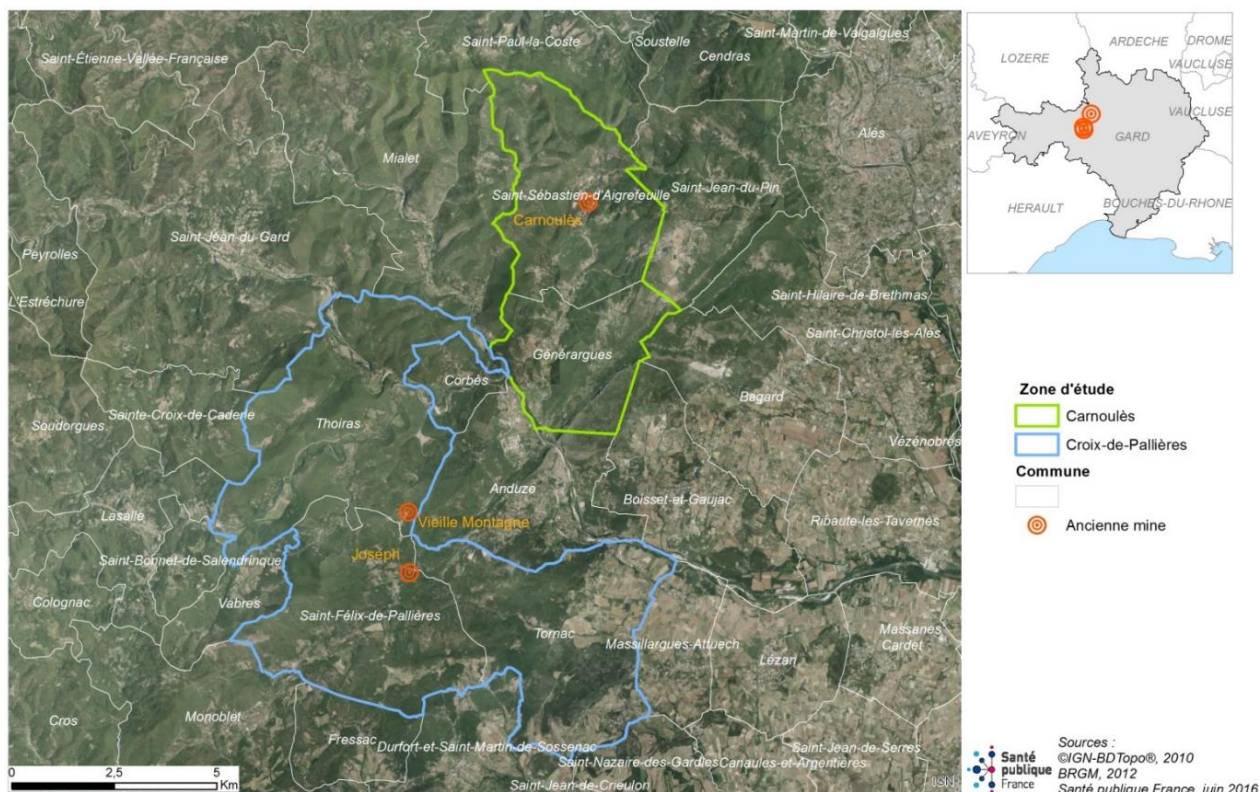
² Uniquement pour le site de la Croix de Pallières

b. Méthode

Quel est le périmètre de la zone polluée concernée ? Comment a-t-il été délimité ?

Les zones d'étude ont été délimitées à partir des études d'interprétation des milieux, qui avaient été déterminées par *ICF-Environnement*, par les données historiques d'activités, des caractéristiques géomorphologiques (bassins versants etc.) et les usages constatés. La zone d'étude du site de la Croix de Pallières comprend les communes de St Félix de Pallières, Thoiras et Tornac. Celle du site de Carnoulès comprend les communes de St Sébastien d'Aigrefeuille. Pour les études d'imprégnation, la commune de Gênerargues a été ajoutée à la zone d'étude du site de Carnoulès car elle se situe en aval immédiat de St Sébastien d'Aigrefeuille.

Figure : Localisation des anciens sites miniers de Carnoulès et Croix-de-Pallières (Gard) et zone d'étude



Combien de personnes pouvaient participer à l'étude d'imprégnation ?

Sur la base du volontariat, il a été proposé aux 2 800 habitants (adultes et enfants) de ces communes de participer à l'étude d'imprégnation.

Comment ont été choisis les polluants dosés ?

Les études d'interprétation des milieux engagées en 2011 ont mis en évidence des teneurs environnementales en plomb et en arsenic très élevées pour les deux sites, ainsi que des teneurs en cadmium élevées pour le site de la Croix de Pallières. En prenant en compte les résultats des études environnementales, l'étude d'imprégnation a porté sur les 3 toxiques les plus présents et potentiellement les plus à risque pour la santé : plomb, arsenic et cadmium.

Quelles données ont été recueillies ?

Les personnes volontaires ont réalisé un prélèvement sanguin pour l'analyse de l'imprégnation au plomb et un prélèvement d'urines pour l'arsenic et le cadmium. Au moment de ces prélèvements biologiques, elles ont renseigné un questionnaire sur leurs habitudes de vie et de consommation alimentaire.

Des mesures dans l'environnement des personnes (sols des jardins, eaux des puits et forages privés, poussières dans les pièces de vie principales et chambres des enfants) ont été réalisées en complément chez les participants volontaires.

c. Résultats

Combien de personnes ont participé à cette étude d'imprégnation ?

Sur les 2 800 habitants de la zone étudiée (Saint Félix de Pallières, Thoiras, Tornac, Saint Sébastien d'Aigrefeuille et Générargues), près d'une personne sur quatre (23%) a participé volontairement à l'étude. Au total, 651 personnes, soit 347 foyers, ont réalisé des prélèvements biologiques et répondu au questionnaire, dont 564 personnes de plus de 15 ans et 87 enfants de moins de 15 ans.

Parmi les 347 foyers ayant eu des mesures d'imprégnation, la moitié (174 foyers) a accepté des prélèvements de sols. Des analyses d'eau ont été réalisées dans les puits ou forage privés de 30 foyers et des mesures de poussières ont été effectuées chez 154 foyers volontaires.

Quels sont les résultats des mesures d'imprégnation ?

Près d'un quart des participants à l'étude (22 %) présentaient une imprégnation à l'arsenic supérieure à la valeur de référence établie en population générale et 12 % présentaient une imprégnation au cadmium supérieure à la valeur de référence établie en population générale. Aucun cas de saturnisme infantile³ n'a été détecté et 3 cas de concentration en plomb dans le sang supérieure ou égale au seuil de vigilance (25 microgrammes par litre) ont été observés chez des enfants. Les résultats ne montrent pas de différence notable avec la population générale concernant le plomb.

Quel suivi médical pour les personnes exposées ?

Pour les personnes les plus imprégnées, une prise en charge médicale adaptée a été proposée par l'ARS, en coordination avec le centre antipoison de Marseille, le médecin traitant et des médecins spécialistes hospitaliers.

L'ensemble des participants ont reçu un courrier de l'ARS accompagnant leurs résultats leur conseillant, s'ils se situaient au-dessus des valeurs de référence, de limiter l'exposition aux polluants (fiche de conseils sanitaires généraux jointe au courrier), et selon leur profil et leur taux d'imprégnation de consulter leur médecin traitant dans un objectif de prévention individuelle. Par ailleurs, une copie de ce courrier a été adressée au médecin traitant des participants qui l'avaient demandé.

L'ARS a porté une attention particulière aux mineurs et aux femmes en âge de procréer présentant des taux d'imprégnations supérieurs à la valeur de référence, ainsi qu'aux adultes présentant des taux d'imprégnations élevées (> 50µg/g pour l'arsenic, > 2µg/g pour le cadmium). 46 personnes ont ainsi bénéficié d'une surveillance médicale particulière.

³ Concentration en plomb dans le sang supérieure à 50 µg/l

Quels sont les résultats des analyses environnementales ?

Les concentrations en plomb et en arsenic mesurées dans les poussières des logements des participants étaient plus élevées que celles observées en population générale⁴. Les concentrations médianes étaient deux fois plus élevées dans la population étudiée pour le plomb et trois fois plus élevées pour l'arsenic par rapport à la population générale.

La majorité des concentrations mesurées dans les sols des participants avoisinaient les concentrations habituellement mesurées dans les sols naturellement riches en métaux toutefois, certains jardins présentaient des concentrations très élevées (22 000 mg/kg pour le plomb, 950 mg/kg pour l'arsenic, 47,5 mg/kg pour le cadmium).

D'après les résultats de l'étude, comment les participants s'exposent-ils aux polluants ?

L'étude permet d'identifier des modes d'exposition spécifiques à la zone. Les niveaux d'imprégnation augmentent avec la durée de résidence et la consommation de certains aliments produits sur la zone (œufs, lapins, volailles, gibiers et champignons). Plus les concentrations dans les sols des jardins sont élevées, plus les niveaux d'imprégnation des participants sont importants. La consommation d'eau de puits, de forage ou de source individuels semble également augmenter les niveaux d'imprégnation. Les niveaux d'imprégnation sont moins élevés lors d'un passage plus fréquent de la serpillière humide à l'intérieur des logements. Enfin, les jeunes enfants portant souvent leurs mains ou des objets à la bouche présentent des niveaux d'imprégnation plus élevés. Par ailleurs, les riverains du site de la Croix de Pallières sont plus imprégnés que ceux du site de Carnoulès. On retrouve également chez les participants les mêmes modes d'exposition que dans le reste de la population : l'alcool, le tabac et l'exposition professionnelle.

Quelles sont les principales limites de cette étude ?

Les relations entre les niveaux d'imprégnation et les modes d'exposition mis en évidence par l'étude sont fiables et cohérentes. Toutefois, il est possible que certains modes d'exposition n'aient pas été mis en évidence par l'étude, du fait de certaines limites.

- 1) La première limite de cette étude est le nombre relativement faible de participants. Sur les 2 800 personnes de la zone étudiée, 651 ont participé aux prélèvements biologiques et ont répondu aux questionnaires. Parmi ces participants, seul un foyer sur deux a accepté la réalisation de mesures environnementales. Ce niveau de participation limite la puissance statistique de l'étude et réduit les chances de mettre en évidence une association entre les niveaux d'imprégnation et les modes d'exposition.
- 2) Le décalage dans le temps et la différence de climat entre les prélèvements biologiques (d'octobre à décembre 2015) et les mesures environnementales (de septembre à octobre 2016 pour les sols et de mars à mai 2017 pour les poussières) ont pu biaiser les résultats.
- 3) Il est également possible que certaines questions du questionnaire aient été mal comprises par les participants.

⁴ Campagne Plomb-Habitat pilotée par l'Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur en 2008-2009

Ces problèmes de représentativité des mesures et des informations récoltées réduisent les chances de mettre en évidence une association entre les niveaux d'imprégnation et les modes d'exposition.

L'étude d'imprégnation est une étape nécessaire dans la caractérisation d'un passage éventuel du plomb, de l'arsenic et du cadmium à l'homme. Cette étude ne permet pas de :

- préciser, pour chaque personne, l'origine de l'arsenic et du cadmium éventuellement détecté dans ses urines ni de celle du plomb détecté dans le sang ;
- prédire pour chaque personne les effets sur la santé des niveaux d'imprégnation, en particulier pour l'arsenic, les connaissances scientifiques actuelles étant insuffisantes ;
- faire la part entre l'origine naturelle et l'origine liée à l'activité minière des polluants.

d. FOCUS : le comité d'appui

Pourquoi Santé publique France a-t-elle eu recours à un comité d'appui ?

Santé publique France a souhaité partager et confronter l'analyse des résultats de l'étude d'imprégnation avec des experts reconnus et impliqués sur ce type de sujet. Les experts disposaient de compétences en expologie⁵, biostatistiques, alimentation, épidémiologie, anthropologie et toxicologie. Ils ont élaboré des propositions, notamment d'aide à la gestion.

Le comité d'appui s'est réuni 4 fois avec l'équipe de Santé publique France et a échangé avec différentes parties prenantes (riverains, associations locales, organisations institutionnelles, élus...). L'objectif de ces rencontres était :

- de déterminer le degré de connaissance des acteurs auditionnés sur l'étude d'imprégnation menée par Santé publique France,
- de compléter les connaissances du comité sur le contexte,
- de comprendre la perception, l'implication et les attentes des parties prenantes sur le sujet
- d'identifier d'autres acteurs éventuellement impliqués.

Comment le comité d'appui a élaboré les propositions ?

Le comité s'est appuyé sur un ensemble de données ou connaissances concernant :

- le déroulement et les résultats de l'étude d'imprégnation ;
- les temps d'échange avec les parties prenantes ;
- les connaissances scientifiques disponibles de la littérature.

⁵ Science de l'évaluation des expositions

e. Propositions

Quelles sont les principales propositions ?

Trois catégories de propositions ont été dégagées de ce travail. Il s'agit de propositions :

1. visant à réduire les expositions ;
2. d'ordre méthodologique pour répondre à d'autres situations similaires ;
3. d'ordre organisationnel.

Pour réduire les expositions, il est utile d'agir sur la contamination environnementale et sur les comportements individuels. Ce sont ces propositions qui sont détaillées ci-dessous.

Agir sur les sources de contamination

- Réduire le contact de la population avec les polluants par des mesures de gestion environnementale des sources ou des voies d'exposition ; réaliser un inventaire des mesures de réhabilitation et de leur efficacité, pour définir des mesures adaptées au contexte local ;
- Caractériser des phénomènes de dispersion des poussières sur la zone pour limiter les sources d'envol de poussières (quad, motocross etc.) ;
- Mieux identifier les zones les plus polluées afin de limiter la fréquentation de la population (signalisation, barrières).

Adapter son comportement individuel

- Concernant les poussières dans les logements :
Essuyage humide des poussières au sol, sur les meubles et des objets susceptibles d'être portés à la bouche par les jeunes enfants ;
Mesures d'hygiène pour limiter l'entrée des poussières dans les pièces de la maison (se déchausser, ...).
- Concernant l'alimentation :
Limiter la consommation de denrées produites ou chassées localement ;
Préférer l'eau du robinet plutôt que des eaux non contrôlées (eau de puits, forage, source...) pour la boisson ;
Limiter l'arrosage des cultures à visée alimentaire avec les eaux non contrôlées.

Proposer un dispositif de conseils personnalisés

- Prévoir un dispositif d'accompagnement pour réduire les expositions individuelles, sous forme de conseils personnalisés avec une attention particulière sur les personnes les plus vulnérables.

3. Annexes : les polluants et leurs conséquences pour la santé

Dans ce contexte, plomb, arsenic et cadmium ont été mis en évidence du fait de l'activité minière et se trouvent concentrés par endroits. Toutefois, ces substances sont également naturellement présentes dans l'environnement à des concentrations variables.

Quelles sont les autres sources de contamination possibles pour ces 3 polluants et leurs modes d'exposition ?

Arsenic (As)

L'arsenic est utilisé dans de nombreuses applications industrielles ou agricoles et en particulier :

- le traitement du bois comme conservateur,
- les batteries électriques (l'arsenic améliore la résistance à la corrosion électrique),
- la fabrication des semi-conducteurs,
- l'industrie du verre, du cuir, du papier-peint comme agent décolorant,
- la peinture comme pigment en association avec le cuivre,

En l'absence d'exposition professionnelle, l'homme est principalement exposé à l'arsenic par l'alimentation et l'eau de boisson. La plupart des aliments présente en effet de faibles niveaux en arsenic. Ce sont les crustacés et les poissons de mer qui en contiennent le plus. On peut aussi être exposé via la fumée du tabac qui renferme une faible quantité d'arsenic.

Plomb (Pb)

En France, la principale source d'intoxication par le plomb est la peinture des habitations anciennes et dégradées, que les jeunes enfants peuvent ingérer sous forme de poussières ou d'écaillés, y compris lors de travaux sans précaution. Les branchements et canalisations en plomb du réseau d'eau potable peuvent également être une source d'exposition chronique.

Cadmium (Cd)

Pour la population générale, la principale source de cadmium est l'alimentation car il est assimilé par les végétaux. On retrouve du cadmium dans les légumes, les céréales et certains aliments d'origine animale comme les abats, les coquillages, les crustacés et les poissons. La pollution industrielle et le tabagisme peuvent sensiblement augmenter les doses de cadmium absorbées. En milieu professionnel, les principales sources de contamination sont l'exposition aux vapeurs et aux fumées.

FOCUS : le cas particulier des personnes habitant dans une zone où les sols sont pollués

Les personnes habitant dans une zone où les sols sont pollués s'exposent en inhalant des poussières riches en métaux, à l'extérieur comme à l'intérieur des bâtiments. Il arrive que les jeunes enfants avalent un petit peu de terre contaminée quand ils jouent à l'extérieur. Les polluants peuvent également être ingérés en consommant des aliments produits sur place (légumes, fruits, etc.). Les quantités sont faibles, mais lorsque l'exposition est régulière et prolongée, cela peut conduire à des niveaux d'imprégnation plus élevés que ceux de la population générale.

Quels sont les effets de l'arsenic, du plomb et du cadmium sur la santé ?

Les effets de l'arsenic

Au niveau international, la connaissance des effets de l'arsenic et de ses composés repose sur des études réalisées en milieu professionnel et pour des populations exposées à des niveaux très élevés en arsenic dans l'eau de boisson. L'état des connaissances sur le lien entre les concentrations dans les milieux biologiques et la toxicité de l'arsenic reste encore limité pour les faibles doses. De même, ce n'est pas parce que l'on est exposé chroniquement à l'arsenic que l'on présentera une maladie chronique liée à l'arsenic.

L'arsenic est un toxique cancérigène. L'apparition de cancers peut être secondaire à une exposition chronique à l'arsenic. Les cancers impliqués sont les cancers de la vessie, de la peau et du poumon.

Les effets non cancérigènes observés concernent généralement la peau (changement de pigmentation, épaissement de la peau) ou des maladies non spécifiques pouvant se rencontrer en dehors de toute exposition à l'arsenic telles que des maladies cardiovasculaires (hypertension artérielle), respiratoires (bronchites chroniques), le diabète etc. Les effets pour des doses faibles dépendent de la dose reçue et du temps de l'exposition d'un individu. On parle d'exposition chronique lorsque l'exposition se déroule sur une longue durée, de plusieurs semaines à plusieurs années, voire pendant la vie entière.

Plomb

Les effets toxiques du plomb sont principalement neurologiques, hématologiques et rénaux. L'intoxication au plomb est souvent sans symptôme. Lorsqu'on décèle des signes cliniques, ils sont tardifs et non spécifiques (troubles du comportement, de l'humeur, de la motricité, baisse des performances scolaires, douleurs abdominales, diarrhées, constipation, anorexie, pâleur, asthénie). Les enfants de moins de 7 ans et les femmes enceintes sont les plus à risque.

- Les enfants sont à risque du fait que le plomb pénètre plus facilement dans leur sang, qu'ils portent plus souvent les mains à la bouche et que leur système nerveux est en développement ;
- les femmes enceintes, du fait des risques encourus pour elles-mêmes (hypertension) et pour le fœtus (avortement, prématurité, malformations congénitales et toxicité retardée notamment sous la forme de retards psychomoteurs).

Les données épidémiologiques disponibles indiquent que les effets neurologiques, les effets sur la croissance en taille et en poids, le développement sexuel, ainsi que sur l'acuité auditive chez le jeune enfant, sont probablement sans seuil, c'est-à-dire que les effets peuvent survenir à faible dose. Il en est de même concernant les effets rénaux chez l'adulte et l'adolescent et les effets cardio-vasculaires chez l'adulte.

Chez les adolescents et les adultes, l'effet toxique du plomb peut être responsable d'une augmentation des risques de maladie rénale chronique, d'hypertension artérielle, d'altération de la qualité du sperme, de diminution de la fertilité masculine, de diminution du débit de filtration glomérulaire et d'augmentation de la pression artérielle.

Cadmium

Les effets sur la santé de l'exposition au cadmium sont historiquement connus à partir d'études menées auprès de salariés exposés par inhalation aux vapeurs de cadmium. Lors d'ingestion de cadmium, le principal organe touché est le rein. L'effet toxique du cadmium est cumulatif. Il est responsable de maladies rénales pouvant évoluer vers une insuffisance rénale chronique, d'atteintes osseuses (ostéoporose, ostéomalacie) et pulmonaires. Le risque de cancer (pulmonaire et prostatique) est également établi.

L'exposition conjointe au cadmium et à l'arsenic d'une part, au cadmium et au plomb d'autre part, semblent augmenter les risques notamment sur le rein.

Comment les toxiques se stockent et s'éliminent de mon corps ?

Le plomb est incorporé par voie digestive, respiratoire ou sanguine (mère-fœtus). Il se distribue dans le sang, les tissus mous et surtout le squelette (94 %), dans lequel il s'accumule progressivement et reste stocké très longtemps (demi-vie⁶ >10 ans).

Le cadmium est absorbé par inhalation et ingestion. Le taux d'absorption du cadmium ingéré est de l'ordre de 5%. C'est dans le rein qu'il se concentre principalement (environ 30 à 50% de la charge corporelle se trouve dans le rein). Il peut également se concentrer dans le foie et le muscle. Le cadmium absorbé s'élimine par les voies urinaire, intestinale et par les phanères (cheveux, poils, ongles). Le cadmium est excrété principalement dans les fèces. Une faible fraction est éliminée par les urines. C'est un toxique qui s'accumule dans l'organisme au cours du temps. Son élimination est très lente (plusieurs années).

L'arsenic est absorbé par voie orale et par inhalation. Il est éliminé dans les urines par le rein. Des études montrent que le corps élimine au bout de 4 à 5 jours la majorité d'une dose d'arsenic ingérée (46 à 63%). La part restante est éliminée en un mois.

Qu'est-ce qu'une valeur de référence ?

La valeur de référence est une valeur de concentration en dessous de laquelle se situe la plus grande partie de la population française. Un niveau d'imprégnation supérieur à cette valeur traduit l'existence d'une surexposition. Cette valeur de référence ne peut être considérée comme un seuil.

Les valeurs de référence estimées pour la population française⁷ sont :

1. **Pour la plombémie :**
70 µg/L chez les femmes et les hommes de moins de 40 ans et 120 µg/L chez les hommes de 40 ans et plus.
2. **Pour l'arsenic urinaire inorganique** et ses dérivés méthylés MMA et DMA (sans consommation de poisson dans les 72h avant le prélèvement) : 10 µg/g de créatinine.
3. **Pour le cadmium urinaire :**
0,5 µg/g de créatinine pour les personnes adultes de moins de 40 ans ;
0,7 µg/g de créatinine chez les hommes et 1,2 µg/g de créatinine chez les femmes pour les personnes adultes de plus de 40 ans.

⁶ C'est le temps nécessaire pour que la concentration dans le corps humain diminue de moitié.

⁷ Source : étude nationale nutrition santé ENNS 2006-2007

Existe-t-il un seuil d'effet sanitaire pour le plomb, l'arsenic et le cadmium ?

Historiquement, la concentration de plomb dans le sang (ou plombémie) qui définissait réglementairement le saturnisme infantile⁸ était de 100 µg/L. Cependant, des effets nocifs du plomb sur la santé ont été récemment démontrés pour des plombémies inférieures à 100 µg/L :

- **chez le jeune enfant** : sur le développement intellectuel, sur les développements staturo-pondéral et sexuel, sur le comportement et l'acuité auditive,
- **chez la femme enceinte** : sur le développement fœtal et le déroulement de la grossesse,
- **chez les adolescents et les adultes** : augmentation des risques de maladie rénale chronique et d'hypertension artérielle, altération de la qualité du sperme et diminution de la fertilité masculine, diminution du volume de liquide filtré par le rein et augmentation de la pression artérielle.

Les données épidémiologiques disponibles indiquent que les effets neurologiques, les effets sur les développements staturo-pondéral et sexuel et sur l'acuité auditive, chez le jeune enfant, sont probablement sans seuil ; de même que les effets rénaux chez l'adulte et l'adolescent et les effets cardio-vasculaires chez l'adulte.

Depuis 2015, le seuil de définition d'un cas de saturnisme infantile a été abaissé à 50 µg/L. Pour l'arsenic, dans l'état actuel des connaissances, on ne peut pas donner de seuil à partir duquel apparaîtraient des effets sanitaires. Toutefois, il existe un seuil d'exposition pour les professionnels exposés à 50 µg/g de créatinine. Les seuils de cadmium urinaire à partir desquels apparaissent des anomalies rénales ne font pas l'objet d'un consensus. Des études ont montré la présence d'altérations rénales à partir de 2 µg de cadmium par 24h. Mais des études récentes indiquent aussi la possibilité d'altérations fonctionnelles dès 0,5 à 1 µg de cadmium/g de créatinine. En France, l'Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS) préconise une surveillance de l'atteinte rénale en médecine du travail pour les valeurs supérieures à 2 µg de cadmium/g de créatinine.

⁸ Cette concentration impliquait la déclaration du cas de saturnisme aux autorités sanitaires départementales et le déclenchement d'une enquête environnementale.