

Arsenic et inhibiteurs de la vie

A propos des risques pour les populations victimes de la contamination de la vallée de l'Orbiel par les polluants et inhibiteurs de la vie des anciennes mines et usines

Annie Thébaud-Mony¹, André Picot²

Mars 2019

« La santé des travailleurs est la sentinelle de la santé environnementale »

Henri Pézerat, 2004

Ce Texte s'appuie sur la double expérience de chercheurs, pour l'une en santé-travail, pour l'autre en toxicochimie, dont les travaux scientifiques concernent, depuis de longues années, les risques toxiques et les menaces pour la santé en rapport avec le travail et l'environnement.

Annie Thébaud-Mony, directeur de recherche honoraire INSERM, mène depuis plus de trente ans des recherches sur les maladies professionnelles en particulier les cancers (Thébaud-Mony, 2006, 2008, 2011). L'étude concernant la mine d'or de Salsigne, présentée ci-dessous, a fait partie des monographies d'un programme de recherches pluridisciplinaires sur la reconnaissance des maladies professionnelles en France, réalisé à la demande et avec le soutien du ministère du Travail (Thébaud-Mony, 1991). La monographie sur les cancers professionnels du site minier de Salsigne, réalisée avec le soutien de la Sécurité Sociale Minière (SSM) Midi-Pyrénées, a répondu à une demande du CHSCT concernant une situation jugée préoccupante non seulement par certains syndicalistes mais par les médecins de la SSM et de l'hôpital de Carcassonne.

En tant que toxico-chimiste, **André Picot**, directeur de recherche honoraire au CNRS, connaît parfaitement les travaux de son collègue et ami, Henri Pézerat, dont une des études (qui sera succinctement présentée ci-dessous) porte sur les processus toxiques issus de l'introduction des poussières de la mine de Salsigne en milieu biologique. André Picot, lui-même, a pu étudier les risques de sites miniers en France métropolitaine et en Nouvelle-Calédonie. Co-auteur, avec Nicole Proust (ingénieur physicochimiste, ATC Paris), de plusieurs articles de synthèse sur l'arsenic et ses composés (Proust & Picot, 2000, 2016), André Picot a préfacé l'ouvrage d'Hervé Pujol, *Tristes Mines* (Pujol, 2014). Avec le professeur Jean-François Narbonne (toxicologue, ATC), il a contribué à faire connaître les pollutions riches en arsenic dans les Cévennes (Saint Félix de Pallière, <http://www.atctoxicologie.fr/actualites/8-actualite-2.html>). Ses récentes interventions en Bretagne, sur une mine d'or, riche en arsenic, ont contribué à faire abandonner le projet d'extraction dans les Monts d'Arrhée.

Dans une première partie nous rappellerons les travaux de recherche menés sur le site minier de Salsigne dans les années 1980/90. Nous les compléterons par les données issues de l'expertise collective du Centre International de Recherche sur le Cancer (IARC, 2012). Enfin, nous en tirerons quelques enseignements et des préconisations concernant la contamination environnementale actuelle et ses conséquences pour la santé des populations victimes des inondations d'octobre 2018.

¹ <http://iris.ehess.fr/index.php?115> ; <https://www.asso-henri-pezerat.org>

² <http://www.atctoxicologie.fr/association/nos-membres/33-picot-andre-2.html>

Historique des études menées dans les années 1980/90

Ouverte à la fin du XIXe siècle, la mine d'or de Salsigne, a cessé son activité en 2005. Une mine d'or est considérée comme exploitable lorsqu'elle contient entre 7 et 11 grammes d'or par tonne de minerai. Ce dernier est donc constitué de beaucoup d'autres matières minérales, dont certaines, lorsqu'elles sont transformées en poussières, sont cancérogènes. Classé par le Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC) comme cancérogènes pour l'Homme (groupe 1) et objet de plusieurs tableaux de maladie professionnelle, l'arsenic est un des composants majeurs du minerai de Salsigne, qui contient aussi, entre autres, du cadmium, un cancérogène avéré (rein, prostate) chez l'homme, lui-même cancérogène (groupe 1 du CIRC), mais aussi différents autres minéraux toxiques³.

La connaissance de cancers respiratoires associés à l'exposition aux risques miniers des mines métalliques, en particulier les mines d'or remonte au 19^e siècle (Peller, 1939). De nombreuses études confirment ensuite – tout au long du 20^e siècle - la survenue de cas précoces de cancer bronchopulmonaire chez les mineurs d'or, dans différents pays (Kusiak & al, 1991). Aucune étude n'est réalisée en France jusqu'aux années 1980, y compris chez les mineurs d'or de Salsigne. Mais l'arsenic fait l'objet d'un tableau de maladie professionnelle N°20 qui, depuis 1942, reconnaît les atteintes liées à l'exposition à l'arsenic et ses dérivés oxygénés et sulfurés, y compris trois types de cancer : Maladie de Bowen ; Épithélioma cutané primitif ; Angiosarcome du foie. En revanche, le cancer broncho-pulmonaire n'y figurait pas avant 1985, ce qui excluait à cette époque toute reconnaissance en maladie professionnelle pour les travailleurs atteints.

A Salsigne, la santé des mineurs est prise en charge par un système de santé et de soins relevant d'un organisme spécifique, la Sécurité Sociale Minière (SSM). Au début des années 1980, les médecins traitants de la SSM constatent la survenue précoce de cas de cancer chez ces mineurs. Ce fait est confirmé par deux thèses de médecine, élaborées à partir du recensement exhaustif des cas dans le service de pneumologie de Carcassonne, où tous les travailleurs Mines et Produits Chimiques de Salsigne (MPCS) atteints de cancer pulmonaire ou autres pathologies respiratoires sont cliniquement pris en charge. Le médecin du travail élabore un rapport sur les cancers broncho-pulmonaires chez les salariés des MPCS et l'adresse en 1985 à la commission des maladies professionnelles du ministère du Travail. Le 19 juin 1985, la Commission des maladies professionnelles donne son accord pour la création d'un tableau de maladie professionnelle n° 20bis.

Cependant celui-ci ne prend en compte que les « *cancers bronchiques primitifs provoqués par l'inhalation de poussières ou de vapeurs arsénicales* » pour une liste très limitative des travaux susceptibles de provoquer cette maladie. Le tableau n°20bis vise exclusivement les salariés de l'usine de traitement du minerai. Les mineurs de Salsigne – qui n'interviennent pas dans l'unité de pyro-métallurgie – se trouvent, de ce fait, exclus de la reconnaissance du cancer broncho-pulmonaire en maladie professionnelle. En dépit des connaissances scientifiques internationales concernant les cancers broncho-pulmonaires chez les mineurs des mines d'or, les représentants du patronat exigent une nouvelle étude épidémiologique avant toute reconnaissance accordée aux mineurs de Salsigne, victimes de cancer broncho-pulmonaire.

Menée par le CIRC et l'Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), une étude épidémiologique de mortalité chez les mineurs et salariés des mines et produits chimiques de Salsigne vient confirmer ce que la littérature internationale avait amplement démontré, à savoir l'existence d'une relation statistiquement significative entre exposition aux poussières de mines d'or et cancers broncho-pulmonaires, mais aussi cancer colorectal, chez les mineurs tout autant que chez les ouvriers de l'usine de traitement du minerai (Simonato et al., 1989).

Parallèlement à cette étude épidémiologique, deux autres recherches sont alors engagées.

³ Le cancer broncho-pulmonaire primitif est inscrit aux tableaux MP n°25 (silice) et n°44bis (poussières de fer issus des procédés miniers) de la liste des maladies professionnelles indemnisables en France.

La première en toxicochimie par l'équipe CNRS dirigée par Henri Pézerat (dans le cadre d'une convention avec le ministère de l'Industrie) permet d'identifier trois types de minéraux, particulièrement réactifs en milieu biologique et susceptibles de jouer un rôle en cancérogénèse : les poussières de pyrite, vieilles, (qui concernent tous les mineurs quel que soit leur poste), les poussières fraîchement émises de chlorite et celles de biotite (qui, les unes et les autres, concernent plutôt les mineurs affectés aux postes de foration et de boulonnage). Un autre résultat important concerne les scories vitreuses issues du traitement pyrométallurgique du minerai, nommées Salsidur, stockées à l'air libre dans différents endroits du site. Ces scories se montrent également très réactives en milieu biologique (Pézerat, 1989/90, 1990).

La dernière étude est menée par l'équipe pluridisciplinaire INSERM d'Annie Thébaud-Mony. Elle a pour but d'étudier, qualitativement, les conditions de déclaration, puis de reconnaissance ou de rejet des cas de cancer broncho-pulmonaire de travailleurs des MPCs déclarés auprès de la SSM (Monbet et Thébaud-Mony, 1991). Sur les quarante et un cas de cancer broncho-pulmonaire déclarés en maladie professionnelle auprès de la SSM entre février et juin 1987, quinze ouvriers de l'usine de pyro-métallurgie sont alors reconnus en maladie professionnelle dans l'année 1988, pour certains à titre posthume. Les décisions de rejet des autres cas tiennent au déni de l'exposition professionnelle par la direction des MPCs. L'enquête fait apparaître également des atteintes dites « bénignes » - arcanisme externe (dermatose), perforations de la cloison nasale, reconnues en maladie professionnelle - qui constituent une trace indéniable d'exposition à l'arsenic, en rapport avec un risque augmenté de cancer.

En dépit des résultats convergents des trois études, il faudra encore dix ans pour que le cancer broncho-pulmonaire chez les mineurs soit inscrit dans un tableau de maladie professionnelle. Le tableau 20 *ter*, adopté le 30 avril 1997, a ouvert le droit à la reconnaissance du « cancer bronchique primitif provoqué par l'inhalation de poussières ou de vapeurs renfermant des arséno-pyrites aurifères ». La liste limitative de travaux ne concerne que les travaux miniers dans les mines d'or, sachant que celle de Salsigne était la dernière en France à l'époque. Les mineurs et travailleurs de l'usine atteints de cancer semblent avoir très peu bénéficié de leur droit à la reconnaissance au fil des décennies suivantes.

En conclusion de leurs travaux, les chercheurs du CNRS et de l'INSERM impliqués dans ces études ont préconisé auprès des responsables sanitaires, d'une part la création d'un suivi post-professionnel pour tous les anciens travailleurs des mines et de l'usine, salariés, intérimaires et sous-traitants ; d'autre part, la création d'un registre départemental des cancers de l'Aude, comportant le parcours professionnel et l'histoire résidentielle de chaque nouveau cas susceptible d'y être inscrit. À partir de ces deux outils de santé publique, il aurait été possible, trente ans plus tard, de faire un bilan assez précis de cette catastrophe sanitaire. Ces préconisations sont restées lettre morte⁴. Aucun registre de cancer n'a permis le recensement systématique et donc la connaissance de l'incidence des nouveaux cas de cancer, année par année, dans l'Aude, en particulier dans la vallée de l'Orbiel.

Extension du risque à l'environnement (1992 -2019 et au delà)

Au début des années 1990, arrêtant le procédé pyrométallurgique de traitement du minerai, la direction des MPCs décide d'adopter un procédé à froid d'hydrométallurgie par cyanuration, particulièrement polluant pour l'environnement, du fait des boues résiduelles, très riches en arsenic et autres composés minéraux dont les cyanures, ou leurs produits de dégradation, qui ont été stockées dans de gigantesques bassins (les « plages » de l'Artus et de Montredon), au-dessus de l'exploitation, au nord de Carcassonne.

Henri Pézerat avait exprimé son désaccord sur ce mode de traitement, car il considérait

⁴ Le documentaire de Catherine Pozzo di Borgo « les vaches bleues » est la mémoire vivante d'une mobilisation scientifique et syndicale pour l'amélioration des conditions de travail sur le site de l'ancienne mine d'or.
http://www.film-documentaire.fr/4DACTION/w_fiche_film/23626_1

que l'accumulation de ces boues, très riches en arsenic facilement mobilisable, suite à leur hydro-solubilité non négligeable, représentait un grave danger pour la région. Les faits survenus depuis lors lui ont donné raison. À plusieurs reprises, les « plages » ont débordé, entraînant une contamination environnementale durable à l'arsenic. Anciennement utilisé dans le traitement pyrométallurgique du minerai, le four de l'usine de traitement a été, de surcroît, mis pendant quelques années (avec une subvention de l'Etat) à disposition d'un soi-disant « recyclage » de métaux par l'entité SEPS qui a importé à cette fin des dizaines de milliers de tonnes de déchets venus de toute la France **et** d'ailleurs (« terres suisses » par exemple). Ce « recyclage » a provoqué une pollution – également durable – aux métaux-traces toxiques (cadmium, plomb, mercure, etc.). Des interrogations existent pour des PCB, du spath-fluor, des déchets électroniques (décodeurs TV), etc.

Une étude épidémiologique, concernant la mortalité par cancer pendant la période 1964-1994 dans la région minière de Salsigne, a confirmé en 2005 l'existence d'excès statistiquement significatifs de cas de décès par cancer du poumon et du pharynx chez les hommes, du système digestif chez les femmes, en rapport non seulement avec l'exposition professionnelle mais environnementale à l'arsenic (Dondon, 2005). Il aurait été alors de la plus haute importance de mettre en œuvre les préconisations de nos recherches, à savoir un registre de cancer (comportant la reconstitution du parcours professionnel et de l'histoire résidentielle des cas incidents), un suivi médical approprié et gratuit des personnes exposées tant professionnellement qu'au niveau environnemental, mais aussi une surveillance permanente des contaminations de l'eau, des sols et de l'air par l'arsenic (et autres polluants présents dans les déchets miniers). Il n'en a rien été !

En 2012, le CIRC a publié une nouvelle monographie concernant l'arsenic. Sur la base de très nombreuses études, les experts insistent sur les conséquences de la contamination hydrique et aérienne par l'arsenic et ses dérivés, en termes d'incidence très augmentée des cas de cancer qui ne peuvent être attribués « ni au hasard, ni à un biais d'étude » (IARC, 2012, p41/85). Voici les conclusions des experts du CIRC :

« Le Groupe de travail a examiné un grand nombre de données probantes qui couvrent les études écologiques, les études cas-témoins et les études de cohortes dans divers milieux et populations exposés soit par ingestion (principalement à As III et As V dans l'eau potable), soit par inhalation (avec exposition à un mélange de composés inorganiques de l'arsenic). Les données probantes se rapportent également à l'exposition historique aux pesticides et aux produits pharmaceutiques. Les preuves épidémiologiques de l'exposition à l'eau potable permettent d'évaluer la cancérogénicité liée à l'exposition à l'As III et à l'As V. Les données provenant de mélanges d'arsenic inhalé permettent d'évaluer la cancérogénicité liée aux composés inorganiques de l'arsenic. Toutefois, elle ne permet pas de séparer le risque cancérogène associé à des espèces particulières d'arsenic présentes dans ces mélanges.

Les associations observées entre l'exposition à l'arsenic dans l'eau potable et le cancer du poumon et entre l'exposition à l'arsenic dans l'air et le cancer du poumon ne peuvent être attribuées au hasard ou à un biais, et les preuves sont convaincantes tant pour les voies d'exposition par inhalation que par ingestion. Il existe des preuves de relations dose-réponse au sein des populations exposées aux deux types d'exposition.

L'association observée entre l'exposition à l'arsenic dans l'eau potable et le cancer de la vessie ne peut être attribuée au hasard ou à un biais. Il existe des preuves de relations dose-réponse au sein des populations exposées.

L'association observée entre l'exposition à l'arsenic dans l'eau potable et le cancer de la peau ne peut être attribuée au hasard ou à un biais. Il existe des preuves de relations dose-réponse au sein des populations exposées.

[.....]

Il y a suffisamment de preuves chez les humains de la cancérogénicité de l'exposition mixte

à des composés inorganiques de l'arsenic, y compris le trioxyde de diarsenic, l'arsénite et l'arséniate. Les composés inorganiques de l'arsenic, y compris le trioxyde de diarsenic, l'arsénite et l'arséniate, causent le cancer du poumon, de la vessie et de la peau. De plus, une association positive a été observée entre l'exposition à l'arsenic V et aux composés inorganiques de l'arsenic et le cancer du rein, du foie et de la prostate.

[.....]

L'arsenic élémentaire⁵ et l'arsenic inorganique partagent la même voie métabolique. Ainsi, indépendamment des mécanismes de l'action cancérigène, et indépendamment du métabolite qui est le cancérigène ultime, les différentes espèces d'arsenic inorganique devraient être considérées comme cancérigènes. »

Outre ces conclusions des experts du CIRC, dans la littérature internationale, en cas d'intoxication à long terme par de l'arsenic, certains troubles hématologiques ont été signalés (Picot & Proust, 2019, voir document en annexe)

Toutes les preuves sont réunies de la cancérigénicité des composés de l'arsenic, et donc aussi de la contribution de l'exposition à l'arsenic à l'épidémie de cancer en France. Il est important de rappeler ici les chiffres nationaux, même s'ils ne concernent que des estimations. Entre 1984 et 2017, l'incidence estimée de nouveaux cas de cancer est passée de 150 000 à 400 000 nouveaux cas par an en moyenne nationale (Données INCa, 2018). Malheureusement, l'absence de registres départementaux ne permet pas de suivre l'évolution du nombre de cas en fonction de la géolocalisation des sources de danger. Néanmoins il est possible d'affirmer que toute contamination par des cancérigènes, surtout si elle est d'ampleur comme dans la vallée de l'Orbiel, contribue à la production de ces nouveaux cas de cancer, les contaminations d'aujourd'hui contribuant à la production des cancers de demain. Ajoutons qu'il n'est plus nécessaire de « prouver » que l'arsenic, le cadmium et autres substances cancérigènes provoque des cancers. C'est donc sur le terrain de la prévention des cancers du futur qu'il importe de réfléchir. De ce point de vue, la connaissance précise, et suivie dans le temps, des contaminations (eau, sol, air) est déterminante.

Les conséquences prévisibles des inondations d'octobre 2018

Pour rappel, la norme de potabilité de l'eau est actuellement de 10µg/litre. Quant à la contamination des sols, elle est prise en considération en tant que telle à partir de 5mg/kg (IARC, 2012).

Le BRGM avait préconisé un objectif de « confinement » des déchets miniers de Salsigne par leur entreposage dans des stockages en principe étanches (Burnol, 2011). Cet objectif irréaliste avait pourtant, avant même sa construction dans les années 1990 fait naître des objections du préfet de l'époque, alors que le site choisi l'était initialement pour une décharge d'ordures ménagères⁶. Les conséquences du choix de stockage ainsi mis en œuvre ont conduit les chercheurs de l'INERIS à alerter l'ADEME il y a dix ans (Tack, 2009). Lors des *Rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués*, ceux-ci soulignaient à propos de la vallée de l'Orbiel que « les activités anthropiques ont engendré une pollution des sols qui est venue se superposer à des teneurs en métaux et métalloïdes déjà naturellement élevées dans cette région.

⁵ A notre connaissance, actuellement, aucune étude scientifique n'a démontré la biotransformation de l'arsenic élémentaire en composés inorganiques cationiques (AsIII, AsV) de l'arsenic, ce qui n'est pas le cas de l'antimoine.

⁶ « En décembre 1993, Didier Cultiaux, alors préfet de l'Aude, adresse un courrier à Raymond Chéza, le maire de Carcassonne. Le représentant de l'état explique avoir visité le site minier de Salsigne et plus particulièrement celui de Montredon, où les responsables politiques de l'époque envisageaient d'ouvrir une grande décharge devant accueillir des déchets ménagers. Après avoir pris attache avec la DRIRE, Didier Cultiaux écrit ceci : «Le site est incompatible, d'un point de vue technique, car il nécessiterait un traitement coûteux en étanchéité». Le préfet explique qu'il convient également de «renforcer la couche argileuse de fond». En clair, le site de Montredon est une vraie passoire. Qu'à cela ne tienne. Faute de pouvoir y stocker des ordures, l'état y autorise le stockage de déchets arséniés ». (La Dépêche, 8/03/2017)

Malgré les travaux de remise en état du site, qui sont en cours d'achèvement, ces produits toxiques n'ont pas été totalement éliminés des sols et la méthodologie d'évaluation quantitative des risques sanitaires montre des niveaux de risque inacceptables pour ces concentrations et pour la seule voie d'exposition " ingestion de terre contaminée ".

Avant la crue d'octobre 2018, les données concernant la vallée de l'Orbiel proviennent, pour les années 2012/13, d'une thèse de doctorat visant à faire un état des lieux de la contamination des eaux de surface et souterraines, en amont et en aval du site minier, et à évaluer l'influence d'évènements pluvieux sur cette contamination (Khaska, 2013). Il avait également pour objectif d'identifier les parts « naturelles » ou liées aux activités industrielles de cette contamination. La synthèse des résultats est présentée dans un chapitre de l'ouvrage d'Hervé Pujol consacré aux impacts environnementaux et sanitaires de l'industrie extractive (Lancelot & Augé, 2014). Les chercheurs ont observé un fort contraste dans la contamination par l'arsenic des eaux de surface comme des eaux souterraines, entre la haute vallée de l'Orbiel, en amont du site minier et des sites de stockage de déchets miniers, et la basse vallée dépassant de deux à six fois, en moyenne, la norme de potabilité entre Lassac et Conques-sur-Orbiel. Dans l'environnement du gué de Lassac et des plages de l'Artus, les eaux souterraines alluviales présentent les concentrations les plus élevées en arsenic dissous pouvant atteindre 550µg/litre, sachant que l'apport d'arsenic supplémentaire lors d'épisodes pluvieux est significatif. Les traceurs isotopiques utilisés pour identifier l'origine naturelle ou industrielle de la contamination ont permis de démontrer que 90% de l'arsenic dissous des eaux de la vallée de l'Orbiel est d'origine industrielle.

Ces résultats peuvent permettre une comparaison avec les résultats des mesures effectuées depuis la crue d'octobre 2018 par Philippe Berha (professeur en physicochimie, Toulouse) et Jérôme Viers (Professeur en géochimie, Toulouse). En décembre 2018, les concentrations en arsenic dans les eaux de l'Orbiel vont de 5 µg/L (haute vallée de l'Orbiel, en amont des installations et sites de déchets) à 688 µg/L au gué de Lassac (zone stagnante). En janvier 2019, au gué de Lassac, même si elle a diminué, la concentration en arsenic atteint encore 275 µg/L, soit 27,5 fois la limite de potabilité. La diminution de la contamination à cet endroit indique que l'arsenic présent en décembre a été entraîné vers l'aval et/ou les eaux souterraines. Concernant les sédiments, au même endroit, la concentration en arsenic atteint le niveau particulièrement élevé de 30 970 mg/kg, en clair 30g/kg. Les prélèvements faits sur les sédiments tout au long de la vallée le 14 décembre 2018, montre que la concentration en arsenic varie entre 160 mg/kg et 262 635 mg/kg. Dans un jardin d'enfants, les concentrations vont de 215 à 331mg/kg, cette dernière valeur étant également retrouvée dans un jardin familial. Ajoutons que, dans les sédiments, la contamination ne diminue guère si ce n'est que très lentement et à la faveur de la pluie qui alors peut entraîner les substances toxiques vers les eaux de ruissellement et les eaux souterraines.

Comparées à celles de 2013, les mesures 2018 sont, à l'évidence, extrêmement préoccupantes. Elles attestent de l'intense dispersion des déchets miniers dans la vallée de l'Orbiel. La crue d'octobre a donc répandu dans cette vallée des quantités très importantes d'arsenic, contribuant ainsi à une contamination hydrique et sédimentaire, mais aussi aérienne, la poussière déposée sur les zones dont l'inondation s'est retirée étant évidemment, après séchage, fortement volatile. Au regard des normes de référence rappelées par le CIRC, il est indéniable que les habitants de la vallée de l'Orbiel sont potentiellement en situation de danger grave et imminent, alors même qu'ils manquent cruellement d'informations fiables sur la réalité de la contamination.

Il faut préciser ici quelles sont les populations exposées ? Avant la crue, les habitants de la vallée ont subi des contaminations plus ou moins permanentes en fonction des activités (jardinage, sports, pêche, etc...), sans oublier les jeunes enfants qui jouaient sur ces sols pollués, et sachant qu'ils peuvent également alors en respirer la poussière. Depuis la crue, tous ceux et celles, victimes immédiates de la crue, qui ont pu être au contact des eaux contaminées à l'arsenic sont en danger. Des personnes ayant été en contact avec l'eau contaminée se plaignent

d'ailleurs de dermatoses. Or on sait qu'il s'agit d'une des pathologies associées à l'exposition à l'arsenic. Ils sont victimes, en outre, d'un risque accru de cancer dans les décennies qui viennent. Les personnes, sauveteurs, pompiers et volontaires, qui ont, sans aucune alerte de la part des autorités sanitaires, contribué à la gestion de la crise, pendant et après la crue, sont concernées. Tous auraient dus être avertis du danger dès la survenue de la catastrophe. Mais il faut aussi maintenant prendre la mesure de la persistance de la contamination, tant dans l'eau, que dans l'air et dans les sols. Avec l'arrivée de l'été, la poussière contaminée laissée par la crue dans les villages, les maisons, les jardins, les rues, les routes, les arbres, les espaces publics, va constituer, potentiellement, un danger grave pour toutes les personnes vivant dans la vallée.

Que faire ?

Des mesures collectives auraient dû être prises dès la crue, notamment concernant l'évaluation des risques et les équipements de protection à mettre en œuvre. Ceux-ci auraient dû être ceux qui sont utilisés pour les interventions en sites amiantés ou radioactifs. Ces mesures doivent être instaurées dans les travaux de déconstruction/reconstruction.

Une surveillance permanente de la contamination de l'air, de l'eau, des sols par l'arsenic mais aussi par tous les autres inhibiteurs de la vie liés à l'activité des mines et usines de la zone (MOS, SEPS, ...) doit être – dès que possible – mise en œuvre. Les résultats doivent en être communiqués, semaine après semaine, aux habitants de la vallée, mais aussi aux promeneurs et aux touristes, via les mairies. N'est-ce pas la mission de la DREAL et de l'ARS d'exercer une telle surveillance ?

Un inventaire de l'habitat contaminé doit également être réalisé et régulièrement mis à jour. Des procédures de décontamination doivent être mises au point et mises en application afin de protéger les familles de la contamination. Un inventaire des édifices et lieux publics contaminés doit également être réalisé.

Un suivi médical gratuit, avec des procédures certifiées, doit être organisé pour toutes les personnes contaminées, dans le cadre d'un centre municipal de santé (financé par l'ARS) dédié au suivi post-exposition, professionnel, post-professionnel et environnemental. Les objectifs de ce suivi sont les suivants : identification précoce des atteintes liées à l'arsenic et à tous les autres inhibiteurs de la vie (arsenicisme externe, différents types de cancer, mais aussi toute atteinte spécifique pouvant être liée en particulier à l'arsenic : foie, reins, vessie...), suivi psychologique (anxiété due à la crainte des conséquences de la contamination), recensement exhaustif des cas de maladies liées à l'exposition à l'arsenic et à tous les autres inhibiteurs de la vie, accès aux droits de la réparation des maladies professionnelles pour les travailleurs atteints.

Création d'un fonds d'indemnisation des victimes des mines et usines du bassin versant de l'Orbiel et ses affluents, alimenté par l'Etat et les exploitants miniers (y compris ceux qui bénéficient actuellement de subventions d'Etat pour l'exploration minière).

Références

Burnol André (2011), *Pollution par l'arsenic et les traitements mis en œuvre : exemples comparés des sites de Chéni et de Salsigne*, BRGM, Séminaire de Master ENS Lyon, 29/11/2011

Dondon Marie-Gabrielle *et al.*, (2005) « Cancer mortality during the 1968-1994 period in a mining area in France », *European Journal for Cancer Prevention*, juin, (vol. 14, n° 3) 297-301.

IARC, *Arsenic, Metals, Fibers, Dusts. A review of Human Carcinogens* IARC Monograph Volume 100C, Lyon, 2012

Khaska M. (2013) *Vulnérabilité des ressources en eau souterraine / origins de la salinité en domaine karstique côtier et de la contamination après-mine en métaux lourds. Approche par multi-traçage géochimique*. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, décembre 2013

Kusiak RA, J. Springer, AC. Ritchie, J. Muller (1991) « Carcinoma of the lung in Ontario gold miners: possible aetiological factors ». *Br J Ind Med*. Dec;48(12):808-17.

Lancelot Joël & Guy Augé, (2014), « Etat des lieux et origine naturelle et/ou industrielle de la contamination en arsenic des eaux de la vallée de l'Orbiel », in : Hervé Pujol, *Tristes mines. Impacts environnementaux et sanitaires de l'industrie extractive*, les Etudes hospitalières, Bordeaux

Mission Bulh-Lambert (1982) *Rapport Travail – Santé – Prévention*, Paris, Mission de la Sécurité Sociale, Ministère des Affaires Sociales et de la Solidarité.

Monbet Nathalie et Thébaud-Mony Annie (1991) « Maladies professionnelles chez les salariés et retraités des mines et produits chimiques de Salsigne (MPCS) », in : Thébaud-Mony Annie (1991) *La Reconnaissance des maladies professionnelles. Acteurs et logiques sociales*, Paris : La Documentation française.

Peller Sigismund (1939) « Lung cancer among mine workers in Joachimsthal » *Human Biology* (11.1), Feb 1,

Picot A. & Proust N. (2018) Analyse de l'ouvrage de J.C. States (<http://www.atctoxicologie.fr/actualites/136-arsenic-j-christopher-states.html>)

Proust N., Guery J., Picot A. (2000) Toxicologie de l'Arsenic et ses composés : importance de la spéciation, *Actualité Chimique*. 2000, n°6, pages 3 à 11.

Pézerat Henri (1990) *Identification des minéraux pouvant réduire, en milieu biologique, l'oxygène en radicaux toxiques. Relation avec les risques de cancer en milieu minier. Rapport final*, Convention de recherche n° 87.2.78.0085 entre le ministère de l'Industrie, des PTT et du Tourisme, et l'université P. et M. Curie, Paris, 1990.

Pézerat Henri, Zalma Roger, Guignard Joëlle, Jaurand Marie-Claude (1989/90) « Production of oxygen radicals by the reduction of oxygen arising from the surface activity of mineral fibers » *IARC Sci Publ*, 1989/90, 100-111.

Pujol H. (2014) *Tristes mines. Impacts environnementaux et sanitaires de l'industrie extractive*. Edition Les Etudes Hospitalières, Bordeaux

Simonato Lorenzo & al. (1989) *Étude de mortalité parmi les salariés de la société des mines et produits chimiques de Salsigne*, Rapport interne CIRC 89/009, Lyon : Unité d'épidémiologie analytique, CIRC, 1989.

Tack Karine, Julia Mouton, Laurent Meunier, Dominique Mestre-Pujol, Sébastien Denys (2009) « Bioaccessibilité et spéciation de l'arsenic des sols autour de l'ancien site minier de Salsigne » (communication orale, *Rencontres nationales de la recherche sur les sites et sols pollués*, Oct 2009, Paris, France. ADEME Editions. Angers, pp.NC, 2009

Thébaud-Mony Annie (2008) « Construire la visibilité des cancers professionnels. Une enquête permanente en Seine-Saint-Denis. » *Revue française des affaires sociales*, 2- 3 (avril-septembre) 2008, 237-254.

Thébaud-Mony Annie (1991) *La Reconnaissance des maladies professionnelles. Acteurs et logiques sociales*, La Documentation française, Paris

Thebaud-Mony Annie (2006) « Histoires professionnelles et cancer ». *Actes de la Recherche en Sciences sociales*. N°163, juin 2006, 18-31

Thébaud-Mony Annie (2011) « Cancers professionnels », in : Bevort A., A. Jobert, M. Lallement , A. Mias, *Dictionnaire du travail*, 2011, Paris : PUF, Collection Quatridge

ATTEINTES HÉMATOLOGIQUES LIÉES À L'ARSENIC (As)

Dans la littérature internationale, en cas d'intoxication à long terme par de l'Arsenic, certains troubles hématologiques ont été signalés :

- une diminution du taux des globules blancs polynucléaires (leucocytes) une leucopénie, ainsi qu'un abaissement du taux des plaquettes, ce qui correspond à une thrombopénie.

En fait ces différentes atteintes de la formule sanguine ont surtout été observées, chez des patients traités à long terme par l'Anhydride arsénieux (As_2O_3) pour des leucémies promyélocytaires aigües.

Ces types d'atteintes hématologiques ont parfois été décrites chez des consommateurs d'eau polluée à l'Arsenic. (Bangladesh...)

L'intoxication liée à une exposition prolongée à de l'Arsenic, en réalité est due à l'affaiblissement de l'activité de la moelle osseuse.

Classiquement, cela peut amener à une diminution de la fabrication des globules rouges (anémie pouvant aller jusqu'à une aplasie), mais aussi à une leucopénie ou à une thrombocytopenie... en fait une attaque des cellules souches médullaires.

En général, les atteintes de la moelle osseuse par des produits chimiques toxiques sont essentiellement observées après une exposition prolongée à ces composés (Benzène, Médicaments alkylants anti-cancéreux...).

En cas de troubles hématologiques, il est important, en plus de son médecin référent, de consulter un hématologue, voire un cancérologue.

Dans le cas d'analyses biologiques il faut toujours distinguer l'Arsenic inorganique (Arsénites, Arséniates, Anhydride arsénieux... les plus toxiques), de l'Arsenic organique (As lié à un, ou des, groupements méthyles - CH_3), qui peut être apporté essentiellement par l'alimentation.

Le dosage sanguin de l'As est surtout mis en œuvre en cas d'intoxication aigüe, car dans les autres situations la concentration sanguine est trop faible. (inférieure à 6,70 microgrammes/L, d'As sanguin total pour la population générale adulte non exposée)

En pratique courante, en dehors des cas d'intoxication aigüe, le dosage urinaire de l'As total n'est pas pertinent car sa concentration dans les liquides biologiques est très influencée par les apports alimentaires. Le dosage urinaire de l'As excrété nécessite une analyse en spéciation. Il ne faut pas mesurer l'As total mais il faut mesurer obligatoirement les métabolites minéraux, mono et diméthylés.

En moyenne, dans les animaux marins (poissons, coquillages, crustacés...), l'As total peut se trouver à des concentrations très élevées (10 à 50 **milligrammes/kg**, pour une concentration en As minéral moyenne entre 10 à 50 **microgrammes/kg**. Dans les animaux marins, la majorité de l'As est donc d'origine organique, peu toxique.

Parmi les autres indicateurs biologiques, on peut faire des analyses de cheveux ; les poils, les ongles..., semble-t-il assez peu fiables (problème de contamination extérieure). Dans les urines, on peut rechercher des Porphyrines, qui sont des produits de dégradation de l'Hémoglobine, mais pour que les résultats soient exploitables, il faut une mesure de référence avant exposition.

Une surveillance médicale en trois points peut être proposée :

- Numération complète de formule sanguine,
- Évaluation de la fonction hépatique globale,
- Évaluation de la fonction rénale.

Un point très important reste le professionnalisme des laboratoires d'analyse qui doivent posséder des équipements très performants.

André PICOT - Toxicochimiste, Président de l'ATC

Nicole PROUST - Vice-présidente de l'ATC

Bibliographie sommaire

Robert R. LAUWERYS – Toxicologie Industrielle et Intoxications Professionnelles, Masson 5^{ème} édition, Issy-les-Moulineaux. 2007.

Frédéric BAUD & Robert GARNIER - Toxicologie Clinique, Lavoisier Médecine Sciences 6^{ème} édition, Paris.2017.

Nicole PROUST & André PICOT – Toxicologie de l'Arsenic et ses composés : importance de la spéciation, Actualité Chimique. 2000, n°6, pages 3 à 11.

Nicole PROUST & André PICOT - 2018. Analyse de l'ouvrage de J.C. States (<http://www.atctoxicologie.fr/actualites/136-arsenic-j-christopher-states.html>)

INRS dosage biologique sanguin (http://www.inrs.fr/publications/bdd/biotox/dosage.html?reflNRS=Dosage_7)